

Schwerpunktthema

Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation (Teil 1)

Das Wachstum der Bandbreitanforderungen für das Internet ist enorm. Man rechnet im Mittel alle neun Monate mit einer Verdoppelung des Verkehrsaufkommens, wobei selbst die vorsichtigsten Prognosen diesen Zeitraum nur auf zwölf Monate verlängern.

Unstrittig ist, dass relativ zum Gesamt-Verkehrsaufkommen der reine Telefonverkehr auf eine einstellige Prozentzahl absinken wird und dass IP das dominierende Protokoll sein wird. Differenzen gibt es allerdings hinsichtlich der Meinungen über die Zusammensetzung des Verkehrs bezogen auf die Qualität der Anwendungen. Eine Fraktion meint, dass neue hochwertige Anwendungen wie hochauflösendes Digitalfernsehen erhöhte Bandbreitanforderungen von den Unternehmen bis hin zur gehobenen Privatkundschaft bringen werden. Diese Fraktion ist in ihren Prognosen natürlich besonders anfällig gegenüber "Technologiedellen", wie wir momentan eine haben. Eine andere Fraktion meint, dass es einfach ein brutales Massen-Wachstum mit relativ anspruchslosen Brot & Butter Anwendungen geben wird, jedenfalls solange, bis eine gewisse Sättigung in der Bevölkerung stattgefunden hat. Diesen Effekt konnte man ja schon häufiger beobachten, zuletzt bei den Handys.

von
Dr. Franz-Joachim Kauffels



Internet der nächsten Generation:
E-Mail, MP3, Börse und eBay

Die Funkausstellung in Berlin zeigt z.B. netterweise, dass man gar kein Mensch und völlig "out" ist, wenn man nicht in der Lage ist, MP3 zu verarbeiten. Geldstück-große Abspielgeräte sind einfach nett und praktisch und werden ihren Hunger nach Daten auf geregelten Wegen aus dem Internet stillen.

Meiner persönlichen Ansicht nach behält die zweite Fraktion Recht und die einfachen Anwendungen wie E-Mail, MP3-Laden, Börsenkurse und eBay werden immer Datenvolumen ins Web bringen.

Natürlich werden auch die "Corporate"-Anwendungen wachsen, aber zur Dramatik nur marginal beitragen. Das Wachstum wird natürlich auch davon gefüttert, dass z.Zt. nur ca. 3% der Weltbevölkerung im Internet sind, eine dauerhafte Spaltung zwischen "Internet-fähigen" und "nicht-Internet-fähigen" Menschen sozial völlig unverantwortlich und unhaltbar ist und grade auch sonst Unterprivilegierte vom Internet besonders profitieren, indem es ihnen das wichtigste Gut für ein besseres Leben nahe bringt: Bildung.

Alleine die aus diesen Überlegungen kommende politische Verantwortung wird die Ausbreitung des Internets insgesamt wesentlich fördern, aber nicht mit High End Anwendungen.

Also stellt sich jetzt die schlichte Frage: mit welcher Technologie kann dieses Wachstum erreicht werden und welche Randbedingungen sind dabei zu sehen?

weiter Seite 12

Verkabelung

Strom über Datenkabel

von Markus Schaub

Schon vor einigen Jahren kam die Idee auf, Daten auch über gewöhnliche Stromleitungen zu transportieren. In Essen läuft aktuell ein Pilotprojekt des RWE, bei dem Haushalte über die Stromversorgung an das Internet angeschlossen werden.

Bemerkenswert dabei ist nicht die Erkenntnis, dass man Daten über Kupferleitungen übertragen kann, auch nicht, dass man dafür die selbe Kupferleitung nutzen kann, sondern dass dieser Gedanke älter ist, als der Umkehrschluss: nicht die Infrastruktur der Stromversorgung zur Datenübertra-

gung zu nutzen, sondern die strukturierte Datenverkabelung zur Stromübertragung. Kurz: Endgeräte über die vorhandene Ethernetverkabelung auch mit Strom zu versorgen. Ein Verfahren, das schon lange von der klassischen Telefonie benutzt wurde, der so genannte Blindstrom.

In der Tat ist die Diskussion erst im Zusammenhang mit VoIP in ernst zu nehmender Weise aufgetaucht. Bislang konnte man davon ausgehen, dass der normale Netzwerkendverbraucher über eine separate Stromzufuhr verfügte, da sowohl PCs, Server und Drucker wie auch Hubs, Switches

und Router eine so große Leistungsaufnahme haben, dass an eine Versorgung über die Ethernetverkabelung und -karte nicht zu denken war. Heute halten jedoch zunehmend auch Kleinverbraucher als Endgeräte Einzug in LANs: die erwähnten VoIP Geräte (in Form von Hardphones), WirelessLAN Access Points oder WEB-Cams, die nicht an einen Rechner sondern direkt ans Netz angeschlossen sind, um einige bereits vorhandene Kleinverbraucher zu nennen. Weitere Anwendungen werden wahrscheinlich folgen.

weiter Seite 8

Zum Geleit

Sind "Wireless"-Netzwerke unsicher?

In den letzten vier Wochen tauchten wieder vermehrt Berichte über die Unsicherheit von Wireless LANs nach IEEE 802.11b auf.

Natürlich ist die Vorstellung erschreckend, dass sich nur irgendwelche jugendlichen Hacker mit dem Auto vor die Firma stellen müssen und von dort den Zugriff auf die Unternehmensnetzwerke haben, so wie es in einem bekannten Magazin dargestellt wurde. Ebenso wenig kann die Tatsache begeistern, dass sich Analysesoftware zu IEEE 801.11b zum Ausprobieren im Internet herunter laden lässt.

Impressum

Verlag:
Dr. Suppan
International Institute b.v.
Ahornenlaan 12
4493 DG Kamperland
Niederlande

Telefon (0049)02408/955-400
Fax (0049)02408/955-399

Herausgeber
und verantwortlich
im Sinne des Presserechts:
Dr. Jürgen Suppan

Gestaltung:
Zweipfennig

Erscheinungsweise:
Monatlich,
12 Ausgaben im Jahr

Bezug:
Kostenlos
als PDF-Datei
über den eMail-
VIP-Service
der ComConsult Akademie

Für unverlangt
eingesandte Manuskripte
wird keine Haftung übernommen

Nachdruck,
auch auszugsweise
nur mit Genehmigung
des Verlages

© Dr. Suppan International Institute b.v.



Doch wie hoch ist das Risiko wirklich?

Da wir selber seit Monaten intensiv mit Wireless-Netzwerken arbeiten, werden wir mit den Antworten auch zugleich unsere Betriebseindrücke schildern.

Zur Beantwortung der Risikofrage müssen drei Risikobereiche unterschieden werden:

- die physikalische Zugänglichkeit
- die Schwächen des Verfahrens
- die Mängel der Konfiguration des Betreibers

Das physikalisch unvermeidbar gegebene Grundproblem ist die Nutzung von Funk als Übertragungsmedium. Da sich Funkwellen in bestimmten von der Antennen-Charakteristik abhängigen Richtungen "frei" ausbreiten, kann jeder, der sich in diesem Ausbreitungsbereich aufhält, die darauf basierenden Übertragungen abhören.

Dazu ist allerdings zu sagen, dass der Umfang der Ausbreitung in der Funkwellen bei der Installation der Antennen gesteuert werden kann:

- durch den Einsatz gerichteter Antennen (für eine Flächendeckung ist dieser Einsatz in der Praxis sowieso anzuraten), die vom Rand eines Gebäudes nach Innen strahlen
- durch die Reduzierung der Sendeleistung in den kritischen Bereichen. Normalerweise beträgt diese bei den mei-

sten Produkten 30 mW, bei einigen wenigen 100 mW, kann aber je nach Produkt auch deutlich bis auf 1 mW verringert werden (was sich zum Beispiel in einem Konferenzraum unbedingt anbietet, in dem vertrauliche Sitzungen und Präsentationen ablaufen).

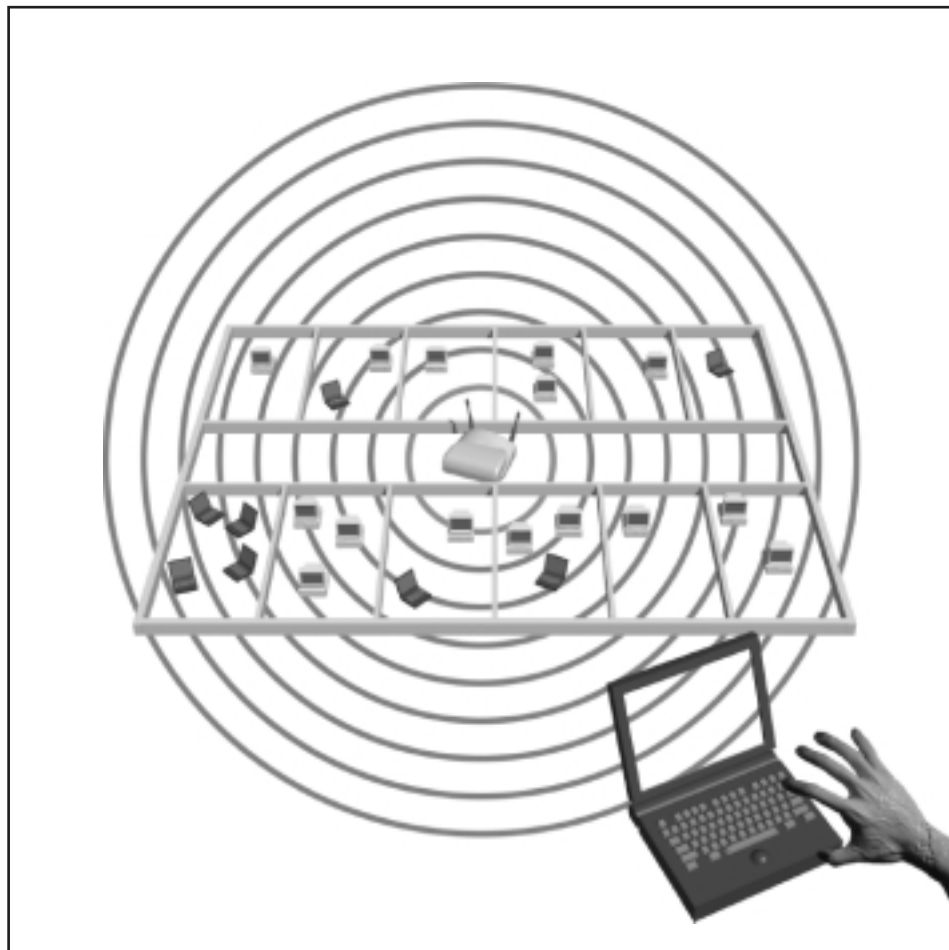
In der Praxis besteht das Problem auch mehr darin, überhaupt einen sinnvollen Empfang an allen gewünschten Orten zu erreichen. Die Vorstellung, dass die IEEE 802.11b Funkwellen sich quasi ungehindert durch Wände und beliebige Entfernungen ausbreiten, entspricht nicht der Realität. Dieses Geleitwort wird gerade auf einem Notebook geschrieben, das über eine Wireless-Verbindung an einen Switch angebunden ist. Die Realität ist, dass Betonwände kaum zu durchdringen sind und dass auch bereits zwei bis drei Kalksandsteinwände in Kombination mit anderen Interferenzen die erreichbaren Entfernungen auf 10 bis 20 m im Gebäude einschränken.

Genauere Informationen mit den technischen Hintergründen finden sie in unserem neuen Technologie-Report über Wireless-LANs (siehe dort im Kapitel 4 eine ausführliche Schilderung der Sicherheits-Thematik inkl. der Benennung und Bewertung der bekannten Studien, die Unsicherheit nachgewiesen haben).

Von daher erscheint mir das Gefahrenbild eines Hackers im Auto auf dem Parkplatz mit einem abhörfähigen Notebook auch reichlich theoretisch. Natürlich bleibt das Problem bestehen, dass sich ein Angreifer ja auch ins Gebäude begeben kann und aufgrund der Status-Anzeigen der Adapter einen optimalen Angriffsort bestimmen kann.

Der zweite Problemkreis betrifft die verfahrenstechnischen Mängel. Hier ist unbestritten, dass weder das eingesetzte 40-nach das 128-Bit-Verfahren sicher sind. Im Prinzip liegt die Unsicherheit darin, dass sich ein variabler Teil des Schlüssels regelmässig wiederholt. Hat ein Angreifer den kompletten Wiederholungs-Zyklus mitgeschnitten ist er aufgrund der sehr simplen xor-Verschlüsselung rein theoretisch in der Lage, ab dann die Übertragung zu entschlüsseln. Unsere Spezialisten schätzen den zeitlichen Aufwand zum Aufbrechen der Verschlüsselung auf 6 bis 48 Stunden, je nach Produkt und Lastsituation.

Sind "Wireless"-Netzwerke unsicher?



Auf keinen Fall gilt, dass ein Angreifer nur mal eben auf den Knopf drücken muss, eine intelligente Anwendung startet und schon ist er drin (auch AOL-Kunden wird dies in diesem Fall trotz bestehender Vorbilder nicht gelingen). Fazit: mit einem definierbaren Aufwand lässt sich die genormte Verschlüsselung aufbrechen. Hier ist dann für jedes Unternehmen sofort auch die Frage zu stellen, ob es mit gleichem Aufwand nicht auch an anderen Stellen angegriffen werden könnte. Hinzu kommt, dass mindestens der Hersteller CISCO einen dynamischen Austausch des Schlüssels über einen Radius-Server (bei CISCO ACS genannt) in Kombination mit IEEE 802.1x anbietet. Wenn das Austausch-Intervall unter dem bestmöglichen Abhörintervall liegt, hat der Angreifer sowieso keine realistische Chance. Andere Hersteller wie zum Beispiel Enterasys haben eine äquivalente Lösung ebenfalls angekündigt.

Die Hauptkritik gilt im Normalfall dann auch eher dem dritten Problemkreis: der Konfiguration der IEEE 802.11b-Parameter durch den Betreiber. Leider lässt die Norm zu, dass eine völlig offene In-

stallation erfolgt, bei der jedes Notebook bemerkt, dass ein Access Point in der Nähe ist und sich entsprechend anmelden kann. Hat der Betreiber weder eine SSID für den Access Point vergeben noch eine WEP-Verschlüsselung konfiguriert oder gar Adresslisten über zugelassene Clienten-Access Point Beziehungen definiert, dann ist in der Tat der Zugang zum Netz frei gegeben. Jetzt stellt sich aber sofort die Frage, was dies eigentlich bedeutet. Das jetzt gegebene Risiko lässt sich einfach beschreiben:

- durch WLAN-Abhörtools können User und Passwörter ermittelt werden und auf deren Basis ein Zugriff auf Server und Daten erfolgen
- das Netzwerk kann sabotiert werden
- durch Einsatz von automatischen Sicherheitsscannern können interne Sicherheitslücken ermittelt und zum Angriff benutzt werden

Es sollte dabei klar sein, dass durch das Abhören des Netzwerks selber in der Re-

gel keine Nutzdaten sinnvoll abgehört werden können (wie will man eine Datenbank aus einzelnen SQL-Kommandos rekonstruieren?). Der Abhörangriff wird in der Regel der Ermittlung von Autorisierungs-Informationen dienen.

Ggf. sollte überlegt werden, den gesamten Wireless-Bereich auf den DMZ-Bereich zu reduzieren, wenn die Netzwerk-Infrastruktur entsprechend mit Firewalls aufgeteilt wurde. Dies schränkt aber auch die Zugriffsmöglichkeiten ein und ist auch je nach Aufstellungsort der Access Points nur schwer zu realisieren.

Welches Fazit lässt sich daraus ziehen?

Wir setzen WLANs ein, benutzen aber die 128-Bit-Verschlüsselung. Weiterhin prüfen wir die Kombination mit 802.1x, um einen Angreifer, der ins WLAN gekommen ist, beim Übergang ins LAN abzufangen. Auf keinen Fall besteht aus meiner Sicht für normale Anwendungsumgebungen ein Grund, WLANs bei entsprechender Sorgfalt nicht einzusetzen. Allerdings sollte man bei der Produktauswahl auf den Einfluss der Verschlüsselung auf die erreichbare Performance achten. Was uns auch aufgefallen ist, dass bei den Herstellern, bei denen wir die Verschlüsselung getestet haben, nur sehr schwer in den Status-Anzeigen zu sehen ist, ob und welche Verschlüsselung aktiv ist. Aber das ist mehr eine Kleinigkeit, die ja softwaretechnisch geändert werden kann.

Wie sind die sonstigen Nutzungserfahrungen?

Natürlich ist der dominante Nachteil die äußerst geringe Übertragungsrate, die zu erzielen ist. Bei ein bis drei Stationen pro Access Point ist dabei eine halbwegs normale Arbeit noch möglich. Grenzen werden erreicht, wenn umfangreiche Power-Point-Dateien geladen werden oder Fotoverwaltung mit ACDsee o.ä. betrieben wird. Beim Mail-Betrieb oder einer normalen Office-Anwendung kann ich persönlich keine Beeinträchtigung feststellen. Auch der Internet-Zugang ist völlig problemfrei. Jedenfalls möchte ich für diese normalen Arbeiten auf den Wireless-Zugang inzwischen nicht mehr verzichten.

In diesem Sinne

Ihr Dr. Jürgen Suppan

Literatur:

Wireless LANs: Theorie, Produkte und Praxis, Technologie-Report, ComConsult Technologie Information, September 2001

Wireless LANs: Theorie, Produkte und Praxis

"Seit das Standard Activity Board der IEEE im Juni 1997 den Vorschlag seiner Arbeitsgruppe 802.11 zu "Wireless Local Area Network" verabschiedet hat, steht für die Funk-LAN-Technologie ein internationaler Standard zur Verfügung. Und spätestens mit der Erweiterung 802.11b auf 11 Mb/s ist diese Technik auch für die kommerzielle Nutzung interessant geworden.

Nach einer Umfrage unter amerikanischen Wiederverkäufern und Dienstleistungsanbietern ("Channel Partner") der Firma Enterasys befindet sich Wireless unter den Top-5 der Technologien, die vom Markt nachgefragt werden.

Nachdem die Hersteller dieses Marktsegment entdeckt haben, stehen uns eine breite Palette von Produkten zur Verfügung, dank steigender Stückzahlen auch zu attraktiven Preisen. Insbesondere im Konsumerbereich werden mit aggressiver Preispolitik die Kosten für einen Access Point Richtung 1000,- DM und für eine PC-Karte unter 200,- DM getrieben. Zielgruppe hier sind in erster Linie Privatanwender und kleine Homeoffices bzw. Praxen. Gerade bei dieser Anwendergruppe besteht ein hoher Bedarf an einer kostengünstigen Vernetzungsstrategie ohne Baumaßnahmen durchführen zu müssen, die mit einer Neuverkabelung verbunden sind. In vielen Haushalten geht der Trend zum Zweit- oder Dritt-PC, aber wo existiert heutzutage eine LAN-Infrastruktur im Privatbereich?

Kernanwendungen in diesen SOHO-Umgebungen bleibt der schmalbandige Internetzugang via ISDN oder DSL. Dementsprechend werden von ELSA, D-Link und anderen Herstellern Plug'n'Play fähige



Der Autor

Dipl. Math. Cornelius Höchel-Winter ist Leiter des Testlabors der ComConsult Technologie Information GmbH. Er hat u.a. als verantwortlicher Projektmanager die Rechenzentren und Netzwerke auf dem Gelände der EXPO2000 in Hannover aufgebaut und während der Weltausstellung betrieben.

Access Points angeboten, die unmittelbar an diese öffentlichen Netze angeschlossen werden können. Diese Geräte vernetzen über ihr Kleinst-Funknetz nicht nur alle vorhandenen PCs und Notebooks, sondern



stellen für dieses Netzwerk auch zentrale Internetdienste wie NAT, PAT und DNS- oder DHCP-Serverdienste zur Verfügung. Der Enterprisemarkt wird dagegen von detailliert konfigurierbaren Produkten adressiert. Hier stehen neben Leistungsfähigkeit vor allem Fragen nach der Datensicherheit und der Managebarkeit der Geräte im Vordergrund. Aber auch die Verfügbarkeit spezieller Antennen und nutzbares Installations-Know-How der Dienstleister werden Kaufentscheidungen maßgebend beeinflussen. Insbesondere, wenn große Flächen oder ganze Gebäude funktechnisch erschlossen werden wollen, sind fundiertes Wissen und Erfahrung bei der Auswahl und Positionierung der Antennen gefordert."

Lesen Sie weiter im Technologie Report "Wireless LANs: Theorie, Produkte und Praxis" von Cornelius Höchel-Winter, 210 Seiten, Preis EUR 349,-, zu beziehen über die ComConsult Technologie Information GmbH.

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Reportbestellung

- ☐ Ich bestelle den Report
**Wireless LANs:
Theorie, Produkte und Praxis**
zum Preis von EUR 349,-
zzgl. MwSt. und Versandkosten

Unterschrift

Name, Vorname

Firma, Abteilung

Straße

PLZ, Ort

Bedingungen:

Die Ware kann nicht umgetauscht oder zurückgegeben werden. Bei Versand berechnen wir eine Gebühr von 5,- Euro zzgl. MwSt. für Porto und Verpackung, bei 2 und mehr Reports 10,- Euro zzgl. MwSt. (Bei Versendungen ins Ausland 25,- Euro bzw. bei 2 oder mehr Reports 30,- Euro zzgl. MwSt.)

Optische Netze: Mit Multigigabit-Billigtechnologie in neue Leistungsdimensionen

von Dr. Franz-Jochim Kauffels

Durch die enormen Anforderungen aus dem Internet und den erhöhten Wettbewerbsdruck ist die Welt der Telekommunikation in einem Umbruch, der an Dramatik nichts mehr zu wünschen übrig lässt. Je nach Quelle wird das Wachstum des Internet-Verkehrs unterschiedlich beurteilt, selbst die pessimistischsten Prognosen gehen von einer Verdopplung alle 12 Monate aus, allgemein wird aber ein noch kürzerer Zeitraum angenommen.

Die reine Datenübertragung mit hoher Geschwindigkeit findet ohnehin schon auf Glasfasern statt. Schon für Gigabit Ethernet mussten alle möglichen Techniken zusammen angewendet werden, um noch eine Übertragung mit dieser Rate auf metallischen Leitungen zu ermöglichen. Jenseits des Gigabit/s gibt es einfach keine sinnvolle Übertragung mehr ohne Fiber Optic. Auf Fernstrecken erreicht man mittlerweile Leistungen von bis zu 10 Terabit/s. ohne die bislang erforderlichen teuren Zwischenverstärker mit opto/elektrisch/optischer Wandlung auf 100 km und mit rein optischen Zwischenverstärkern überwindet man sogar Entfernungen über 7000 km. Wesentlicher für den durchschnittlichen Anwender ist aber die Verfügbarkeit von Multigigabit-Billigtechnologie, die mit den ersten Produkten für 10 Gigabit Ethernet noch in diesem Jahr die unternehmensweiten Backbones in eine neue Leistungsdimension katapultiert. Denn der Standard für 10 Gigabit Ethernet ebnet mit Trunking auch den Weg zu 20, 40 und 80 Gigabit-Netzen.

Faszinierend ist besonders, dass diese Fortschritte unter Einführung einer Mehrkanaltechnik auf unterschiedlichen Wellenlängen, die zusammen über eine Glasfaser übertragen werden, bei der aber jede eigene Information tragen kann, realisiert werden konnten. Die WDM-Technik (Wave Division Multiplex) gibt es in zwei Geschmacksrichtungen: CWDM (C = Coarse) für den Aufbau preiswerter Übertragungssysteme mit bis zu 8 Kanälen und einer Leistung z.B. von 80 Gigabit/s. auf Multimodefaser und DWDM (D = Dense) für hochwertige Lösungen mit momentan bis zu 320 Kanälen, jeder Kanal mit einer Leistung von 2,5, 10, 20 oder 40 Gigabit/s.



Wesentlich für den Vorschub in breite Anwendungsbereiche ist allerdings die erzielbare Dichte bei der Integration von Komponenten. Ein Laser für den Einsatz bei der Übertragung von 5 Gigabit/s. z.B., der noch vor fünf Jahren so groß wie eine kleine Zigarrendose war, ist jetzt kleiner als ein Stecknadelkopf. Statt einer singulären Struktur mit eigener Stromversorgung und Steuerelektronik passen jetzt Hunderte dieser Laser auf einen einzigen Wafer. "Enorm" ist noch ein viel zu schwaches Wort für den Fortschritt bei der Entwicklung integrierter optischer Strukturen.

Elektronische Technologie, nach der auch die ganzen Switches und Router, die heute verwendet werden, gebaut ist, kann sich nur nach "Moore's Law" entwickeln, also ihre Leistung ca. alle 18 Monate verdoppeln. Man kann sich jetzt schon überlegen, wann dieses Wachstum von den Anforderungen des viel schneller wachsenden Internetverkehrs eingeholt wird. Klar formuliert gibt es Grenzen für den Einsatz elektronischer Switchtechnologie. Danach helfen nur noch Komponenten, die zumindest in der Ebene des Nachrichtentransportes rein optisch arbeiten. Zwar sind schon optische Switchmatrizen auf der Basis von Microspiegeln auf dem Markt (Lucent), das kann aber nur eine Zwischenlösung darstellen. Zur Zeit arbeiten namhafte Hersteller an Terabit-Switches, die rein optische Switching-Verfahren mit elektronischer Steuerung kombinieren.

Der Autor

Dr. Franz-Joachim Kauffels ist einer der bekanntesten und erfahrensten Referenten der Netzwerkszene. Bekannt geworden durch vielfältige Publikationen, Seminare und Kongresse setzt sich der selbständige Unternehmensberater für eine fortschrittliche und wirtschaftliche Nutzung der neuen Technologien ein.

Ernsthafte E-Business Anwendungen stellen vor allem vor dem Horizont der Einführung leistungsfähiger mobiler Teilnehmeranschlüsse (UMTS) und der Standardisierung schneller Hausanschlüsse (Ethernet First Mile) erhebliche Anforderungen an die Netzwerk- und System-Infrastruktur eines Unternehmens. Sobald breite Datenwege auf dem Fernbereich verfügbar sind, wofür sicherlich alleine der in diesem Sektor tobende dramatische Wettbewerb sorgen wird, kommt man schnell auf den Gedanken, diese Anwendungen doch einfach auszulagern. Es entsteht eine neue Qualität des Begriffes Application Service Providing. Ebenfalls unter erhöhtem Druck stehen die Betreiber von Speicherlösungen. Die Konzepte SAN und NAS sind beide alleine nicht in der Lage, die gesamten Anforderungen abzudecken, vielmehr muss man zu einer unternehmensweiten Speicherlösung kommen, die auch ggf. das Auslagern von Speicher an entsprechende Memory Provider ermöglicht. Virtuelle Private Netze sind so ziemlich das phantasieeloseste, was man mit den neuen ultraschnellen Netzen aufbaut.

Natürlich gibt es auch Risiken und Nebenwirkungen. Schon hinsichtlich der Übertragung auf Glasfasern kommen bei Mehrkanalsystemen nichtlineare Effekte zum Tragen, die bislang eher untergeordnet waren. Übertragungssysteme müssen in einer Ganzheitlichkeit aus Sender, Empfänger, Faserstrecke und Fehlerkorrekturalgorithmus gesehen werden.

Optische Netze Kongress 2001

Alte Regeln und Verfahren verlieren plötzlich ihren Sinn, während mit dem all-übergreifenden Ethernet-Päckchen offenbar ein neuer Unantastbarer generiert wurde.

Die integrierten optischen Schaltmatrizen sind ausgesprochen breitbandig, aber auch sehr träge. Ein paketweises Switchen, wie wir es von z.B. Ethernet Switches kennen, ist daher völlig ausgeschlossen. Neue Verfahren und Formate müssen gefunden werden.

Für den Interessenten aus dem LAN-Bereich ergibt sich die Anforderung, die Technik der optischen Netze frühzeitig zu verstehen, um für seinen eigenen Planungshorizont die Vorteile und Anforderungen abschätzen zu können. Durch die Überschreitung der Gigabit-Grenze wird er zwangsläufig mit dieser Problematik konfrontiert.

Im WAN Bereich ist zwar die Verwendung von Glasfasernetzen gang und gäbe, es

gibt hier aber ein anderes, sehr schwerwiegendes Problem. Konventionelle Carrier haben in den letzten Jahren einen wirklich ungünstigen Stapel von Protokollen und Systemen aufgehäuft, der seine Ursprünge in der Telefonwelt hat. Telefongespräche verlieren aber zunehmend an Bedeutung und in den nächsten Jahren werden sie nur noch einen einstelligen prozentualen Beitrag zum Gesamtverkehr liefern. Ein an ihnen ausgerichtetes System steht also mehr im Weg als alles andere.

Schon in 2000 gaben die klassischen Carrier mehr Geld für den Betrieb dieser maroden Gemische aus DWDM-Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, SONET/ SDH-Multiplexern, ATM Zwischenstrukturen und IP-Switches als für alles andere zusammen aus. Sie müssten gleichzeitig die Kosten senken und die Kunden mit neuen, intelligenten Dienstleistungen locken. Das ist mit der alten Infrastruktur aber völlig unmöglich. "IP über DWDM" lautet die Lösung, allerdings ist das leichter gesagt als getan.

In Europa trotz ihrer enormen Attraktivität weniger bekannt sind die Regional/Metro-netze. Yipes und andere Betreiber in den USA machen uns vor, wie man einen Bereich mit dem Durchmesser von ca. 100 km mit reinen Ethernets auf optischer Technologie extrem preiswert versorgt und Teilnehmeranschlüsse von 100 Mbps für deutlich weniger als 1000 US\$ im Monat realisiert.

Die Gardner Group geht sogar davon aus, dass wir schon in 2002 den Gigabit-WAN/MAN-Anschluss für um 1000 US\$ pro Monat bekommen. Die Hersteller geben z.Zt. ein gemischtes Bild ab und Hel-den der klassischen Netzwelt müssen Marktanteile an kleine Herausforderer abgeben.

Nichts wird unser Leben so nachhaltig verändern wie das Internet.

Und nichts verändert die Welt der Netze so nachhaltig wie die neue optische Technologie.

Aktueller Kongress

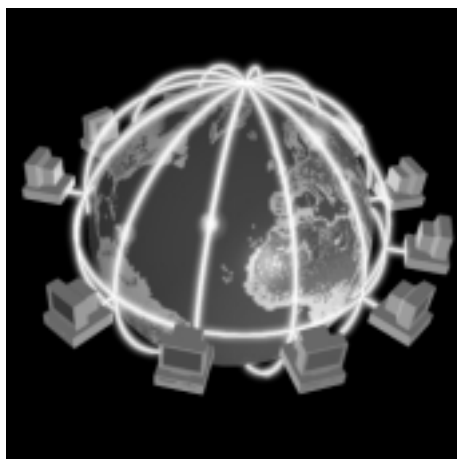
Optische Netze Forum 2001

Vom 26. bis 28. November 2001 veranstaltet die ComConsult Akademie das Optische Netze Forum 2001 im Maritim Hotel in Königswinter.

Das Forum gibt eine ausführliche Einführung in die Technologie der Optischen Netze und zeigt die wichtigsten mit ihr zusammenhängenden Standards und Anwendungen.

Hochkarätige Referenten aus Forschung und Industrie bauen unter Leitung von Dr. Kauffels mit ihren Vorträgen hierauf auf und führen den Zuhörer an das Leading Edge. Hersteller präsentieren ihre Neuentwicklungen. Neben anderen Anwendungsbereichen wird die Thematik der Speichernetze vertieft behandelt.

Auf dem deutschlandweit einzigartigen "Forum Optische Netze" lernen Sie die neuen Anforderungen und Technologien kennen und einschätzen. Hochkarätige Referenten wissen, worauf es bei der Umsetzung visionärer Technologien in die alltägliche Praxis ankommt.



Dr. Franz-Joachim Kauffels: "Es handelt sich aber beim betrachteten Gegenstand nicht um ein schnell implementierbares Steuerungsverfahren, sondern um eine technologische Umwälzung, die wenn überhaupt höchstens mit der Einführung der LANs als Ablösung der zentral gesteuerten Terminalnetze verglichen wer-

den kann, allerdings insgesamt breitflächiger und komplexer ist. Lassen Sie sich also nicht überrollen! Wenn Sie erst dann in die Thematik einsteigen wollen, wenn Sie von einer konkreten Anforderung wie z.B. einem SAN oder einem 10 Gigabit Ethernet Backbone erfasst werden, ist es viel zu spät, um die Materie so weit zu durchdringen, dass Sie sichere Entscheidungen treffen können. Sicherlich kann man auch Optische Netze einfach "irgendwie" zusammenstöpseln, aber dann kommt man zu Lösungen, die das wirkliche Potential nicht erschließen."

Das Sonder-Seminar "Optische Netze" ist permanent ausgebucht. Dies zeigt das hohe Interesse an diesem Bereich. Buchen Sie also frühzeitig Ihren Platz.

Jeder Teilnehmer erhält neben den gewohnt ausführlichen Unterlagen das zum Forum druckfrische, neue Buch "Optische Netze" von Dr. Kauffels.

Aus Aktualitätsgründen wird das detaillierte Programm erst später feststehen.

10 % Frühbucher-Rabatt bis zum 30.09.01

Optische Netze Forum 2001

26.11. - 28.11.01 in Königswinter

Wir bieten Ihnen für diesen Kongress eine Frühbuchungsphase bis zum 30.09.2001 an.

Ihre Vorteile:

Sie sichern sich Ihren Teilnahmeplatz

Sie erhalten einen Frühbucher-Rabatt von 10 %
und zahlen nur EUR 1.430,-- (statt 1.590,--) zzgl. MwSt.

Die Buchung ist verbindlich, kann aber jederzeit auf andere Mitarbeiter Ihres Unternehmens übertragen werden.

In der Hoffnung, Sie in Königswinter begrüßen zu können,
mit freundlichen Grüßen

Ihr Team der
ComConsult Akademie

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung Optische Netze Forum 2001

- ☐ Ich melde mich an zum
Optische Netze Forum 2001
vom 26.11. - 28.11.01 in Königswinter
zum Frühbucher-Preis* von EUR 1.430,--
zzgl. MwSt. (statt regulär EUR 1.590,--)
* nur gültig bis zum 30.09.01

- ☐ Bitte buchen Sie für mich ein Zimmer im
Maritim Hotel Königswinter
von _____ bis _____
(Übernachtung/Frühstück DM 211,--)

Faxen Sie uns einfach diesen Abschnitt
an **02408/955-399** oder schicken Sie eine
eMail an **akademie@comconsult.de**
oder buchen Sie über unsere Web-Seite
<http://www.comconsult-akademie.de>
Ihren Platz auf unserer Veranstaltung.

Name

Vorname

Firma

Abteilung

Position

Funktion

Straße

PLZ, Ort

Telefon

Fax

eMail

Unterschrift

Strom über Datenkabel

Fortsetzung von Seite 1

Als User ist man von einem Telefon gewohnt, dass nur ein Kabel notwendig ist, um es zu betreiben, da analoge Geräte über die Telefonleitung mit ausreichend Strom versorgt werden.

Bei IP-Hardphones ist das mit der heutigen Netzwerktechnik nicht möglich, so dass zu dem Ethernetkabel noch ein weiteres pro Gerät hinzukommt.

Der Gedanke liegt nahe, das Ethernetkabel auch für die Stromversorgung der Telefone zu nutzen. So einfach diese Idee im ersten Moment auch erscheinen mag, ist sie allerdings nicht: das Hauptproblem ist sicherzustellen, dass nur dann eine Spannung auf das Kabel gegeben wird, wenn der Endverbraucher auch dafür ausgelegt ist, diese Spannung abzugreifen. Die meisten werden wissen, dass ein Ethernetinterface zerstört wird, wenn man

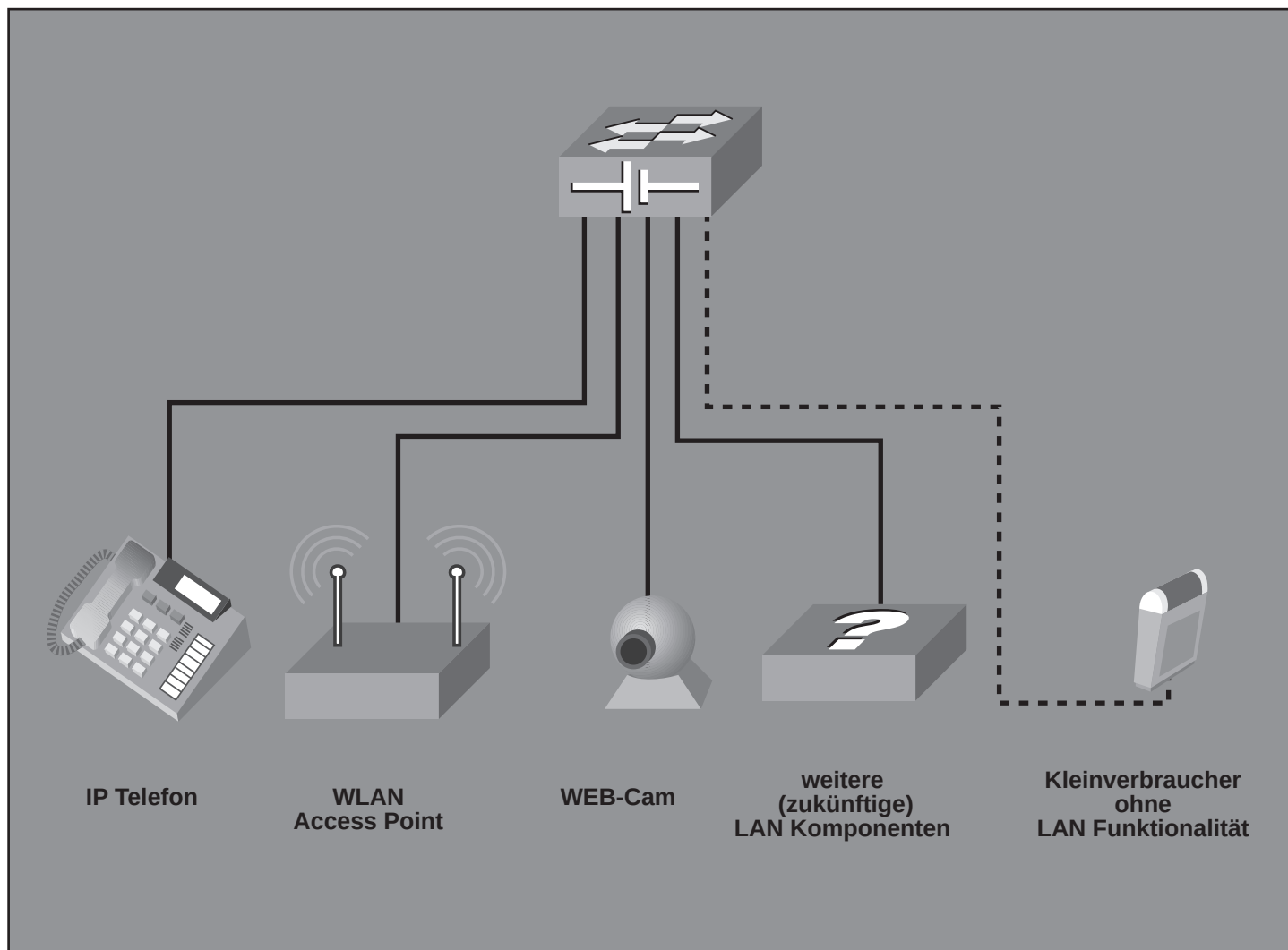


Der Autor

Markus Schaub verfügt über langjährige Betriebs- und Praxiserfahrung mit CISCO-Routern und CISCO-Switch-Systemen. Er ist CCNP und ComConsult Certified Network Engineer. Darüber hinaus ist er für den Betrieb des CISCO-Router-Netzes der ComConsult Akademie verantwortlich.

es an einen ISDN Bus (bspw. NTBA) anschließt, da ISDN mit einer höheren Spannung arbeitet. Die Folge ist, dass der Ethernet Standard um diese Option erweitert werden muss.

IEEE 802.3af ("DTP Power via MDI") wird diese Erweiterung sein, zur Zeit wird erwartet, dass er Anfang bis Mitte nächsten Jahres verabschiedet wird.



Strom über Datenkabel

Die Ziele bei der Entwicklung sind:

- Definition der Stromversorgung

Man will eine ausreichende Stromversorgung für existente und zukünftige Endgeräte festlegen.

- Sicherheit

Die Stromquelle darf nur SELV (Safety Extra Low Voltage) Strom in die Datenverkabelung einspeisen.

- Kompatibilität

Bestehende Verkabelung und "alte" Endgeräte müssen ohne Änderungen weiter betrieben werden können.

- Einfachheit

Die Nutzung des Blindstroms aus dem Datenkabel soll keine (kaum) zusätzliche Arbeit verursachen.

- 1000Base-T

Dieses Problem hat man auf eine zukünftige Erweiterung vertagt.

Da der aktuelle Draft sich bis zu seiner Verabschiedung in wesentlichen Punkten voraussichtlich nicht mehr ändern wird, und bereits Produkte auf dem Markt sind, lohnt es nachzusehen, wie diese Ziele umgesetzt wurden.

Das ist insbesondere deswegen von Interesse, als dass heute von zumindest einem Hersteller ein System angeboten wird, das

gänzlich anders arbeitet, als das im Standard vorgesehene Verfahren.

Neue Begriffe

Erfreulich ist, dass der Standard nur zwei neue Abkürzungen einführt: PSE und PD.

Auch die Definition ist einfach und plausibel:

PSE (Power Sourcing Equipment)

Hiermit ist die Stromquelle gemeint, also der Switch, an dem das Endgerät direkt angeschlossen ist, oder eine Komponente zwischen Switch und Endgerät, das "nur" noch den Strom auf die Leitung zu den Daten hinzufügt.

PD (Powered Device)

Der Stromverbraucher, also beispielsweise das Telefon, der AccessPoint oder ähnliches. Bemerkenswert ist, dass diese Erweiterung des Ethernetstandards nicht voraussetzt, dass das Endgerät überhaupt Daten verarbeiten kann. Theoretisch wäre es möglich jede Art von Kleinverbraucher anzuschließen.

Definition der Stromversorgung und Sicherheit

Die Stromversorgung und die Sicherheit gehen Hand in Hand: Bedingung für SELV ist eine Spannung kleiner 60 V Gleichstrom.

IEEE entspricht dieser Bedingung, indem folgende Eckwerte für den Betrieb festgelegt werden:

- Spannung:
44 – 57 V Gleichstrom am PSE
- Strom:
max. 350 mA Dauerlast
- Leistung:
max. 12,95 W im Normalbetrieb

Genau genommen werden die Eckdaten für PD und PSE unterschiedlich festgelegt, aktuell werden von den Herstellern von PSE 48 V genutzt, was rechnerisch bei einer Leitungsaufnahme von 12,95 W des PD einen Strom von ungefähr 270 mA ohne Berücksichtigung von Leitungsverlusten ergibt.

Neben der Betriebsphase muss aber auch die Startphase definiert werden, in der Verbraucher häufig eine erheblich größere Leistungsaufnahme haben, als zu Zeiten des Normalbetriebs.

Darum werden die obigen Werte für die ersten 100 ms gelockert:

- Strom:
500 mA Spitze am PSE
- Leistung:
max. 19,5 W des PD

Werden diese Werte nicht eingehalten, wird die Stromversorgung durch den PSE eingestellt. Zusätzlich bricht der PD ab, wenn der Strom unter 10 mA fällt.

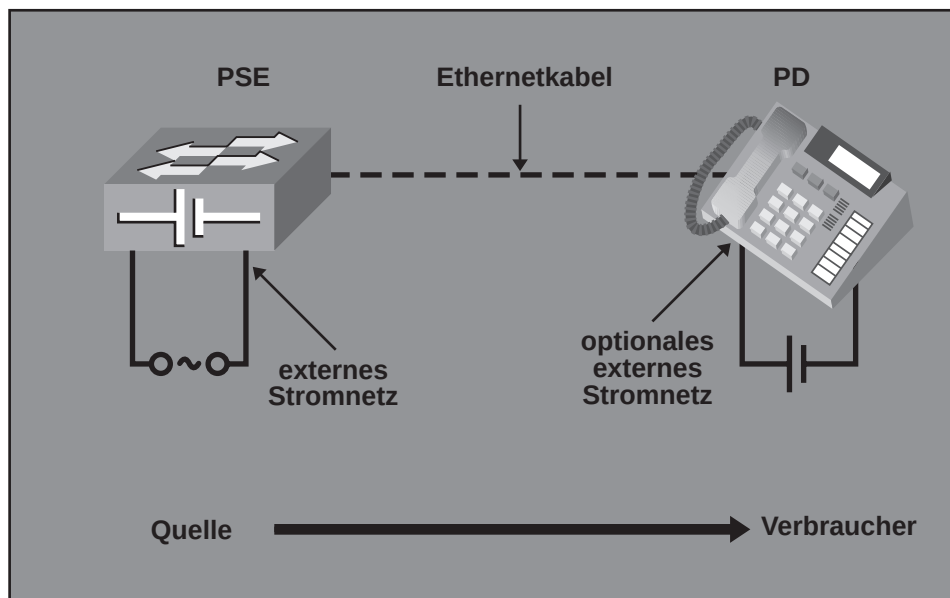
Kompatibilität und Einfachheit

Wie Eckdaten und Sicherheit hängen auch Kompatibilität und Einfachheit bei der Standardisierung eng zusammen:

Was nicht geändert werden muss verursacht keine Arbeit und ist somit "einfach".

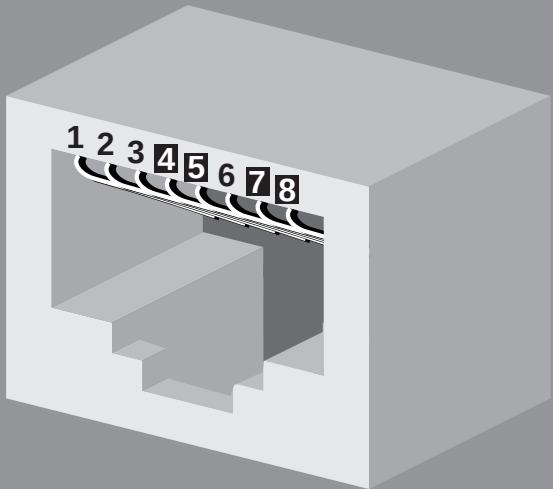
Die Kompatibilität teilt sich in zwei Bereiche, die neben der Eckdatendefinition den Kern des Standards bilden.

- Zum einen muss definiert werden, welche Adern der 8 adrigen Twisted Pair Verkabelung für die Stromversorgung genutzt werden sollen,
- zum anderen muss ein Testverfahren entwickelt werden, durch welches ein PSE feststellt, ob die Gegenseite mit Strom versorgt werden soll oder nicht.



Strom über Datenkabel

RJ 45 Dose



Alternative A
Spannung und Daten auf selben Paaren

Paar	MDI (gerade)	MDIX (cross-over)
1 / 2	Positive Spannung (PSE)	Negative Spannung (PSE)
3 / 6	Negative Spannung (PSE)	Positive Spannung (PSE)

Alternative B
Spannung und Daten auf verschiedenen Paaren

Paar	MDI (gerade)
4 / 5	Negative Spannung (PSE)
7 / 8	Positive Spannung (PSE)

Kabelbelegung

Für die Stromversorgung gibt es bei Ethernet und FastEthernet zwei Alternativen. Da von den 8 Adern (bzw. 4 Paaren) nur die Hälfte zur Datenübertragung genutzt werden, kann man entweder Strom und Daten über die selben Adern übertragen oder man nutzt die freien Paare für die Stromversorgung. Der Standard sieht beide Möglichkeiten gleichberechtigt vor (siehe Bild).

In der Tat gibt es schon heute für beide Alternativen Geräte im Handel. Zur Zeit scheint es, dass je nach Gerät die eine oder die andere der beide Methoden genutzt wird. Wird der Strom direkt vom Switch in das Kabel eingespeist, so nutzen die Hersteller zur Zeit Alternative A wobei sowohl Strom wie auch Daten über die selben vier Adern laufen. Wird hingegen der Strom erst später durch ein "Patch Panel" auf die Leitungen gegeben, werden die freien Paare (Alternative B) genutzt. Letzteres macht Sinn, da es auf diese Weise vergleichsweise einfach ist, eine Rückleitung des Stroms durch das Kabel zum Switch zu verhindern: das Patch Panel kann die Datenpaare einfach durchschleifen und die freien Adern in Richtung Switch "terminieren".

Ein Vorteil des Patch Panels ist, dass man seine bestehende Hardware weiter nutzen kann, ohne teure, neue Switches kaufen zu müssen. Nachteil ist, dass all diejenigen, die bislang eine "Sparverkabelung" nutzen, also zwei Dosen an einem Twisted Pair Kabel anschließen, diese Art der Stromversorgung nicht nutzen können.

Für Alternative A (Nutzung der selben Paare) gilt, dass Vor- und Nachteile sich vertauschen: "Sparverkabelung" kann genutzt werden, dafür muss neue Switching Hardware angeschafft werden.

Erkennung eines PD

Voraussetzung für ein Verfahren zur Unterscheidung eines Gerätes, das Strom über Ethernetkabel beziehen will, von einem, das keine solche Versorgung benötigt, ist, dass das Endgerät selbst eine passive Rolle einnimmt. Dies ist einsichtig, da das Gerät zum Zeitpunkt der Erkennung noch nicht mit Strom versorgt werden darf und somit selbst nicht reagieren kann, es sei denn, man würde alle PDs mit Batterien ausstatten. Der entwickelte Algorithmus trägt diesem Gedanken Rechnung.

Das Grundprinzip ist sehr einfach und von Ohm-Messgeräten her schon lange bekannt:

Das PSE gibt eine Testspannung auf die Leitung und misst so den Widerstand und die Kapazität des PD inkl. der Leitung. Entspricht das Ergebnis einem bestimmten Wert, so geht das Gerät davon aus, dass am anderen Ende der Leitung ein PD angeschlossen ist, bei allen anderen Ergebnissen wird vom Gegenteil ausgegangen.

So einfach wie es zunächst scheint, ist es denn doch nicht. Die Tücke steckt - wie so häufig - im Detail. Die Kennung, "Signatur" genannt, von PDs kann der Standard sehr rigide festsetzen und tut dies auch (Widerstand: 25 k Ω ($\pm$ 1%; Kapazität < 1 μ F). Was die Leitung zwischen PSE und PD u.U. mit mehreren Steckverbindungen angeht, sieht die Sache aber schon anders aus, schließlich will man ja die bestehende Verkabelung ohne neue Auflagen nutzen. Folglich sind die Grenzen für die Erkennung durch das PSE auch weicher als die für die Herstellung eines PD, zumindest für den Widerstand (17 k Ω < Messwert < 28 k Ω). Die Messung wird insgesamt dreimal wiederholt und darf insgesamt nicht mehr als 200 ms dauern. Wird ein PD dreimal erfolgreich erkannt, sollte nach spätestens weiteren 50 ms mit der Versorgung des Gerätes begonnen werden.

Fast ausgebucht – nur noch wenige Plätze!

Verkabelungs-Forum 2001

24.09. - 26.09.01 in Königswinter

Die Themen:

Die Netzwerk-Technologien der nächsten Jahre: optische Netze und 10 Gbit/s Ethernet

Verkabelung Lokaler Netzwerke: Stand der Normung

Stand der Messtechnik für die Verkabelung Lokaler Netzwerke

Nutzbarkeit der Normen

Stromversorgung von Netzwerk-Komponenten über die Twisted Pair Verkabelung lokaler Netzwerke

Anforderungen und Lösungsansätze für eine moderne und zukunftsorientierte Verkabelung

Die verpennte Elektroinstallation: Potentialprobleme und die Konsequenzen für für geschirmte Datenkabel

Brandschutz und seine Konsequenzen für die Datenverkabelung

Zukunftsorientierte Verkabelung mit Twisted Pair und LWL

Komponentenauswahl für eine zukunftsorientierte Verkabelung

Elektromagnetische Verträglichkeit und die Konsequenzen für die Datenverkabelung

Produkttechnische Umsetzung der Cat6-Norm

Stand der Messtechnik für die Verkabelung Lokaler Netzwerke

Analyse-Technik im Umfeld geswitchter Netzwerke

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung

Sonderversammlung

Verkabelungs-Forum 2001

- ☐ Ich melde mich an zum
Verkabelungs-Forum 2001
vom 24.09. - 26.09.01 in Königswinter
zum Preis von EUR 1.590,- zzgl. MwSt.

- ☐ Bitte buchen Sie für mich ein Zimmer im
Maritim Hotel Königswinter

von _____ bis _____
(Übernachtung/Frühstück DM 211,-)

Name

Vorname

Firma

Abteilung

Position

Funktion

Straße

PLZ, Ort

Telefon

Fax

eMail

Unterschrift

Faxen Sie uns einfach diesen Abschnitt
an **02408/955-399** oder schicken Sie eine
eMail an **akademie@comconsult.de**
oder buchen Sie über unsere Web-Seite
<http://www.comconsult-akademie.de>
Ihren Platz auf unserer Veranstaltung.

Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation

Die optische Übertragungstechnologie erlaubt vor allem mit DWDM ein fulminantes Wachstum in der Übertragungsrate. Noch fehlt aber das Bindeglied, um diese Strecken wirklich systematisch zu nutzen, weil sie im Grunde genommen meist als Punkt-zu-Punkt-Verbindungen für die Aufpeppung veralteter SONET/ATM-Strukturen genutzt werden. Diese haben aber ihre Wurzeln in der Telefonie, die ja eigentlich gar nicht mehr wichtig ist.

Zur Zeit streiten die Gelehrten darüber, ob die zu den DWDM-Strecken passenden Crossconnects in optischer oder elektronischer Technologie ausgeführt werden könnten. Die rein optischen Switchmatrizen haben zwar eine sehr träge Reaktionszeit, aber eine von Elektronik nicht erreichbare Gesamtkapazität. Elektronik wächst nur mit Moores Law, also verdoppelt ihre Fähigkeiten etwa alle zwei Jahre. Und das ist zu langsam für unsere Zwecke.

Zumindestens für die nächsten fünf Jahre kann man sagen, dass die Lösung der Probleme in einer gemischten Verwendung von Optik und Elektronik liegt. Wie solche Funktionsverteilungen dann z.B. aussehen, zeigen laufende Forschungsprojekte und Produkte.

Reine Switching- und Vermittlungsfähigkeit ist jedoch nicht alles: Kompatibilität zu bestehenden Lösungen, gangbare Migrationspfade, Ausfallsicherheit und sichere Beherrschbarkeit der entstandenen Höchstleistungsinfrastrukturen sind ebenso wichtig.

In Seminaren und Kongressen wie z.B. dem Optische Netze Forum bleibt leider immer etwas zuwenig Raum, um die Entwicklungen im WAN-Bereich ausreichend zu beleuchten, weil die meisten Teilnehmer die Thematik auf für sie näherliegende Probleme wie z.B. 10 Gigabit Ethernet oder Speichernetze konzentriert sehen möchten. Der Netzwerk-Insider bietet hier eine schöne Gelegenheit, diese Entwicklungen sozusagen etwas abseits des Tagesgeschäftes zu beleuchten. Immerhin entsteht hier auch die nächste Generation der Netze, die Corporate Networks miteinander verbinden.



Der Autor

Dr. Franz-Joachim Kauffels ist einer der bekanntesten und erfahrensten Referenten der Netzwerkszene. Bekannt geworden durch vielfältige Publikationen, Seminare und Kongresse setzt sich der selbständige Unternehmensberater für eine fortschrittliche und wirtschaftliche Nutzung der neuen Technologien ein.

1. Einführung

Der heutige Telekommunikationsmarkt wird durch die zwei Hauptfaktoren Bandbreitenexplosion und wachsender Wettbewerbsdruck geprägt. Der Bandbreitenhunger kommt hauptsächlich aus drei Bereichen: Sprachübertragung, Unternehmensdaten und Internet. Der Internet-Verkehr hat einen immer weiter steigenden Anteil am exponentiellen Verkehrswachstum. Der Verkehr mit Unternehmensdaten wird anteilmäßig gesehen auf dem gleichen Niveau bleiben wie heute, während der Sprachverkehr nur noch einen marginalen Bruchteil der Bandbreite benötigen wird.

Normalerweise ist der Internetverkehr in hohem Maße gebündelt, bevor er auf das WAN geht. Die Kernrouter packen den IP Verkehr auf höchstmögliche Datenraten an den Schnittstellen. Die Datenrate der Router, die die Pakete forwarden, ist allerdings vom Fortschritt in der Elektronik begrenzt, die sich nach Moore's Law in ihren Möglichkeiten nur alle 18 Monate verdoppelt. Wegen architektureller Verbesserungen hat sich die Line Speed von IP Routerschnittstellen etwa alle zweieinhalb Jahre vervierfacht.

Der Internet-Verkehr in den Kernnetzen verdoppelt sich aber alle 10 - 12 Monate. Das bedeutet, dass die Anzahl von Links zwischen Kern und IP-Routern dauerhaft wächst. Ein derartiges Wachstum in der Anzahl von Kernnetz-Verbindungen kann nur mit DWDM-Mehrkanalsystemen gehandhabt werden. Die Schnittstellenbitrate von noch an SDH orientiertem elektrischem Time Division Multiplex Equipment (ETDM-Equipment) hat sich etwa alle drei Jahre verdoppelt. Aus technologischen

Gründen, hier spielt insbes. die mögliche Taktrate bei den integrierten Schaltkreisen eine wichtige Rolle, erwartet man nicht, dass ETDM-Schnittstellen schneller als 40 Gigabit/s. werden können. Die mögliche Kanalzahl auf DWDM-Systemen ist allerdings wesentlich schneller gewachsen.

Um den Anforderungen nach Bandbreite genügen zu können, benutzt man heute eine Kombination aus High Speed Paket Forwarding, ETDM und DWDM. Sobald die IP-Router eine Schnittstellengeschwindigkeit von 40 Gigabit/s. erreichen, wird man ETDM nicht mehr benutzen, sondern die Router direkt an den Netzkern anschließen.

Der andere wesentliche Einflussfaktor, der Wettbewerbsdruck, resultiert aus der weltweiten Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes. Der scharfe Wettbewerb drückt auf die Margen bei den angebotenen Übertragungsdiensten. Es gibt im Grund nur zwei Methoden im Wettbewerb zu bestehen: geringer Preis oder besserer Service, am besten beides. Die Kosten für Dienste des Transportnetzes können durch geringere Ausgaben bei Equipment und reduzierten Aufwand beim operativen Betrieb erzielt werden. DWDM und andere optische Technologien senken den Preis für das zu übertragende Bit mit unglaublicher Geschwindigkeit. Die Einführung von mehr Intelligenz in das optische Kernnetz wird die Betriebskosten erheblich senken. Genauso wird mehr Intelligenz die Differenzierung von Dienstleistungen durch neue Niveaus der Zuverlässigkeit, Bereitstellung von Dienstleistungen in Echtzeit und Optische Virtuelle Private Netze (OVPN) ermöglichen.

Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation

Um die Anforderungen, die sich aus noch nie dagewesenem Bandbreitewachstum und Wettbewerbsdruck ergeben, meistern zu können, müssen neue optische Transport-Technologien ins Feld gebracht werden. Die immer höheren Bitraten pro Pfad durch das Netz und das Wachstum in der Anzahl der Pfade kann nur durch DWDM gemeistert werden. Heute bedeutet das noch meistens Punkt-zu-Punkt-Übertragungssysteme. Bald werden aber Optische Add Drop Multiplexer (OADM) und Optische Cross Connects (OXC) verfügbar sein, die es zusammen mit verbesserten optischen Betriebs- und Überwachungsmethoden erlauben, vollständig optische Netze (All Optical Networks AON) zu bauen.

2

Grundsätzliche Bemerkungen zum Aufbau Optischer Weitverkehrsnetze

Die Optische Übertragungstechnik bietet eine enorme Leistung auf den Übertragungsstrecken. Leider ist es damit nicht getan, sondern man muss sich überlegen, wie man diese Leistung beherrscht und verteilt. Man muss an dieser Stelle auch deutlich darauf hinweisen, dass hier sehr Vieles noch in Bewegung ist, weil der Markt für Komponenten von Fernverkehrsnetzen völlig anders aussieht als z.B. der Markt für LANs. Bei Komponenten für Fernverkehrsnetze ist die Anzahl der möglichen Kunden relativ gering, das Investitionsvolumen eines einzelnen Kunden ist aber besonders hoch. Das ist bei LANs ja z.B. genau anders. Zudem wird das Investitionsvolumen von Carriern etwas anders über die Zeit verteilt als dies bei Corporate Networks der Fall ist. Die Anbieter von LAN-Equipment müssen sich genau an Standards halten, sonst kauft niemand ihre Geräte und sie haben nur einen sehr geringen Handlungsspielraum für zusätzliche Funktionalität. Bei WAN-Equipment sieht das etwas anders aus: solange die Interoperabilität im Rahmen von Standards wie SONET oder G.709 gewährleistet ist, können die Hersteller ihre Geräte mit zusätzliche Funktionen auf der Grundlage zusätzlicher proprietärer Steuerungs- und Hilfsverfahren erheblich anreichern, weil es den Endkunden, also den Carrier, vor allem interessiert, wie er mit diesem Equipment Geld verdienen kann. Der Carriermarkt hat aber auch noch andere Empfindlichkeiten und wird durch die Tatsache, dass neue Challenger auf Basis erheblich vereinfachter Technologien jetzt zu mit herkömmlichen Strukturen nicht erreichbaren Preisen Bandbreite "verschleudern" ganz erheb-

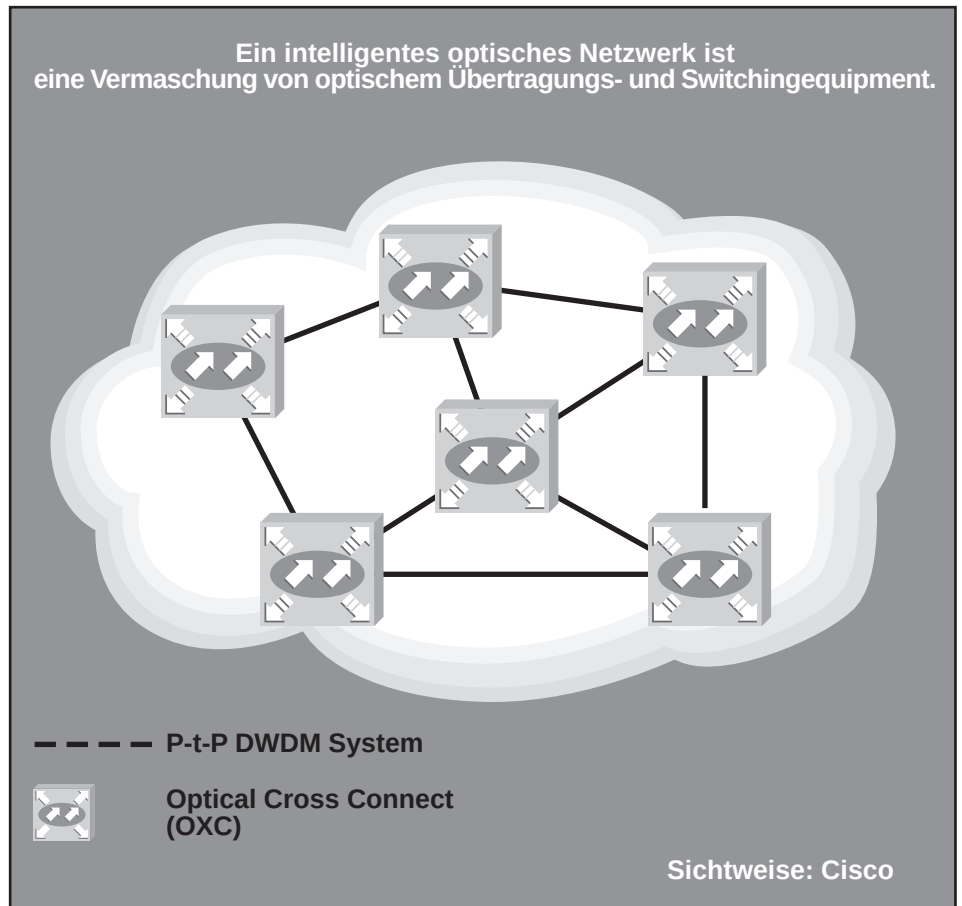


Bild 1

lich aufgemischt. Die betriebliche Realität des Stapels "WAN/MAN IP über ATM über SONET über Punkt-zu-Punkt DWDM" verglichen mit "WAN/MAN IP oder Ethernet über DWDM-Switching" spricht eine enorm deutliche Sprache, bei der die klassischen Carrier nur noch zur Notbremse der Quersubventionierung greifen können. Es mag jetzt sowohl Hersteller als auch Kunden geben, die diese Sichtweise nicht teilen mögen, aber die Tatsachen sprechen eine deutliche Sprache.

Das ist jetzt auch der Grund dafür, warum man auf dem Bereich der Optischen Netze nicht erwarten darf, dass sich einzelne Steuerungsverfahren schnell durchsetzen. Hinsichtlich der reinen Übertragungstechnologie ist es so, dass die Physik auf der einen Seite und die Herstellungstechnik auf der anderen Seite einen Rahmen stecken, der eine Navigation ausgerichtet an dem, was man ausgeben möchte erlaubt. Dieser Rahmen bewegt sich zwar laufend, im Rahmen einer Investitionsphase neigt man aber dazu, ihn als konstant anzusehen.

Für das Optische Transportnetz gibt es dann eine Reihe von Standards, die sich wie SONET sehr stark auf Rahmenformate und elementare Fehlererkennung und -Behebung konzentrieren oder Interoperabilität über Netzgrenzen hinweg und die Einführung neuerer Datenformate fördern möchten, wie G.709. Diese Standards zusammen mit den physikalischen Bedingungen bei der Punkt-zu-Punkt-Übertragung sind aber nur ein kleiner Teil dessen, was an Funktionalität notwendig ist, um wirklich ein ganzes WAN mit all dem, was man sich von ihm wünscht, zu implementieren.

Wir wollen eine noch vereinfachte, aber für die Zwecke dieses Kapitels ausreichende Unterteilung der Funktionalität vornehmen, die ich zum ersten Male in Unterlagen der Fa. Cisco gesehen habe. Ein intelligentes Optisches Netzwerk ist eine Vermaschung von Optischem Übertragungs- und Switchingequipment (siehe Bild 1). Es besteht im Kern aus Punkt-zu-Punkt DWDM-Systemen und Optischen Cross Connects.

Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation

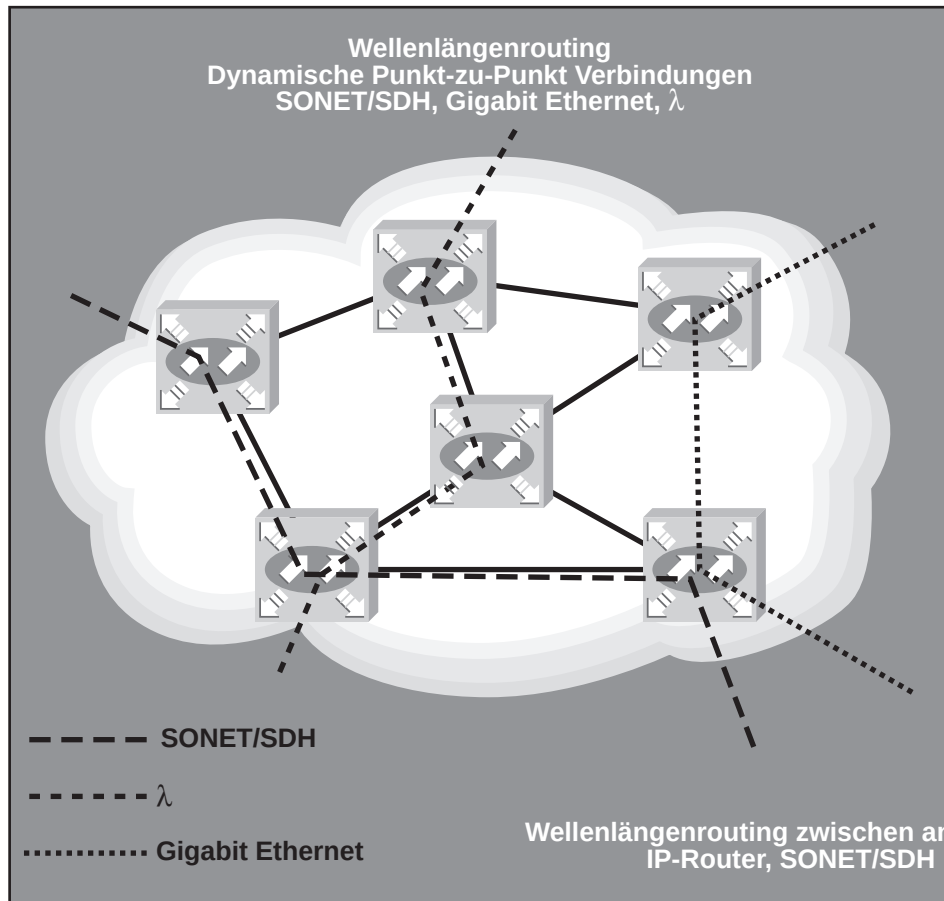


Bild 2

Es stellt mit Wellenlängenrouting dynamische Punkt-zu-Punkt-Verbindungen für SONET/SDH, Gigabit Ethernet oder auf Grundlage einer einzelnen Wellenlänge her (Bild 2).

Und zwar zwischen angebundenen Internetworking Devices wie IP-Router, SONET/SDH Multiplexern, Fiberchannel oder ATM-Switches oder Geräten, die wir heute noch nicht kennen. (Bild 3).

Bevor wir das weiter diskutieren, sei deutlich darauf hingewiesen, dass diese Sichtweise der gewünschten Perspektive eines Ausrüsters für Corporate Networks entspricht, denn die Welt seiner Kundenanschlüsse ist bis auf die SONET/SDH-Boxen klar durch die Geräte charakterisiert, die ein Kunde hat.

Cisco stellt sich das Optische Netz schließlich als Menge virtueller Leitungen zwischen Kunden-Lokationen vor und die einzige Perspektive der Erbringung von Dienstleistungen durch einen Carrier ist diejenige der Bereitstellung einer virtuel-

len Leitung. Bevor wir diesen Ansatz verdammen, verfolgen wir ihn einfach weiter, weil er didaktisch hilfreich ist und auch deutlich das beschreibt, was Corporate Kunden sich eigentlich wünschen.

So entsteht, wenn man die Gedanken von Cisco weiterverfolgt, ein recht übersichtliches Gebilde, was sich ein größerer Kunde auch selbst kaufen kann, wenn er genügend Glasfasern hat oder sich zu einem vernünftigen Preis welche mieten kann.

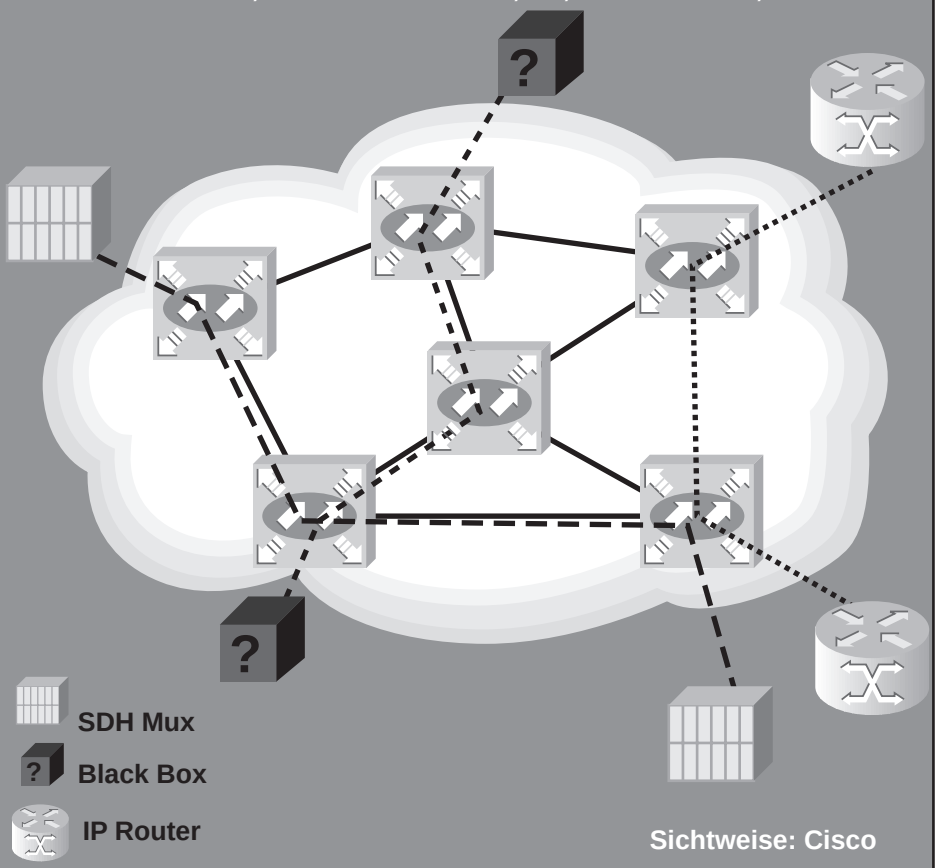
Es ist auch die Perspektive, wie sie von einem Dienstleistungsanbieter in einem Metropolitan-Umfeld angenommen werden kann.

Wenn ich mir ansehe, wie sehr sich die größeren Corporate Kunden eine Loslösung von den Fesseln der Carrier wünschen, halte ich diese Betrachtung auch für sehr erfolgreich.

Setzen wir aber das Bild jetzt fort.

Bild 3

Wellenlängenrouting zwischen angebundenen Internetworking Devices
IP-Router, SONET/SDH Muxes, FC, ATM Switches, ...



Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation

Nach Cisco ist der Schlüssel zum Glück der Wellenlängenrouter, wie wir ihn in Bild 4 sehen.

Im Wellenlängenrouter findet eine äußerst interessante Zweiteilung statt, nämlich in die Datenebene und in die Kontrollebene. In der Datenebene haben wir jetzt den eigentlichen Switch, der aus Switching Matrizen und einer elementaren Steuerung nach den Prinzipien der nichtblockierenden Mehrstufenmehrfachverbindungsnetzwerke gebildet wird. Die zu schaltende Einheit ist die einzelne Wellenlänge. Im Bild sieht man, dass ankommende DWDM-Ströme durch Multiplexer auf einzelne Wellenlängen zerlegt werden und abgehende, geswitchte Wellenlängen auf DWDM-Ströme gemultiplext werden. Nach unten hin wird ausdrücklich von "Single Channel Links" zu IP-Routern oder SDH Muxes usw. gesprochen, aber es bleibt im Dunkeln, wie diese Datenströme eingebunden werden sollen.

Über dem "dummen" Switch liegt die Kontrollebene, die nach Angaben von Cisco die Intelligenz für das Wellenlängenrouting enthält. Mit dieser Darstellung hat Cisco ein Kernproblem der optischen Switches und überhaupt rein optischer Netze charmant umschrieben, nämlich

das ausgesprochen krasse Missverhältnis zwischen Übertragungsleistung auf den DWDM-Strecken und der Switch-Reaktionszeit optischer Switching Matrizen bekannter Bauarten.

Sie erinnern sich: ein DWDM-System kann heute mit entsprechender Kanalzahl weit über 1 Terabit/s. auf eine Leitung bringen. Die Anzahl der Kanäle wächst ständig, aber vor allem wächst auch die Geschwindigkeit der Datenübertragung pro Kanal.

Blicken wir zunächst einmal auf einen elektronischen Gigabit Ethernet Switch. Er schaltet Wege auf der Basis ankommender Pakete, d.h. jedes Mal, wenn ein Paket ankommt, schaut sich der Switch die Adresse des Paketes an und entscheidet, an welchen Ausgangsport er es befördert. Er teilt diese Entscheidung der Switching-Matrix mit und diese muss dann den Weg schalten. Das ganze geschieht in der Zeit zwischen der Ankunft eines Paketes auf einer Leitung und der Ankunft des nächsten Paketes auf der Leitung. Im Falle von Gigabit Ethernet können pro Zeiteinheit eine Menge von Paketen ankommen. Im ungünstigsten Fall kommen nur Pakete der minimalen Länge 64 Byte an. Teilt man einfach die Datenrate durch diese Zahl, vernachlässigt man zwar die Inter Frame Gap, kommt aber zu Ergebnissen, die für die Betrachtungen an dieser Stelle reichen.

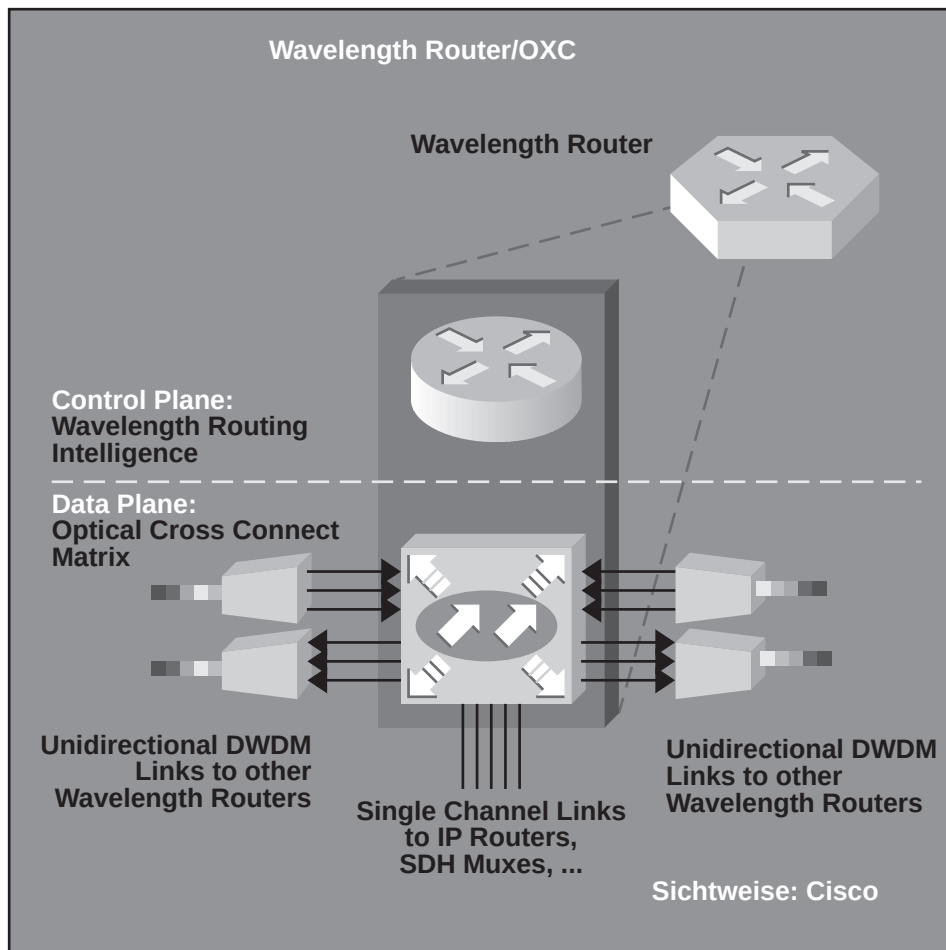


Bild 4

tungen an dieser Stelle reichen. Bei einer Datenrate von 1 Gigabit/s. und einer Paketlänge von 64 Byte kommen ca. 1,9 Millionen Pakete pro Sekunde pro Port am Switch an. Und ein Switch hat ja mehr Ports. Gute Gigabit Ethernet-Switches der führenden Hersteller können das schon seit ein paar Jahren bewältigen, wie Messungen zeigen und kommen insgesamt auf eine Forwarding Rate von 20 Millionen Paketen pro Sekunde oder mehr. Ein Switch hat in einem solchen Umfeld einfach keinerlei Chance langsam zu sein. Wenn die Entscheidungen langsamer getroffen würden, würde der Switch Pakete verlieren. Das hat man bei der ersten Einführung von Switches lernen müssen und ein Switch, der die meisten Pakete aus Begeisterung bei sich behält, ist schlicht unbrauchbar. Grob können wir also sagen, dass ein handelsüblicher Gigabit Ethernet Switch ca. 2 Millionen Entscheidungen und Schaltungen pro Sekunde pro Port durchführen können muss, d.h. er hat für die einzelne Entscheidung und den damit zusammenhängenden Schaltvorgang ca. eine halbe Microsekunde Zeit. Auch wenn man mit

speziellen Architekturen, Überlappungen und Pipelines arbeitet, bleibt die Entscheidungsfrist im Mikrosekundenbereich pro Kanal. Über 10 Gigabit Ethernet-Switches möchte ich in diesem Zusammenhang nicht sprechen, weil sie erst Ende 2001 auf den Markt kommen werden und wir erst dann sehen, was sie leisten. Es steht aber zu erwarten, dass die führenden Hersteller wie Extreme Networks sicherlich die mittlerweile gemachten Erfahrungen mit den getrunkenen Leitungen, also 2,4, und 8 Gigabit/s, angemessen auswerten.

Man kann natürlich jetzt sagen, dass Ethernet unter seinem kurzen Minimalpaket leidet, aber es ist schließlich so, dass das nun einmal Standard ist. Hersteller minderwertiger Geräte versuchen den Kunden immer wieder einzureden, dass diese kurzen Minimalpakete doch praktisch nicht auftreten würden. Das ist aber völlig falsch, denn wenn man in bestimmten Umgebungen einmal misst hat man den Eindruck, es gibt nur Minimalpakete. Das betrifft besonders so beliebte und verbreitete Anwendungen wie SAP R/3.

Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation

Der Stand der Technik bei rein optischen Schaltmatrizen ist allerdings so, dass man schon froh sein kann, wenn sie Schaltzeiten im Bereich von Millisekunden erreichen. Um es klar zu sagen: heutige optische Schaltmatrizen sind um einen Faktor 1000 langsamer als ihre elektronischen Kollegen.

Andererseits sind die Übertragungsraten auf WDM-Leitungen enorm. Dadurch entsteht eine Schere, die relativ weit offen ist und sich wenn überhaupt nur langsam schließt. Dennoch sind die Vorteile rein optischer Kernnetze so groß, dass man versucht, mit dieser Problematik kreativ umzugehen. Das setzt vor allem einen völlig anderen Umgang mit der "Schaltlogik" eines optischen Kernnetzes voraus.

Hilfe von anderer Seite bekommen wir vielleicht noch durch die Paketformate. Ein G.709-Paket ist ca. 130.000 Bits groß. Es kommen also pro Gigabit/s Leistung auf einem Kanal etwas weniger als 8000 Pakete pro Sekunde an. Für einen 10 Gigabit-Kanal wären das also ca. 80.000 Pakete pro Sekunde. Das sind aber immer noch 80 Pakete in der Millisekunde und für eine Entscheidung und Durchschaltung in der Rate ankommender Pakete immer noch mindestens einen Faktor 100 zu schnell für eine optische Switchmatrix. Will man Netze effizient betreiben, so darf man die Paketlänge nicht beliebig steigern, weil sonst viel zu viel inhaltslose Bits durch die Gegend fahren. Die G.709-Paketlänge ist schon sehr gewöhnungsbedürftig, weil man über 250 minimal-lange Ethernet-Pakete hineinmultiplexen kann. Aber das Multiplexen ist auch eine Sache, die an den WAN-Grenzen beherrscht wird.

Hier hinkt übrigens die Vorstellung von Cisco zum ersten Male leicht: würden sich Endkunden das Equipment zusammenkaufen, kämen sie früher oder später an eine Stelle, wo das Problem auftaucht, mit der Datenübertragung doch eine Carrier-Domäne zu kreuzen. Sie müssten in diesem Falle selbst dafür sorgen, ihre Datenströme in ein passendes Format einzubetten, wie z.B. G.709. Das hört sich zwar einfach an, ist aber relativ komplex wenn man es einmal zu Ende denkt.

Also muss man schließlich völlig neue Wege gehen, um das Problem des Missverhältnisses zwischen Übertragungsgeschwindigkeit und Datenrate in den Griff zu bekommen. Und das ist eben die Trennung von Daten- und Kontrollebene.

Die Hersteller gehen in ihren Vorstellungen darüber, was eine solche Kontrollebene können soll, weit auseinander und die Vor-

stellungen sind jeweils davon geprägt, aus welchem technischen Umfeld der Hersteller kommt.

Wir sehen uns jetzt erst einmal die Vorstellungen von Cisco an, die direkt von einem LAN/Router-Umfeld geprägt sind und kommen dann nach der Diskussion einiger weiterer Punkte auf die Vorstellungen von Alcatel, die z.Zt. Marktführer bei kompletten komplexen Optischen Netzen sind und auch schon Terabit-Switches im Feld haben.

Cisco möchte ein erweitertes MPLS-Konzept für die Kontrollebene anwenden. Das ist aus der Perspektive dieses Herstellers logisch und sinnvoll, denn er kennt sich mit diesem Verfahren aus und es ist das einzige aus dem LAN-Umfeld kommende Verfahren, bei dem die Schaltung von Datenwegen nicht völlig stochastisch auf der Basis einzelner Paketköpfe geschieht, sondern im Grunde genommen zu einem bestimmten Zeitpunkt bestimmte Gruppen von Verbindungen vordefiniert werden, die dann anschließend benutzt werden. Es gibt hier eine Reihe von unter-

schiedlichen Ausführungsformen, wobei MPLS anscheinend dabei ist, sich am Markt durchzusetzen, auch weil verschiedene andere Hersteller, die in diesem Umfeld kreativ tätig waren, wie z.B. die Firma 3Com das Handtuch geworfen haben. Dennoch wollen wir auch einen Blick auf andere Konzepte werfen, man kann nie wissen, was sich letztlich durchsetzen wird.

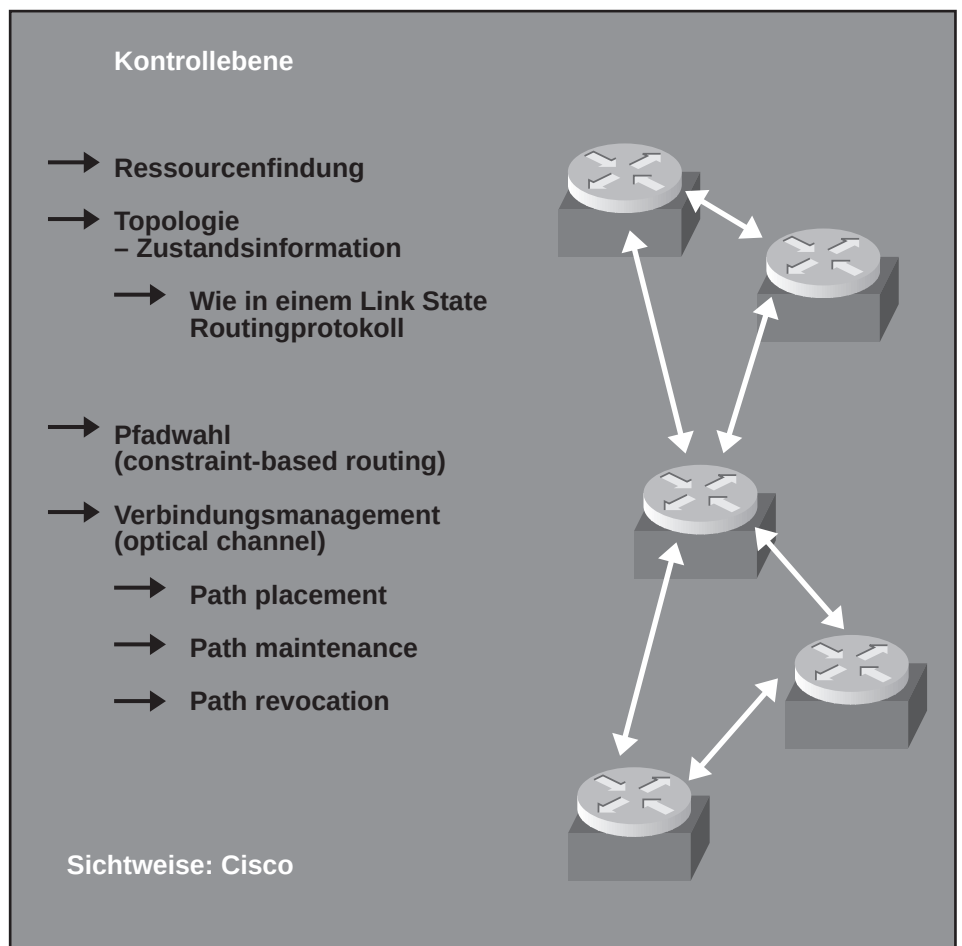
Die Kontrollebene hat folgende Aufgaben:

- Ressourcenfindung
- Erzeugung einer Topologie-Zustandsinformation wie in einem Link State Routingprotokoll
- Auswahl eines Übertragungspfades
- Verbindungsmanagement

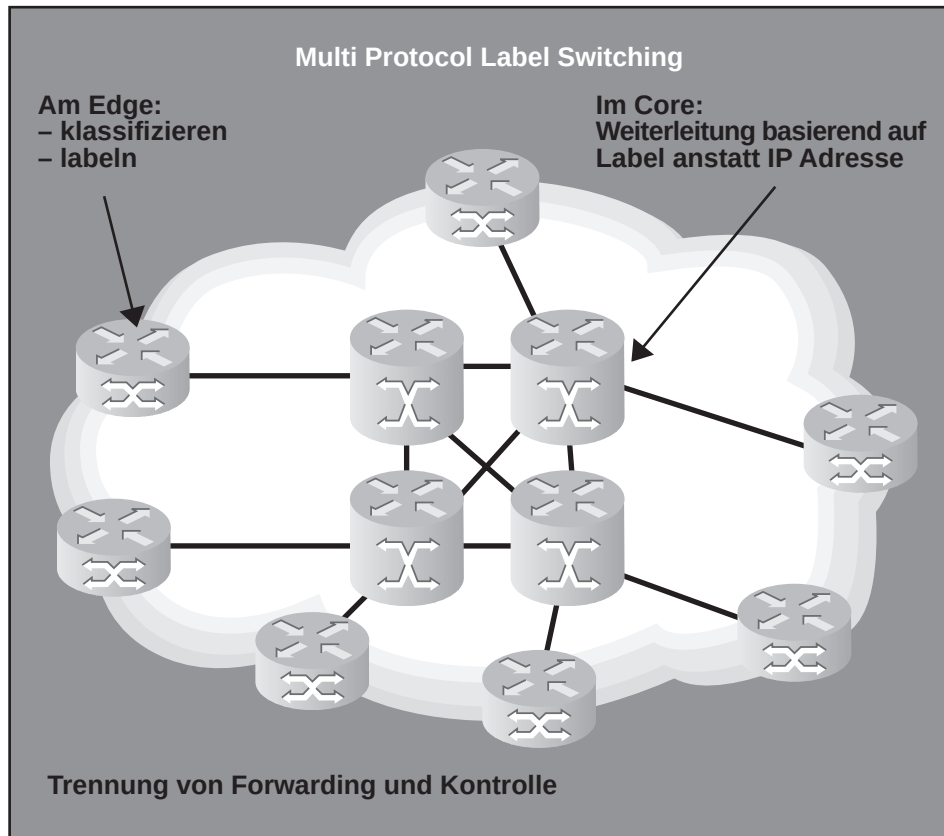
Das Verbindungsmanagement seinerseits hat die Aufgaben, Pfade zu erzeugen, zu benutzen (warten) und zu verbrauchen.

Das Bild 5 fasst dies nochmals zusammen.

Bild 5



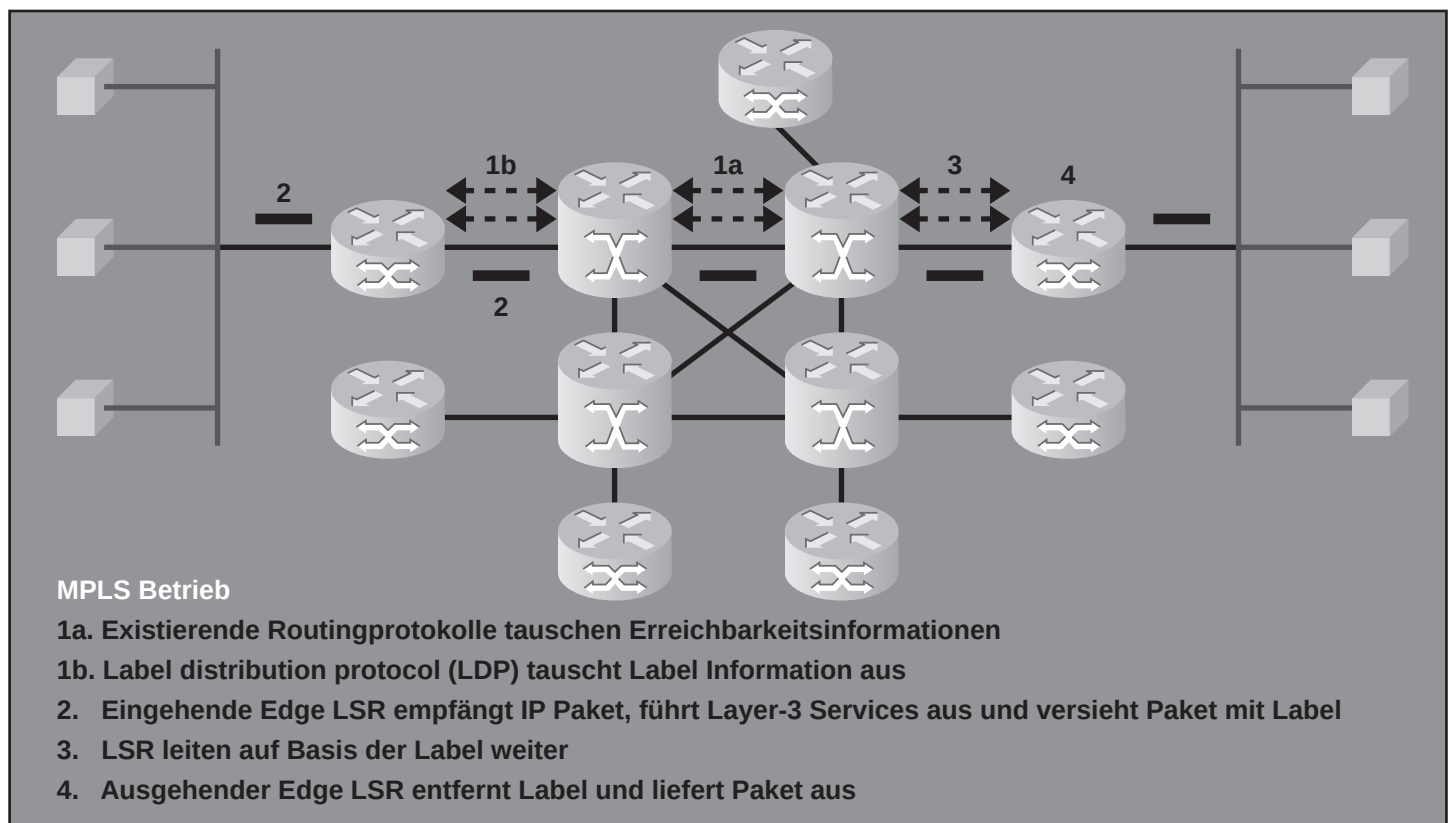
Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation



MPLS, das Multiprotokoll Label Switching ist sozusagen eine standardisierte Variante des früher von Cisco vorgestellten Tag-Switchings. Es gibt hierbei einen Netzkern und eine Netzkante. An der Netzkante werden die Datenströme klassifiziert und gelabelt und im Kern passiert die Weiterleitung auf der Basis von Labeln anstatt auf der Basis von IP Adressen. Dadurch trennt man Forwarding und Kontrolle.

Im Betrieb sieht das dann so aus, dass existierende Routingprotokolle Erreichbarkeitsinformationen austauschen, und zwar im Rahmen eines normierten oder herstellerspezifischen Routing Protokolls (1a). Wir wollen auf diese Routing Protokolle hier nicht eingehen, denn es sind die gleichen wie bei "elektrischen" Netzen und diese sind ja hinreichend dokumentiert. Das Label Distribution Protocol LDP tauscht dabei zusätzlich Label-Informationen aus (1b). Damit wird eine logische Topologie für die Infrastruktur aufgebaut und jeder Knoten weiß, wie Datenströme eines Labels über das Netz geleitet werden können. Ein eingehender Link-Switch Router LSR an der Netzkante empfängt ein IP Paket, führt Layer-3 Services aus und versieht das Paket mit einem Label (2). Die Link-Switch-Router leiten die Pakete aufgrund der Labels weiter (3) und der ausgehende Link-Switch-Router an der Netzkante entfernt das Label und liefert die Pakete aus.

Bild 6 (oben), Bild 7 (unten)



Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation

Das MPLS bekommt im Rahmen der Optischen Netze auch oft die Bezeichnung Multiprotokoll-Lambda-Switching (MP?S). Dies reflektiert die Tatsache, dass nicht mehr einfache Pakete Label bekommen, sondern ganze Wellenlängen und ist auch sinnvoll, weil ja im Kern eines Optischen Netzes nicht mehr auf der Basis von Paketen, sondern auf der Basis von einzelnen DWDM-Wellenlängen geschaltet wird.

Die Sichtweise eines singulären MPLS ist in größeren Netzwerken nicht haltbar. Die Anwendung von MPLS in Optischen Netzen bedeutet wie gesagt das Labeling von durchzuschaltenden Wellenlängen. Das kann relativ einfach implementiert werden und bedeutet eine kompakte Realisierung eines dynamischen Wellenlängenroutings.

Allerdings wird man in größeren Netzwerken mit einer linearen Labelstruktur nicht auskommen, sondern muss im Rahmen einer MPLS/ MP?S-Hierarchie Label Stacking und Label Swapping in einer insgesamt mehrstufigen Arbeitsweise implementieren.

3. Bausteine für Optische Netze der nächsten Generation

Unterschiedliche Gruppen von Bausteinen haben unterschiedliche Einflüsse auf die Gestaltung von WAN-Systemen mit optischen Kernen. Wir wollen diese systematisch betrachten.

3.1 2,5, 10 und 40 Gigabit/s. DWDM-Systeme

Verschiedene Parameter bestimmen die optimale Wahl der Kanal-Datenrate von DWDM-Systemen. Die geforderte Transportkapazität, die Wirtschaftlichkeit und physikalische Begrenzungen müssen in Betracht gezogen werden. Die höchste totale Transportkapazität wird mit der höchsten verfügbaren Kanal-Datenrate erreicht weil üblicherweise die Vervielfachung der Kanal-Datenrate nur die Halbierung der Kanalgritterbreite verlangt um so auf eine Verdopplung der Gesamtkapazität zu kommen.

Ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit einer Lösung mit einer hohen Anzahl Kanäle und einer geringen Datenrate pro Kanal mit einer Lösung der gleichen Gesamtkapazität mit einer geringen Anzahl Kanäle und einer hohen Datenrate pro Kanal zeigt, dass die Lösung mit weniger Kanälen deutlich billiger ist, wenn nicht allzu viele Punkte benö-

tigt werden, an denen das Signal wieder aufgearbeitet werden muss. Deswegen ist es immer nützlich, TDM-Multiplexer in eine Netzwerkstruktur zu integrieren um die Datenraten von den Kunden zu einer möglichst hohen Datenrate pro Kanal für das Fernnetz zu bündeln. Die Multiplexer verbessern nicht nur die Wirtschaftlichkeit, sondern konsolidieren den gesamten teilnehmenden Verkehr in eine einheitliche Datenrate und führen so zu einer größtmöglichen Ausnutzung der gelieferten Bandbreite und der physikalischen Möglichkeiten des Fernnetzes. Um maximalen Nutzen zu erzielen, kombinieren neueste Entwicklungen in DWDM-Systemen eine höchstmögliche Kanaldatenrate und die höchstmögliche Kanalzahl mit einer maximalen Leistung hinsichtlich der Ausdehnung des Systems.

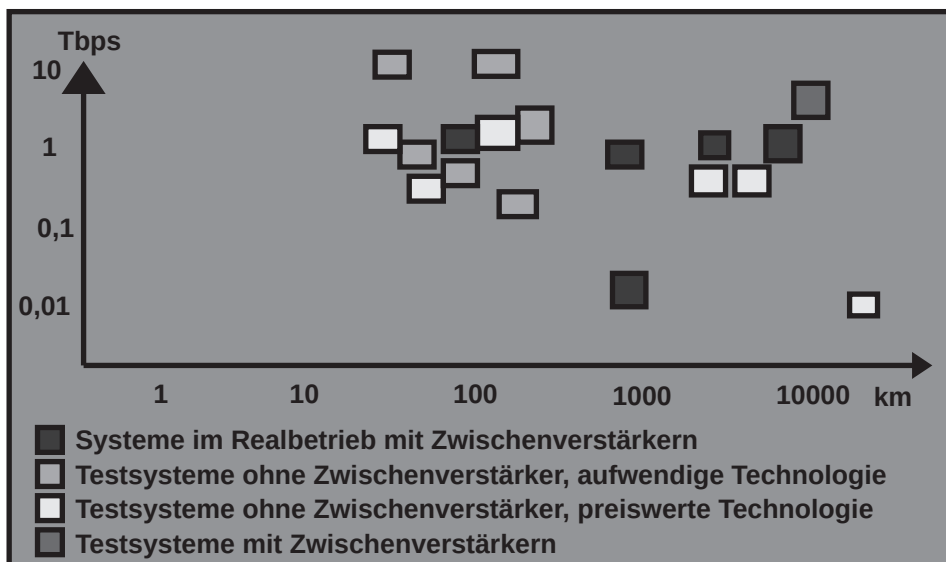
Ein weiterer interessanter Punkt ist, dass ein beachtlicher Teil der Netzwerkkosten mit den "bunten" Schnittstellen in Transpondern und Regeneratoren zusammenhängt. Unter einer "bunten" Schnittstelle versteht man eine Schnittstelle, über die eine Reihe von DWDM-Kanälen zusammen läuft. Diese Teilkosten wachsen dramatisch, wenn die Kanalzahl wächst. Diese Tatsache ist die wichtigste Triebfeder für Entwicklungen, bei denen die Vernetzung direkt ohne Transponder funktioniert und Ultra Long Haul (ULH)-Lösungen, die Tausende von Kilometern ohne vollständige Signal-Regeneration überbrücken können. Transponderlose Vernetzung verlangt einen sauber definierten Parametersatz zwischen den bunten Schnittstellen der DWDM-Knoten wie ONNs (Optical Network Nodes) und NASSs. (Network Access Stations) Dies kann heute für Geräte eines Herstellers

leicht erreicht werden, Ziel sollte jedoch eine Multivendor-Interoperabilität sein.

Die maximale Leistung hinsichtlich der Überbrückung von Entfernungen wird erreicht durch die Kombination der größtmöglichen Sender-Ausgangsleistung mit leistungsfähigen Algorithmen für die Forward Error Correction. Außerdem setzt man fortschrittliche Kompensationsmethoden wie Dispersions-Vorverstärkung und Polarisations-Modendispersions-Kompensation ein. Bei der Dispersions-Vorverstärkung macht man sich das Wissen über eine Übertragungsstrecke zunutze. Eine Faserstrecke wird ihr Dämpfungsverhalten über die Zeit nur ganz langsam ändern. Also kann man das Verhalten gegenüber einem Strauß von Referenzsignalen ausmessen und dann sehen, wo die Dämpfung stärker und schwächer ist. Bevor man ein Signal auf die Leitung schickt, hebt man die betreffenden Bereiche an. Das funktioniert genau so wie das Klangregelnetzwerk einer Stereoanlage, mit dem man die musikalische Darbietung den räumlichen Verhältnissen anpasst. Bei der Polarisationsmodendispersion versucht man, ebenfalls durch Vorverstärkung die Unterschiede bei der Dämpfung in den verschiedenen Polarisationssebenen zu nivellieren.

Bild 8 zeigt, welche Rekorde bei der Übertragung im Jahr 2000 erreicht werden konnten. Neben den reinen Experimentalsystemen gibt es auch Systeme, die schon im praktischen Einsatz sind und dennoch bei den Rekordhaltern mitspielen können. In der Grafik habe ich dann darüberhinaus auch noch unterschieden, ob es sich um preiswerte oder teure Systeme handelt.

Bild 8



Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation

Bild 9 zeigt, was dabei "herauskommt", wenn man 180 Kanäle mit jeweils 10 Gigabit/s. pro Kanal über eine Strecke von mehreren Tausend Kilometern überträgt, wie das bei Seekabelsystemen gemacht wird. Es ist eigentlich uninteressant, welche Art von Zwischenverstärkung im Einzelnen angewendet wird, aber insgesamt sieht man, welche enorme Anforderungen an die Trennschärfe der Empfänger gestellt werden.

Heutige DWDM-Systeme haben eine Gesamtkapazität von 0,8 Terabit/s. mit 320 Kanälen bei je 2,5 Gigabit/s. Kanalrate, 1,6 Terabit/s. mit 160 Kanälen bei je 10 Gigabit/s. Kanalrate oder 3,2 Terabit/s. mit 80 Kanälen je 40 Gigabit/s. Kanalrate und überwinden Entfernungen bis zu 1000 km ohne vollständige Signal-Regeneration bei den üblichen Repeater-Abständen (EDFAs). Weiter verbesserte Kompensations- und Link-Kontroll-Verfahren, Raman-Pumpen in und gegen die Übertragungsrichtung und "Super-FEC"-Algorithmen ermöglichen ULH-Systeme bis zu 4000 km. Zusätzliche Kapazitätserweiterungen durch Verengung des Kanalrasters und neue Modulationsverfahren werden in Kürze Systeme mit einer Kanalrate von 160 Gigabit/s. ermöglichen. Die Gesamtkapazität pro Link wird über 10 Terabit/s. kommen. Die grundsätzliche Möglichkeit hierzu wurde von Alcatel ja bereits demonstriert.

Distanzen von 4000 km und mehr können dann erreicht werden, wenn man die besten bekannten heutigen Technologien miteinander kombiniert. Dabei kann man sich auf die übliche Distanz von 100 km zwischen Repeatern abstützen, ohne neue noch dazwischen liegende Repeater mit zusätzlichen Wartungs- und Betriebskosten einführen zu müssen.

3.2

Optische Add/Drop Multiplexer

Neben Optischen Crossconnects OXCs werden Optische Add/Drop Multiplexer OADM eingeführt, um flexibles und transparentes Switching in der optischen Netzwerkschicht zu ermöglichen. 3R Regeneration (Umwandlung optischer in elektrische Signale, elektrische Verstärkung und Rückwandlung in optische Signale) ist einer der wichtigsten Kostenfaktoren in Optischen Netzen. Deshalb ist es bei der Konstruktion von OADM besonders wichtig, die optisch/elektrisch/optische-Konversion (O/E/O) zu vermeiden, wo es geht und einen unregenerierten Bypass für Verkehr, der lediglich durchgeschleift wird und in diesem OADM weder Informationen abliefern noch aufnehmen, zu schaffen. Um O/E/O wirklich zu minimieren, müssen folgende Designregeln beachtet werden:

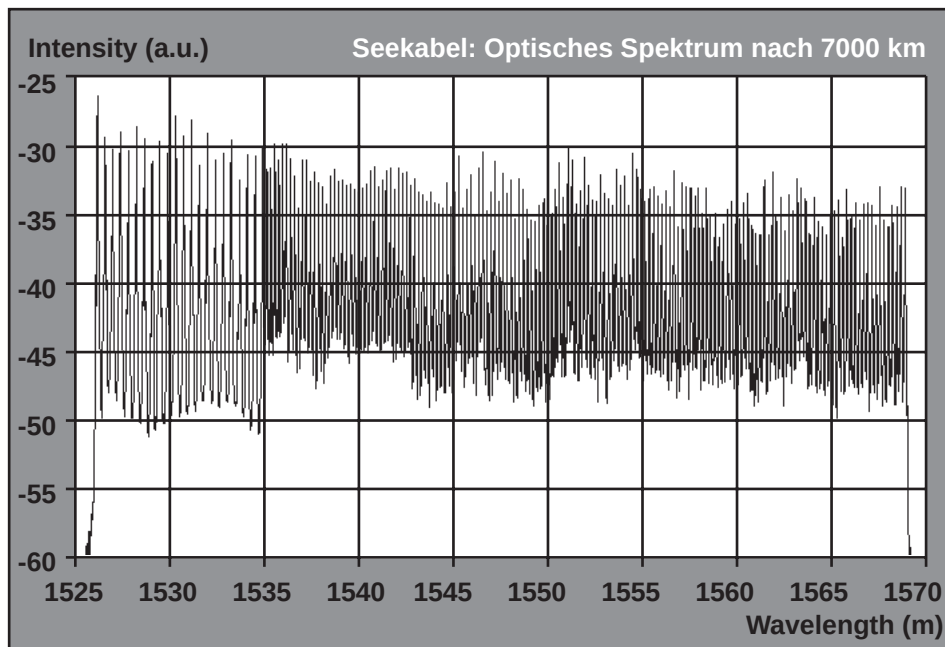


Bild 9 (Quelle: Tyco)

3.3

Optische Cross-Connects

- Optisches Switching, welches von Datenraten und Formaten unabhängig ist, muss wo immer möglich, angewendet werden
- Das vollständige Multiplexen und Demultiplexen von DWDM-Signalen muss nach Möglichkeit vermieden werden.
- Die Konstruktion für die Überbrückung von Entfernungen, z.B. hinsichtlich der Beachtung von EDFA-Rauschen, muss besonders sorgfältig gemacht werden.

Dies steht teilweise in starkem Gegensatz zu dem oft zu sehenden einfachen Grundmodell eines Add/Drop Multiplexers, hat aber in praktischen großen Netzen wirklich seinen Sinn. Wenn man diese Anforderungen beachtet, ist nämlich die Leistungsminderung, die einer DWDM-Strecke durch einen OADM zugefügt wird, fast vernachlässigbar. Der OADM ist dazu da, aus dem DWDM-Spektrum die auf einigen Wellenlängen transportierten Informationen herauszunehmen und andere Informationen hinzuzufügen, ohne die Leistung auf den DWDM-Kanälen zu mindern. Die Einführung zusätzlicher OXCs in komplexe bestehende Optische Netze kann designt werden. Man führt dazu sog. "Inseln der Transparenz" ein: die OXCs werden an den Interworking-Punkten dieser Inseln lokalisiert und benutzen 3R-Regeneration nur für die optischen Kanäle, die zu einer anderen Insel transferiert werden. Der Hauptunterschied zwischen OXCs und OADM ist, dass der OADM eine reduzierte Funktionalität hat, aber optimiert für einen möglichst geringen Verlust an Übertragungsleistung ist.

Heute sind digitale Cross-Connects basierend auf SONET oder SDH massenhaft installiert. Sie bieten eine Granularität im Switching bis hinunter zu VC-4 (155 Megabit/s.) oder STS-1 (51 Megabit/s.). Zusätzlich implementieren sie eine Reihe von Schnittstellen und SDH/SONET-Schutzschemata. Die unglaubliche Entwicklung der Übertragungsraten von DWDM-Systemen bringt diese installierten Knoten schnell an ihre Grenzen.

Optische Cross-Connects werden speziell entworfen, um den Anforderungen für die Verknüpfung Hunderter Wellenlängen mit je 2,5, 10 oder 40 Gigabit/s. Line-Rate zu genügen. Ihre typische Switching-Granularität ist 2,5 Gigabit/s. und höher. Optische Cross Connects können von Fall zu Fall von digitalen Cross Connects bei ihrer Arbeit unterstützt werden.

Es gibt drei Hauptanforderungen an Optische Crossconnects:

- Verwaltung und Überwachung eines Netzes mit Gigabit/s.-Datenströmen
- Beschleunigung der Bereitstellung von Ende-zu-Ende Diensten
- Schnelle und automatische Wiederherstellung von Verbindungen nach Leitungs- und Knotenausfällen

Für die inneren konstruktiven Eigenschaften von Switchmatrizen, die auf Lithium-Niobat-Trioxd-Switchelementen oder als Bubbleswitch ausgelegt sind, verweisen wir auf die Literatur.

Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation

4.1

**Garantie von QoS
in optischen Transportnetzen**

Man erwartet von den Transport-Backbones der Zukunft hauptsächlich die Realisierung ultrabreitbandiger Dienste im Gigabit/s-Bereich. Ultrabreitbandige Dienste kann man am besten mit ultrabreitbandigen Transportnetzen implementieren. SDH-Geräte kommen in zwei Ausprägungen, als Weitband- und als Breitband-Einrichtung. Weitbandeinrichtungen haben eine Switching-Granularität von 2 Megabit/s., während Breitbandeinrichtungen eine Switching-Granularität von 155 Megabit/s. haben. Obwohl SDH nicht für ultrabreitbandige Dienste entworfen wurde, sind solche Dienste durch die Konkatenationsmöglichkeiten prinzipiell realisierbar. Das ist nicht kostengünstig, weil ja immer eine ganze Anzahl von VC-4-Verbindungen benutzt werden müssen. Außerdem gibt es keine Transparenz für das Kundensignal. Das bedeutet, dass der Carrier lediglich X-fach konkatenierte VC-4 anbieten kann, also VC-4-Xc. Wenn ein Anbieter von Übertragungsleistung als Carrier von Carriern agieren möchte, was ja bei einer so leistungsfähigen Struktur, wie man sie mit einem Optischen Backbone erzielen kann, durchaus ein sinnvollen Geschäftsmodell ist, muss er völlig transparente STM 16/64 Dienste in seinem Dienstleistungsportfolio anbieten. Transparenz in die Lage versetzt, eigene effektive Multiplex-Sektions-Schutzverfahren einzusetzen, DCCR/M für sein DCN zu nutzen oder ein eigenständiges EOW-Netz zu bauen. Das gibt z.Zt. drei Ansätze, das Long-Distance Transportnetz für ultrabreitbandige Dienstleistungen zu optimieren:

- Ultra Broadband SDH
- Volltransponderisierte Optische Netze
- All Optical Networks AONs

Alle drei Ansätze werden weiterentwickelt werden, um zu sehen, unter welchen Bedingungen welche optimal ist und deshalb auch über eine bestimmte Zeit koexistieren und ineinander übergehen.

**4.1.1
Ultrabreitband-SDH**

Die Notwendigkeit für Transportnetze, die für ultra-breitbandigen Verkehr optimiert sind, wird deutlich, wenn man auf die im

Rahmen der Bandbreiteexplosion geforderten Bandbreiten schaut. Als Konsequenz muss die existierende synchrone digitale Hierarchie SDH so erweitert werden, dass transparente ultrabreitbandige SDH-Dienste effektiver bereitgestellt werden können als bei bisherigem breitbandigen SDH. Gleichzeitig sollten die proprietären Abweichungen vom SDH-Standard auf geräteinterne Implementierungen beschränkt bleiben und nicht mehr nach außen treten. Dazu müssen folgende Designs realisiert werden werden:

- Beibehaltung des SDH Framings
- Entwicklung eines SDH-kompatiblen Multiplexschemas
- Entwicklung transparenter Crossconnects-Fabrics

Die Framing-Struktur des Ultrabreitband-SDH ist STM-16 oder STM-64. Um STM 16/64 Client-Signale transparent durch das Ultrabreitband-SDH miteinander zu verbinden, müssen weder der Regenerator noch die Multiplex-Sektion verändert werden. Auf der Regenerator-Seite wird nichteingreifendes Trail-Monitoring durchgeführt. Die J0 Section Trace wird verifiziert und das B1-basierte Performance-Monitoring wird in voller Übereinstimmung mit ITU-T G.628 durchgeführt. Alle anderen Overhead Kanäle der Regenerator- und Multiplex-Sektion, einschließlich DCCR, DCCM, K1/K2, B2 und E1/E2 werden transparent passiert ohne auf sie zu schauen. In den Fällen Signalverlust (Loss Of Signal, LOS) und Frameverlust (Loss of Frame, LOF) wird die gesamte Regeneratorsektion des STM 16/64 Client-Signals auf RS-AIS gesetzt. In vorigen Abschnitten wurden die Vorzüge von DWDM erwähnt. Um diese Vorzüge nicht zu verlieren, muss Ultrabreitband-SDH STM-16 in STM-64 und STM-64 in STM-256-Signale multiplexen. Das ergibt Unterschiede zu dem AU-4-Verfahren des Standard-Multiplexens, denn RSOH und MSOH müssen genauso gemultiplext werden. Das SOH der Client-Signale wird in unbenutzte SOH-Kanäle des Gesamtsignals gemultiplext. Die Nutzlast des Client-Signals besteht aus irgendeiner Kombination von VC-4-Xc-Wegen. In Standard SDH-Netzwerken hat der TMN das vollständige Wissen über alle Wege im Netz. Den TMN eines Ultrabreitband-SDH in die Lage zu versetzen, die Zusammensetzung der Client-Signale zu kennen, wäre eine schwerwiegende Verletzung der Transparenz. Die AU-4 Pointer der Client-SDH-Signale codieren ihre Multiplexing-Struktur. Ultrabreitband-SDH-Multiplexer interpretieren diese Informationen derart, dass sie in der Lage sind, die Client VC-4-Xcs autonom in das aggregate STM-

64/256-Signal zu multiplexen. Und so benötigen sie keine Path-Information vom TMN. Während des Multiplexens und Demultiplexens werden die AU-4 Pointerwerte und somit die STM 16/64 Client-Signale modifiziert. Um die Richtigkeit der B1/B2 überlappten Parity zu gewährleisten, werden die Werte dieser fehlererkennenden Codes an das leicht modifizierte Client-Signal angepasst. Die Switch-Fabrics der Ultrabreitband SDH-Crossconnects müssen für die STM 16/64-Signale transparent sein. Das ist ein Unterschied zu Breitband-SDH Crossconnects, die nur VC-4-Xc-Wege miteinander verbinden können. Um zukunftsfest zu sein, sollten die Ultrabreitband-SDH Crossconnects Switching-Fabrics benutzen, die transparent für jedes Signalfomat und Bitraten bis hin zu 40 Gigabit/s. sind.

4.1.2

Volltransponderisierte Optische Netze

Ultrabreitband-SDH hat einige Limitierungen, die heute noch nicht so sehr ins Gewicht fallen, aber in den nächsten Jahren kritisch werden könnten. Ultrabreitband-SDH liefert transparente STM 16/64-Dienste. Signale anderer Bitraten und Formate werden nicht unterstützt oder erfordern zusätzliche Anpassungen. Solange STM 16/64 Dienste von einem einzigen Carrier angeboten werden, benötigt man kein eingebettetes sog. Tandem Connection Monitoring TCM zwischen den Regeneratoren. Ende-zu-Ende-Überwachung (Trail Monitoring) an den Eingangs- und Ausgangsknoten des WANs sollten genügen um die vereinbarte Dienstqualität zu sichern. Wenn es aber zu Multi-Provider-Szenarios kommt, wird TCM ein zentrales Element der Überwachung von Service Level Agreements SLAs. Außerdem muss es verteilte Schutz- und Wiederaufsetzmechanismen geben, die auf TCM basieren.

Um diese Begrenzungen zu überwinden, standardisiert ITU-T z.Zt. ein neues Ultrabreitband-Signalfomat in seiner Empfehlung G-709. Die Fähigkeit, den Optischen Kanal Ende-zu-Ende zu überwachen, ist ausgesprochen wichtig für die Realisierung von QoS. Das Signalfomat dieser Schicht heißt Optical Channel Data Unit (ODU). In der Vergangenheit wurde ODU auch als "digital wrapper" bezeichnet. Die Haupteigenschaften der ODU sind:

- Abbildung von Client-Signalen mit beliebigen Bitraten und Formaten
- Optimierte Unterstützung der Ultra-Breitband Bitraten 2,5 Gigabit/s. (ODU-1), 10 Gigabit/s (ODU-2), 40 Gigabit/s (ODU-3)

Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation

Mehr Bandbreite für DCN

- Erweiterte Kommunikation für automatisches Protection Switching
- Tandem Connection Monitoring und geschachteltes Tandem Connection Monitoring mit bis zu acht Niveaus

ODU-basierter Zeitmultiplex wird von ITU-T G.709 nicht betrachtet, wird aber eine zukünftige Erweiterung darstellen. Für ein volltransponderisiertes Netzwerk nimmt man an, dass alle OXC-Ports Transponder Ports mit 3-R Regeneration sind. Daher hat man keinerlei Beschränkungen bei Switching und Routing. Durch die Optical Data Unit ODU und seine geschachtelte Tandem Connection Monitoring-Fähigkeit ist es möglich, jede Verbindung zwischen zwei benachbarten OXCs genauestens zu überwachen. Die Möglichkeit, Signale pro Link zu überwachen, ist ein starkes Werkzeug für die Lokalisierung von Fehlern. Außerdem liefern die Ergebnisse dieser Überwachungen Input für verteilte Schutz- und Wiederherstellungsschemata.

4.1.3 All-optical Networks

Nimmt man ein DWDM-System mit hoher Kanalzahl, ist die 3D-Regeneration für jede

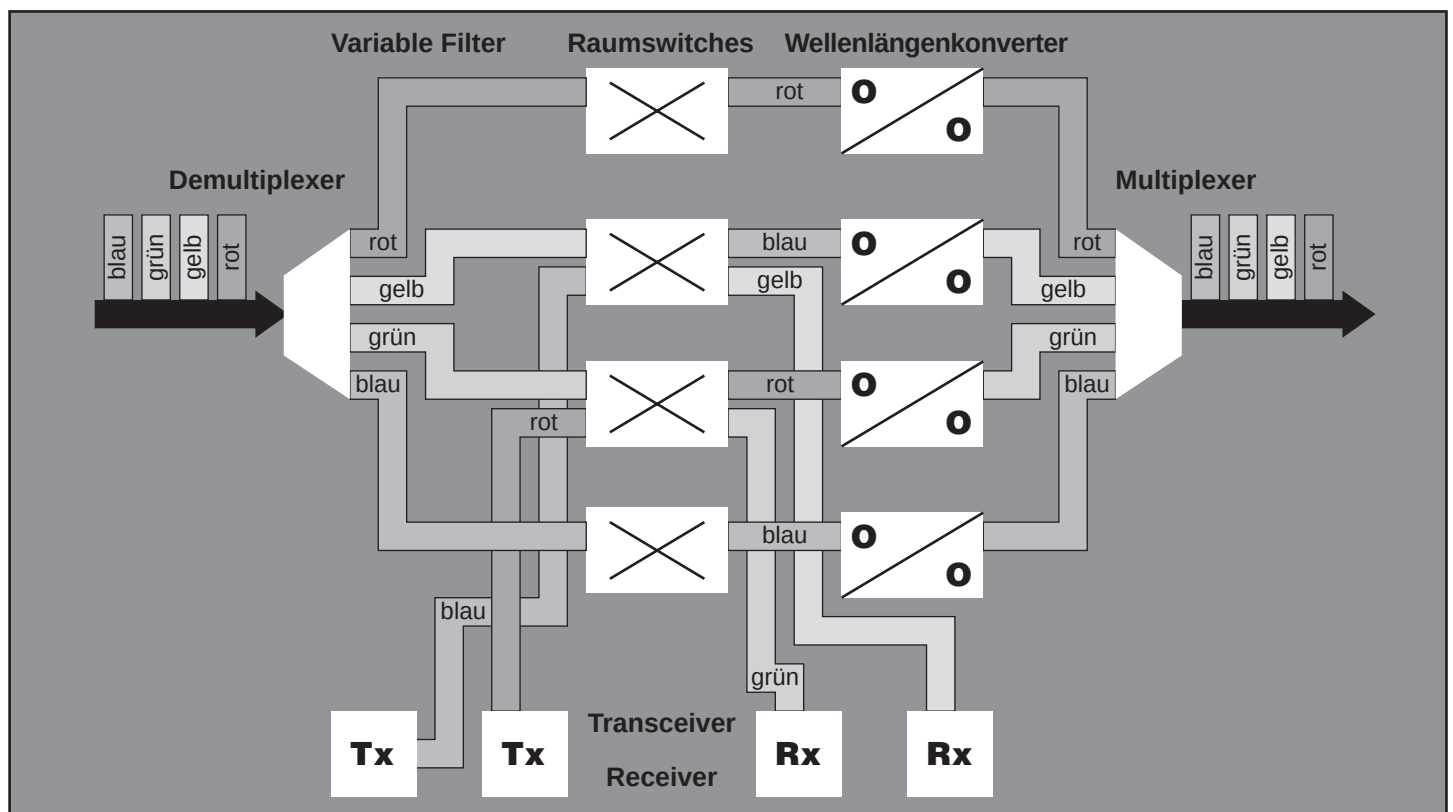
der "farbigen" Weitverkehrs-Schnittstellen ein wirklich erheblicher Kostenfaktor. Mit der wachsenden Anzahl von Kanälen muss die Anzahl optoelektrischer Regenerationspunkte auf ein Minimum reduziert werden. Mit der Verfügbarkeit wirksamer Methoden zur Kompensation von Dispersion und Nichtlinearitäten bei der DWDM-Übertragung, Turbo-FEC und optischen Wellenlängenkonvertern wird es möglich, die Transponder von den auf dem Übertragungsweg liegenden OXCs wegzulassen und nur noch Transponder an den Rändern des Netzes bei den Ein- und Ausgangsknoten zu verwenden. So entsteht ein vollständig optisches Netz AON. Man kann erwarten, dass ein solches AON viel preisgünstiger sein wird als sein volltransponderisiertes Gegenstück. Unglücklicherweise hat ein vollständig optisches Netz negative Effekte auf das Netzwerk-Management. Obwohl optisches Performance Monitoring eine Menge kann, kann es nur Signale überwachen, die auch tatsächlich anwesend sind. In anderen Worten, z.Zt. leere Kanäle können nicht überwacht werden. Außer der optischen Leistung überwacht das Performance Monitoring den Qualitätsabfall des Signales seit dem letzten Transponder, der viele OXCs entfernt sein kann. Diese zwei Problemfelder des AON-Monitorings erschweren die Überwachung der Dienstqualität und den Aufbau von voll optischen verteilten

Schutz- und Wiederherstellungsmechanismen.

4.2 Schutz in Optischen Transportnetzen

Wenn man im Zusammenhang mit Optischen Netzen von Schutz spricht, meint man damit nicht den Datenschutz z.B. gegen böse Hacker, sondern Schemata zum Wiederaufsetzen nach Leitungsfehlern oder Ausfällen von Geräten. Das Missverständnis kommt auch daher, dass der in diesem Zusammenhang gemeinte Schutz im Englischen als "Protection" bezeichnet wird, während man den Datenschutz mit Worten wie "Security" beschreibt. Schutz in Optischen Netzen bedeutet insbes., die durch SONET gewohnte Qualität neu zu schöpfen bzw. nicht zu verlieren oder sogar noch zu verbessern.

Wie wichtig Ersatzschaltungen wirklich sind, sieht man an folgendem Beispiel: wir stellen uns ein gesamteuropäisches Netz vor, in dem z.B. 20.000 km Kabel verlegt sind. Wir gehen von einer mittleren Rate zwischen zwei Fehlern von 1 750 000 Stunden pro Kabelkilometer aus. Das ist kein Wert, der aus der Luft gegriffen ist, sondern der einem guten heutigen Durchschnitt entspricht.



Optische WAN-Strukturen: Lösungen für das Internet der nächsten Generation

Außerdem nehmen wir an, dass es möglich ist, einen Kabelbruch oder sonstigen Fehler in einer mittleren Zeit von 48 Stunden technisch zu beheben. Auch das ist ein Erfahrungswert, denn der Austausch von Komponenten in Technikräumen geht ja relativ schnell, aber wenn man das Kabel erst einmal ausgraben muss, wird es problematisch. Diese Zahlen gelten für terrestrische Systeme auf Festland. Kabelbrüche in Seekabelsystemen führen meist zur Auflassung der Ader, falls noch genügend andere Adern vorhanden sind oder zur Auflassung des gesamten Kabels, wenn es sich um einen wirklich schwerwiegenden Fehler handelt, wie er z.B. bei vulkanischen Tätigkeiten entstehen kann. Jedenfalls, unter diesen Voraussetzungen müsste man mit einem Kabelbruch alle vier Tage rechnen.

Wenn über das Kabel nur eine einzige STM-16 Verbindung mit 2,5 Gigabit/s. läuft, würden durch den Fehler 30.000 Telefonate unterbrochen, bei einer einzelnen STM-64-Verbindung sind es schon 120.000 Telefonate. Ein WDM-System mit 2 Terabit/s trägt aber schon 25 Millionen Telefongespräche und wenn ein ganzes Kabel mit 100 Fasern vollständig bricht, und jede dieser Fasern mit DWDM betrieben würde, kämen satte 25 Milliarden Telefonate unter die Räder. Bei Seminaren zeigt bei diesem Vergleich immer jemand auf und behauptet, das sei doch Unsinn, soviel würde ja niemand telefonieren. Natürlich würde man ein 100 "adriges" Glasfaserkabel nicht vollständig mit Telefonaten füllen, aber ich muss ja ein Messäquivalent finden.

Man sieht jetzt deutlich, was intuitiv schon klar war: je mehr man auch einer Leitung überträgt, desto schmerzhafter werden Kabelfehler. Und die Entwicklung der DWDM-Systeme nimmt hierauf keinerlei Rücksicht, sondern es werden nur immer mehr Bits pro Sekunde transportiert. Also ist es bei der Konstruktion eines entsprechenden Gesamtsystems besonders wichtig, auf diesen Punkt zu achten und entsprechende Lösungen zu finden.

Aus dem LAN-Bereich kann man z.Zt. noch nicht mit Hilfe rechnen: die meisten Anwender sichern ihre immer schneller werdenden LANs mit Redundanzschaltungen, die mittels des Spanning Tree Verfahrens gesteuert werden. Das kann aber dauern, bis zu 90 Sekunden. Alternativen sind natürlich wesentlich schnellere proprietäre Verfahren, die man sicherlich auch im Metrobereich einsetzen kann, wie dies das Beispiel der Yipes Netze zeigt, die den Ausfallalgorithmus von Extreme Networks verwenden, einfach weil auch fast alle Knoten von diesem Hersteller kommen.

Für den WAN-Bereich mit seinen vielen unterschiedlichen Herstellern, Domänen und Bedarfen ist das aber sicherlich kein empfehlenswerter Weg.

4.2.1

Schutz optischer Multiplex-Sektionen

Ganz klar liegt ein Großteil der Netzwerkkosten in den Transpondern. Eines der Hauptziele des sog. 1+1 Optical Multiplex Section Protection (OMSP) ist die Minimierung der Anzahl von Transpondern. Das erreicht man dadurch, dass man für den Arbeits- und den Schutzkanal einen gemeinsamen Transponder aufbaut. Die individuellen Kanäle werden in einem DWDM-Terminal gemultiplext und laufen dann unter Verwendung eines optischen Splitters gleichzeitig über den Arbeits- und Schutzkanal. An der Empfangsseite wird die Optische Multiplex Sektion OMS auf Signalverschlechterungen hin überwacht. Da es keinen zuverlässigen Performancewert für die OMS-Schicht gibt, von dem ein Umschaltkriterium abgeleitet werden könnte, misst der OMS-Monitor optisch die individuellen Kanäle. Im Falle eines Fehlers werden die Pump Laser der zwischenliegenden optischen Verstärker ausgeschaltet so dass der OMS Monitor schnell den Verlust des Switchingkriteriums auf allen Kanälen bemerkt. Wenn man davon absieht, dass es noch kein kosteneffektives Monitoring optischer Kanäle gibt, ist der hauptsächliche Nachteil von OMSP die Beschränkung auf Punkt-zu-Punkt DWDM-Strecken. Wenn ein ganzer Knoten ausfällt, geht der Service verloren.

4.2.2

Schutz von Subnetzverbindungen Optischer Kanäle

Bei der Optical Channel Sub-Network Connection Protection (OCh-SNCP) wird jeder Kanal einzeln auf einer 1+1-Basis überwacht. Das Signal wird am Anfang der Verbindung durch einen optischen Splitter auf zwei Kanäle aufgeteilt. Am Ende wählt der optische Switch entweder den Arbeitskanal oder den Schutzkanal. Die Qualität der beiden Kanäle wird durch jeweilige Transponder auf der Empfangsseite gemessen. Der Hauptvorteil von OCh-SNCP verglichen mit OMSP ist seine Flexibilität. OCh-SNCP kann auf einer Ende-zu-Ende-Basis, innerhalb von Ringen oder anderen Subnetzstrukturen eingesetzt werden. OCh-SNCP ist das einfachste Schutzschema, wenn Single Points of Failure den Dienst nicht unterbrechen dürfen. In AONs hat Ende-zu-Ende OCh-SNCP einen erheblichen Kostenvorteil gegenüber OMSP. Dazu betrachte man z.B. einen Pfad, der sich über fünf OXC-Links er-

streckt. Mit OMSP werden zehn Transponder benötigt, zwei für jeden Link. OCh-SNCP beschäftigt hingegen nur vier Transponder, zwei für den Arbeitspfad und zwei für den Schutzpfad. OCh-SNCP kann gleichsam auch auf Ringe mit OQDMs angewendet werden. Ein Ring, der intern mit OCh-SNCP geschützt ist, wird auch als Optical Channel Dedicated Protection Ring (OCh-DPRing) bezeichnet. Üblicherweise nimmt der Arbeitspfad den kurzen Weg über den Ring und der Schutzpfad den langen. So benötigt jeder Service nur eine Wellenlänge auf dem ganzen Ring. Daher entspricht die Anzahl der möglichen Dienste der Anzahl der Wellenlängen.

4.2.3

Optical Channel Shared Protection Ring

Sowohl OMSP als auch OCh-SNCP haben eine sog. 1+1 Architektur. Das bedeutet, dass das Kundensignal auf zwei Kanäle im Hot-Standby gebroadcastet wird. Dies bedeutet mindestens eine Verdopplung der erforderlichen Übertragungsqualität im Vergleich zu ungeschützten Wegen. Es kann auch nachteilig sein, dass in Ringnetzen der Ersatzweg durch die andere Richtung auf dem Ring länger ist. Der Optical Channel Shared Protection Ring OCh-SPRing broadcastet das Signal solange nicht auf den Schutzkanal, wie der Arbeitskanal richtig funktioniert. Das bedeutet, dass man einen Schutzkanal theoretisch auf mehrere Arbeitskanäle aufteilen kann. Im fehlerfreien Fall wird der Verkehr auf den Arbeitskanälen auf dem kurzen Weg im Ring geroutet. Tritt ein Faserbruch auf, routen die betroffenen Knoten den Verkehr andersherum über den Ring. Das Kriterium für die Umschaltung auf den Ersatzweg ist der Leistungsabfall eines Signals zwischen der Stelle, wo es den Ring betritt und der Stelle, wo es ihn verlässt. In einem OCh-DPRing gibt es keinen Unterschied, ob der Arbeits- oder der Ersatzweg gewählt wird, solange beide die gleiche Qualität haben. Die Schaltung auf den Ersatzweg wird nur dann ausgelöst, wenn die Signalverschlechterung wirklich aus dem Ring kommt. Dies bedeutet, dass man eine Leistungsmessung zwischen Eintritts- und Austrittspunkten vornehmen muss. Will man auf Nummer Sicher gehen, muss man auch in einem OCh-SPRing 50% der Gesamtkapazität für den Schutz reservieren. Im fehlerfreien Fall können die Ersatzkanäle jedoch auch Verkehr tragen, an den niedrigere Qualitätsanforderungen gestellt werden und der im Fehlerfall zugunsten der umzuleitenden Kanäle vom Netz genommen werden kann.

Fortsetzung folgt

Ausbildung zum ComConsult Certified Network Engineer



Nutzen Sie unsere Paketpreise!

3er Paket: Buchen Sie drei beliebige Seminare unserer Ausbildung zum ComConsult Certified Network Engineer und Sie zahlen statt EUR 5.970,-- nur den Paketpreis von EUR 5.190,-- zzgl. MwSt.

Komplett-Paket: Für die komplette Ausbildung mit allen vier Seminaren zum ComConsult Certified Network Engineer zahlen Sie statt EUR 7.960,-- nur den Paketpreis von EUR 6.690,-- zzgl. MwSt.

Termine 01/02

Lokale Netze für Einsteiger

Einzelpreis: EUR 1.990,-- zzgl. MwSt.

- ▶ 22.10. - 26.10.01 in Aachen
- ▶ 26.11. - 30.11.01 in Aachen
- ▶ 21.01. - 25.01.02 in Aachen
- ▶ 18.02. - 22.02.02 in Aachen
- ▶ 18.03. - 22.03.02 in Aachen
- ▶ 15.04. - 19.04.02 in Aachen
- ▶ 17.06. - 21.06.02 in Aachen

Internetworking

Einzelpreis: EUR 1.990,-- zzgl. MwSt.

- ▶ 03.12. - 07.12.01 in Aachen
- ▶ 28.01. - 01.02.02 in Aachen
- ▶ 04.03. - 08.03.02 in Aachen
- ▶ 22.04. - 26.04.02 in Aachen
- ▶ 17.06. - 21.06.02 in Aachen

Neue Ethernet Technologien

Einzelpreis: EUR 1.990,-- zzgl. MwSt.

- ▶ 10.12. - 14.12.01 in Aachen
- ▶ 28.01. - 01.02.02 in Aachen
- ▶ 08.04. - 12.04.02 in Aachen
- ▶ 10.06. - 14.06.02 in Aachen

TCP/IP und SNMP

Einzelpreis: EUR 1.990,-- zzgl. MwSt.

- ▶ 22.10. - 26.10.01 in Bonn
- ▶ 03.12. - 07.12.01 in Berlin
- ▶ 21.01. - 25.01.02 in Düsseldorf
- ▶ 04.03. - 08.03.02 in Berlin
- ▶ 22.04. - 26.04.02 in Berlin
- ▶ 24.06. - 28.06.02 in Berlin

ComConsult
Akademie

ComConsult Certified Network Engineer

"Die Kurse habe ich mir nicht nehmen lassen."

Bernd Steinmeyer (27) arbeitet bei der Datenverarbeitungsgesellschaft der Niedersächsischen Sparkassen in Hannover.

Insider: Bei der dvg also. Was ist denn die nbg? Die gehören doch zusammen, oder?

Bernd Steinmeyer: Die nbg ist die Netzbetriebsgesellschaft. Die ist ausgegliedert. Die nbg war mal eine Abteilung der dvg und kümmert sich jetzt aber ausschließlich um die Netze der dvg in Zusammenhang mit den Instituten nach draußen, also mit den Sparkassen selbst. Innerhalb der dvg haben wir auch noch eine eigene Abteilung, die sich um die reinen Campus-Netze kümmert und das Ganze organisiert und strukturiert. Aber ansonsten ist hauptsächlich die nbg für die Netze zuständig.

Insider: Und was machen Sie bei der dvg?

Bernd Steinmeyer: Die dvg baut zur Zeit eine neue Technik auf. Die Sparkassen arbeiten bisher noch viel mit der Host-Anwendung, mit dem Großrechner. Und die dvg bietet den Sparkasseninstituten auch Anwendungen an, die auf Sun Solaris laufen, große Server, Enterprise-Systeme. Die Systeme sind auch miteinander vernetzt, da wird eine neue Struktur aufgebaut. Ich bin in dem Bereich, der sich mit dem Aufbau der ganzen Solaris-Strukturen und den Anwendungen beschäftigt, tätig.

Insider: Wird das denn nur von einzelnen Sparkassen in Anspruch genommen?

Bernd Steinmeyer: Ja, teilweise sind es einzelne Sparkassen, teilweise sind es Anwendungen, die in der Entwicklung sind, die dann den Sparkasseninstituten unter einer großen Anwendung zur Verfügung gestellt werden oder die dann wieder mehrere kleine Teilbereiche bzw. -anwendungen hat. Das ganze Gebiet ist relativ neu und nennt sich Unix-Server-Control-Center. In diesem Bereich sind wir zur Zeit ungefähr 40 bis 50 Mitarbeiter, die meisten davon sind aber externe Mitarbeiter. Das Problem ist eben heutzutage an gute Leute zu kommen.

Insider: Was haben Sie denn vorher gemacht?



Dr. Jürgen Suppan gratuliert Bernd Steinmeyer zur bestandenen Prüfung zum ComConsult Certified Network Engineer

Bernd Steinmeyer: Ich bin bei der dvg seit 1 3/4 Jahren. Eigentlich komme ich aus einer ganz anderen Branche, aus der Nachrichtentechnik. Ich bin also quasi Quereinsteiger in die IT-Branche. Ich bin jetzt seit 9 Jahren im Berufsleben und habe mich nach 7 Jahren entschlossen von meiner damaligen Firma fortzugehen, um auch mal was neues kennenzulernen. Und da hab ich gesagt, dann nehme ich jetzt einfach mal die IT-Branche. Jetzt habe ich festgestellt, dass grade das Thema Netzwerke sehr aktuell ist, dass dort überall Fachleute gesucht und gebraucht werden. Mein jetziger Chef hat mir vor einem halben Jahr angeboten, diese Ausbildung von ComConsult zu machen. Hintergrund war der, dass wir eigentlich in unserer Gruppe diesen Backbone, den wir aufgebaut haben, selber betreuen sollten. Das wurde dann letztendlich doch outgesourct an die nbg, aber die Kurse habe ich mir natürlich trotzdem nicht nehmen lassen. Ich sehe für die Zukunft auch mehr die Perspektive in Richtung Netzwerke als in Richtung Unix-Systeme.

Insider: Wieso haben Sie denn die Kurse noch besucht, obwohl Sie ja mit der Materie eigentlich aktiv nicht mehr so viel zu tun haben?

Bernd Steinmeyer: Wir haben bei uns in der Abteilung einen Mitarbeiter aus der nbg sitzen, der dort den Backbone, die ganze Strukturierung, koordiniert. Ich soll dessen Stellvertreter werden. Ich werde wohl auch immer Stellvertreter bleiben, denn das ganze Netzwerk liegt nun mal in der Verantwortung der nbg. Sicherlich kommt man damit teilweise in Berührung, aber ich habe momentan auch viele anderen Aufgaben, die sich mehr auf das reine Unix-Geschäft als auf diese ganzen Netzwerk-Technologien beziehen. Ich kann das Wissen was mir in der Ausbildung vermittelt wurde schon brauchen dafür, um verstehen zu können, was da passiert, aber rein aktiv habe ich weniger damit zu tun. Einen großen Nutzen hat die Ausbildung aber in jedem Falle für mich gehabt.

Aktuelle Veranstaltungen

Design Windows 2000 Active Directory, 10. - 12.09.01 im Holiday Inn Bonn

Das Seminar vermittelt, unterstützt durch den Praxisbezug zu Projekten in diesem Umfeld, wie das Active Directory zu strukturieren ist und legt dabei großen Wert auf den Entwurf der strategischen Komponenten (Domäne, Standort).

Referenten: Markus Holländer, Michael van Laak, Frank Neunzig, ComConsult Beratung und Planung

Preis: EUR 1.590,--

Schirmung, Erdung, Potentialausgleich... 17. - 18.09.01 im Holiday Inn Bonn

Das Seminar behandelt die scheinbar unerklärlichen Störscheinungen in Netzwerken und im Betrieb elektronischer Geräte, die durch Wechselwirkungen mit der Elektroinstallation entstehen.

Referenten: Dipl.-Ing. Karl-Heinz Otto und Hans-Günter Hergesel

Preis: EUR 990,--

Verkabelungssysteme für Lokale Netze, 17. - 18.09.01 im Holiday Inn Bonn

Das Seminar basiert auf der Erfahrung einer Vielzahl aktueller Verkabelungsprojekte und deren Betrieb. Es führt methodisch vom aktuellen Stand der Technik bis zu den Leistungsmerkmalen zukünftiger Lösungen.

Referent: Dipl.-Ing. Hartmut Kell, ComConsult Beratung und Planung

Preis: EUR 1.290,--

Projekt-Management, 17. - 19.09.01 im Holiday Inn Bonn

In diesem Seminar lernen Projektleiter ein Projekt effektiv zu organisieren und überzeugend zu führen. Es basiert auf einem kreativen Mix aus Lehrvorträgen, Erfahrungsaustausch und praktischen Übungen.

Referent: Dr. Ralf Hillemacher

Preis: EUR 1.590,--

Moderne Datenkommunikation, 24. - 26.09.01 im Holiday Inn Bonn

Das Intensiv-Seminar vermittelt Techniken, Verfahren und Systeme der Datenkommunikation für Ein- und Umsteiger. Der Schwerpunkt liegt auf dem erfolgreichen Einsatz der Internet/Intranet-Technologien.

Referent: Dr. Franz-Joachim Kauffels

Preis: EUR 1.990,--

Verkabelungs-Forum 2001, 24. - 26.09.01 im Maritim Hotel in Königswinter

Auch dieses Forum bietet nach dem bewährten ComConsult-Kongress-Konzept eine Kombination aus Hintergrund-Vorträgen, Erfahrungsberichten, Live-Produkt-Präsentation und einer begleitenden Ausstellung. (Nur noch sehr wenige Plätze)

Moderation: Dr. Jürgen Suppan

Preis: EUR 1.590,--

Sicherer Internet-Zugang ... 24. - 26.09.01 im Holiday Inn Bonn

Das Seminar erläutert die technischen und begleitenden organisatorischen Maßnahmen, mit denen ein sicherer Internet-Zugang für E-Mail, Web und E-Business erreicht werden kann.

Referenten: Dr. Behrooz Moayeri, Dipl.-Inform. Andreas Meder

Preis: EUR 1.590,--

Betrieb von Windows 2000 Active Directory, 01. - 02.10.01 im Holiday Inn Bonn

Das Seminar stellt an praktischen Beispielen eine Reihe von aktuellen Verwaltungswerkzeugen für den alltäglichen Betrieb vor.

Referenten: Dipl.-Ing. Lars Kuhl

Preis: EUR 1.290,--

Voice over IP, 15.10. - 17.10.01 im Holiday Inn Bonn

Das 3-tägige Seminar informiert Sie über die Integration der Sprache in Datennetze. Sie erfahren, wie Sie diese Technik in WAN und LAN gewinnbringend einsetzen können, welche technischen Voraussetzungen erforderlich sind und wie Quality-of-Service gestaltet wird.

Referent: Dipl.-Inform. Petra Borowka, Dr.-Ing. Behrooz Moayeri

Preis: EUR 1.590,--

ComConsult Akademie – Telefax: 02408/955-399

Anmeldung

Titel des Seminars

Name

Vorname

Termin

Firma, Abteilung

Position, Funktion

☐ Bitte buchen Sie für mich ein Zimmer im
Veranstaltungshotel

Straße

PLZ, Ort

Faxen Sie uns einfach diesen Abschnitt
an **02408/955-399** oder schicken Sie eine
eMail an **akademie@comconsult.de**
oder buchen Sie über unsere Web-Seite
http://www.comconsult-akademie.de

Telefon

Fax

eMail

Unterschrift

Handelsplattform für gebrauchte Netzwerkkomponenten

Gebrauchte Netzwerk-Komponenten

Die Spielregeln

Gebrauchte Netzwerk-Komponenten, die im Rahmen eines Redesigns ausgemustert werden, könnten einige Betriebe sehr gut gebrauchen. Hier wollen wir helfen. Wir bauen für unsere Kunden eine Handelsplattform für gebrauchte Netzwerk-Komponenten auf. Die Spielregeln: Sie melden uns, welche Produkte/Komponenten Sie anbieten/suchen mit Ihrer Preisvorstellung.

Ihr Angebot wird in anonymer Form auf dem Webserver der ComConsult Akademie unter www.comconsult-akademie.de und im Netzwerk Insider veröffentlicht.

Interessenten melden sich per Mail, mit dem Fax-Formular (unten) oder über den Web-Server bei uns. Wir stellen den Kontakt zwischen Anbieter und Nachfrager her.

Wir erhalten vom Verkäufer für diese Leistung 10% Provision auf den erzielten Kaufpreis. Davon stellen wir die Hälfte ausgewählten Schulen als Spende zum Aufbau ihres Internet-Zugangs oder ihres internen Netzwerks zur Verfügung. Der Kaufvertrag entsteht direkt zwischen Käufer und Verkäufer. Wir selber haften in keiner Form für die Qualität oder Nutzbarkeit der Komponenten.

Gebote

Adapter

Madge, Token Ring BM2, MKII, MKIII alles PCI, über 100 Stck., Preis DM 50,-/Stk. **B10802**

Olicom TR PCI Adapter OC-3137. 10 Stück, DM 40,- pro Stck. VB **B10808**

Concentrator

IBM, 8230-013, 15 Stck., DM 860,- Alle IBM CAUs 8230-013 sind in sehr gutem Zustand und technisch geprüft. Entsprechende LIUs und RJ45 LAM können ebenfalls angeboten werden. Preis auf Anfrage. **B10804**

Hub

3Com, Superstack II Hub, LinkBuilder FMS TR, 24- port 4/16 Mbit/s Token Ring Hub, unmanaged, 1 Stck., DM 85,- zzgl. MwSt. **B10503**

IBM, Hub 8250 mit Management, LWL u. Kupfer RI+RO 80 Ports, 1 Stck., VS **B10607**

Hub

IBM, Hub 8250 mit Management, LWL u. Kupfer RI+RO, 100 Ports, 1 Stck., VS **B10608**

IBM, Hub 8250 mit Management, LWL u. Kupfer RI+RO, 120 Ports, 1 Stck., VS **B10609**

Token Ring Hub LANNET/LET 36, 6x LTR 104 Ports, 1 Stck., DM 600,00 **B10603**

Ringleitungsverteiler

Madge, Smart CAU/LAM STP, 10 Stck., VS **B10801**

Switch/Brücke

3Com, SuperStack Switch 3000, 1 Stck., DM 650,- **B10502**

Bay Network, Switch Centillion 100 4x LWL, 12x Kupfer, 1 Stck., VS **B10605**

Switch/Brücke

IBM, 8229-01 TR/TR, 23 Stck., VB DM 500,-. Alle Brücken sind in sehr gutem Zustand, ggf. kann eine Umrüstung als Token Ring/Ethernet Brücke durchgeführt werden. Preis auf Anfrage. **B10805**

IBM, Switch 8272, 8x Kupfer, LWL RI + RO, 1 Stck., VS **B10606**

Sonstiges

SDV 231 2-Draht, Standleitung, 18,2 KB, ca. 9KM, voll duplex, Tischgerät V24, 1 Stck., DM 650,- **B10610**

Perle Remote Access Server Mod. 400 RAS-2 Port Ethernet, 1 Stck., VS **B10604**

Extendet Systems, ESI 2852 16/4 TR, 50 Stck., VB **B10611**

Nortel Networks Printserver, 1 Stck. DM 250,- **B10702**

Weitere Gebote

finden Sie auf dem Web-Server der ComConsult Akademie unter

www.comconsult-akademie.de

Gesuche

Adapter

IBM Eth. USM Adapter für FDX BNC
PT 8274-7100, 1 Stck., VS S10405

Lexmark MarkNet Prinserver, Anzahl
min. 1, mindestens 2 x par. Anschlüsse, VS S10806

HP J2585B 100VG, 160 Stck., DM
80,00 – Kaufen eventuell auch noch
100VG-Hubs wie J2415A sowie Switch
2000 J3100B S10504

Concentrator

IBM 8.230.013, 10 bis 50, VS S10401

Handbuch

3Com Beschreibungen/Handbuch zur
Nutzung des Routing L3 auf 3Com
Switches 3Com 4007 (Command Reference Guide vorhanden), VS S10803

Hub

IBM 8260-3010 Dual Fiber Repeater
Module, 1 bis 2 Stck., VS S10404

IBM 8260-3018 18Port TR Media
Mod., 1 bis 2 Stck., VS S10403

IBM 8260-1200 DMM Distributed Management Modul, 1 bis 2 Stck., VS S10402

Ringleitungsverteiler

Madge, Smart RAM Plus # Port Nr. 55-
55, 1 Stck., VS S10601

Madge, Smart LAM Plus # Port Nr. 55-
42, 1 Stck., VS S10602

Madge, Smart Lan Plus, Anzahl 1 bis
2, VS S10704

Router

Cisco kleiner Router zu Übungszwecken, Typ spielt keine Rolle, 1 Stck., bis
200,-- DM S10809

Switch/Brücke

IBM 16 PT RJ 45 UTP/STP 4/16 MBIT
TR Switching Modul 8274-0867, 1
Stck., VS S10408

IBM 8 PT 10 Base FL, MMF SC, 2k
CAM Switching Modul 8274-0562, 1
Stck., VS S10406

IBM 32-PT 10/100 TX Switching Modul
RJ 45 2k CAM 8274-3725, 1 Stck., VS S10407

Xylan/Alcatel/IBM, Omni Switch Serie
(Switches und Module) mehrere Stck.,
VS S10701

Fax an 02408/955-399

☐ Ich suche
☐ Ich biete

Produkt/Komponente/Release/Software

Preisvorstellung

Ansprechpartner

Firma

Ort

Straße

Telefon, Fax

eMail

☐ Antwort auf Gesuch
☐ Antwort auf Gebot

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Preisvorstellung

Ansprechpartner

Firma

Ort

Straße

Telefon, Fax

eMail

Weitere Gesuche

finden Sie auf dem Web-Server der ComConsult Akademie unter

www.comconsult-akademie.de