

# Sprache im Datennetz

Handbuch für mittelständische Unternehmen

I-ST.net GmbH  
Eglshalde 14  
78647 Trossingen

Tel. 0800-3227700  
Fax 07425-32277  
info@i-st.net



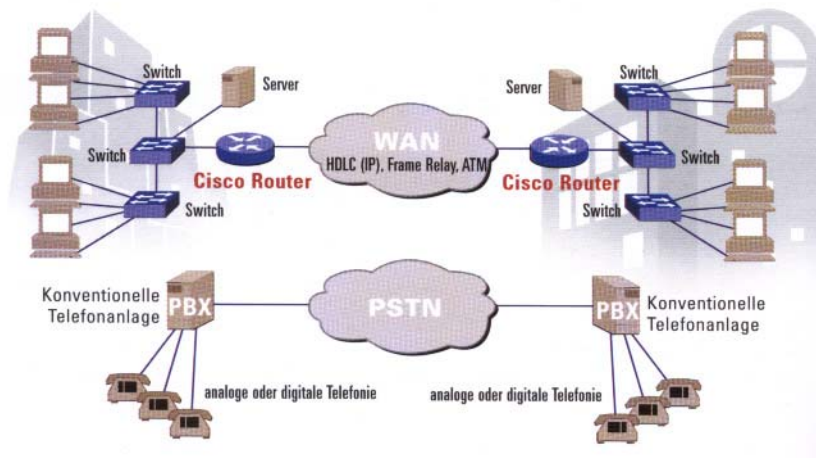
## Der Beginn einer neuen Epoche

### Der Status Quo

Das Telefon, ein seit Jahrzehnten etabliertes und unentbehrliches System, hat mit der Geschwindigkeit der Entwicklung im Datentransport nicht schrittgehalten. (siehe Abbildung)

Der Grund ist die Entwicklung und effiziente Nutzung von Softwareapplikationen. Innerhalb von Sekunden können auf Ressourcen zugegriffen werden, E-mails verschickt, Faxe versandt und mit Partnern aus aller Welt Transaktionen durchgeführt werden und vieles mehr. Dieser Weg ist oft einfacher, schneller und man weiss dazu noch genau, das man z.B. eine Beantwortung der E-mail

### Die heute übliche Infrastruktur



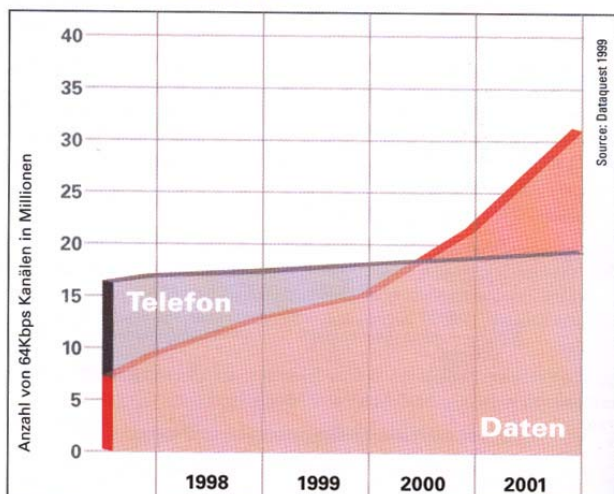
seinem Kollegen auch tatsächlich geschickt hat. Das Telefon ist hier nur noch ein subjektives Medium.

Während in Firmennetzwerken (LAN's) die Kategorie 5 Verkabelung mit Übertragungsleistungen von 100 Mbps bereits weltweiter Standard geworden ist, findet Telefonie noch grossteils auf den altbewährten Kupferkabeln statt. Die „innovative“ ISDN Technologie basiert dabei auf einem Volumen von 64 Kb/sec.

Um die ständig steigenden Anforderungen an Übertragungskapazität in der Telefonie zu erfüllen, bestehen zwei Möglichkeiten:

- neue zusätzliche Leitungsnetze zu verlegen
- die vorhandenen Netze durch Einsatz modernerer Technologien besser zu nutzen

### Entwicklung des weltweiten Datentransports im Telefon- und Daten-Netz.



Schon im Jahr 2000 werden in den weltweiten Netzwerken mehr Daten als Sprache transportiert werden.

Da auch in der ISDN Technologie Sprache als binäre Daten übertragen werden liegt es nahe, die bestehenden weltweiten Netzwerke künftig sowohl für die Übertragung von Sprache, wie auch für den Datentransfer gemeinsam zu nutzen. Speziell schon deshalb, weil mittels der Voice-over-IP-Technologie auf einer 64 Kbps ISDN Leitung problemlos gleichzeitig bis zu vier Gespräche übertragen werden können.

Dieses Handbuch erklärt Ihnen die technischen Möglichkeiten der Integration der beiden zur Zeit noch unterschiedlichen Systeme, samt den damit verbundenen wirtschaftlich sinnvollen Anwendungen.

Sicher ist jedenfalls, daß die ehemals unterschiedlichen Welten „Sprach- und Datenübertragung“ bereits zu einer Einheit verschmelzen.

## Der sanfte Umstieg

Der Übergang zur IP-Telefonie findet in der Regel gleitend statt. Heutiger Firmen-Standard ist noch der Betrieb einer konventionellen Telefon-Nebenstellenanlage neben einer rasch wachsenden Dateninfrastruktur.

### Im ersten Schritt beginnen sie mit der Integration von Sprache und Daten

Sie nutzen Ihre bereits bestehenden Datenleitungen zu Filialen und Geschäftsstellen indem Sie ihre Router und Gateways auf IP-Telefonie umrüsten.

Dadurch kann die Telefonanlage mit einer Verbindung an den Router angeschlossen werden, Telefonate von der firmeninternen TK-Anlage können nun über die Datenleitungen transportiert werden. Damit sind Gespräche innerhalb des Firmennetzwerkes zu Filialen und angebundene Außenstellen kostenlos, ohne daß die Datenübertragung merkbar beeinflusst wird.

Telefonate, die nicht über Standleitungen laufen sollen, werden dabei nach wie vor in das PSTN Netz geschickt. Schon in diesem ersten Schritt erfolgt eine extreme Reduzierung von Telefonkosten, auch kann meist die Anmietung weiterer Amtsleitungen bei steigendem Gesprächsaufkommen vermieden werden.

### Im nächsten Schritt werden IP-Telefone und Software für das Call Management installiert.

Damit entfällt die Notwendigkeit, bei Erweiterungen des Unternehmens das TK-Netz auszubauen und zu betreiben.

Die IP-Telefonie kann in neu eingerichteten Abteilungen der Zentrale oder Nebengebäuden anstelle einer Ausweitung der Nebenstellenanlage installiert werden. Der Einsatz der IP-Telefonie erspart damit den Aufbau zweier getrennter Verkabelungen, der Anwender kann nicht unterscheiden, ob sein Gespräch über die konventionelle Telefonie oder IP-Verbindung läuft.

### Im letzten Schritt dominieren IP-Telefone als Endgeräte

Die Trennung von proprietären Systemen wird vollzogen. Call-Server-Applikationen regeln den gesamten Netzverkehr und innovative Drittanbieter entwickeln kostengünstige Lösungen für Unified Messaging.

Die Kommunikation zwischen der Netzwerk-Infrastruktur, dem Call-Management und den aufgesetzten Applikationen für Accounting, Billing und Unified Messaging erfolgt über fest definierte Standards wie H.323 und TAPI (Telephony Application Programming Interface). Innovative Hersteller werden auf diese offenen Standards kostengünstige Applikationen entwickeln, die auch untereinander kompatibel sind. Hierzu stehen die heute standardisierten Schnittstellen wie TAPI, JTAPI und SMBl zur Verfügung.

Für Unternehmen werden sich durch die Verschmelzung von Daten- und Sprachanwendungen neue Geschäftsmodelle entwickeln, wie *Web-Based-Call Center* und eine Vielzahl zusätzlicher Serviceleistungen für Kunden.

Die Mailbox des PC's wird die in Abwesenheit vom Arbeitsplatz eingegangenen Telefonate aufgelistet anzeigen und/oder automatisch weiterleiten, die aufgezeichneten Nachrichten können wie andere Datenpakete behandelt werden, als Attachment weiter verschickt, oder anstelle von Gesprächsnotizen am Server abgelegt werden.

Das laufende Schreiben von Gesprächsnotizen wird schon bald der Vergangenheit angehören, da jedes Telefonat als Datenpaket speicherbar ist.

**Wichtig wird dabei sein, diese Schritte anhand eines mit Bedacht erstellten Konzeptes in die bestehenden Betriebsabläufe einzubinden um den Mitarbeitern einen sanften Umstieg in diese Technologien zu ermöglichen.**



## Die Struktur der Technologien

### Telefonie

Der ursprüngliche, analoge Standard der Telefonie wird derzeit durch die digitalisierte Sprachübertragung (in Europa: ISDN) ersetzt, womit auch bei der Sprachübertragung nur mehr eine Serie von „0“ und „1“ transportiert wird.

Typisch für die traditionelle Telefonie ist, daß von den Herstellern proprietäre Systeme entwickelt wurden, die untereinander nicht kompatibel sind. D.h., dass z.B. ein ISDN-Telefon einer Telefonanlage „PBX-X“ nicht an eine „PBX-Y“ von einem anderen Hersteller angeschlossen werden kann. Oft ist die Software der TK-Anlage für Accounting, Billing Management und Überwachung proprietär. Sie können nicht bei einem zu hohen Preis auf eine andere Software für die TK-Anlage ausweichen. Das Resultat ist Unflexibilität und ein erhöhter Preis für den Kunden.

### Datenübertragung

Auch in der Datenübertragung existieren vereinzelt noch proprietäre Systeme, doch werden mittlerweile 70% des weltweiten Datentransfers über IP (Internet Protocol) abgewickelt. Seit der Erfindung des ersten *Routers* können damit verschiedene Plattformen (DOS, Windows, Unix, MAC/OS, Linux, etc.) problemlos miteinander kommunizieren.

Das auf Basis dieser Technologie entstandene Internet ist innerhalb nur weniger Jahre zum Rückgrat des internationalen Datenaustausches geworden. Bereits in diesem Jahr wird die Anzahl der weltweiten Datenleitungen jene der Telefonleitungen übertreffen —und das aufsetzend auf den Standard „IP“.

### Die Transportmedien

Der Transport von Sprache und Daten findet innerhalb der weltweit vorhandenen Kabelnetze, aber auch vermehrt durch Mobilfunkübertragung statt, wobei die Kapazität der vorhandenen Leitungen von der Anwendung unterschiedlicher Technologien abhängig ist.

Die tatsächliche Übertragungskapazität einer Leitung wird in „bits per second“ (bps) angegeben. Bereits in den 50er Jahren wurde ein Standard vereinbart, der 8000 Sprachsignale pro Sekunde jeweils mit acht Bit kodiert. Diese 64 Kbps bilden bis heute die grundlegende Blockgröße weltweiter digitaler Kommunikationseinrichtungen.

Die Übertragung von Sprache und Daten stellt unterschiedliche Anforderungen an ein Netzwerk. Die beiden Welten bewegen sich aber aufeinander zu.

Der Mechanismus, der Sprache in Bits und wieder zurück übersetzt, determiniert die Leistungsfähigkeit der Sprachübertragung in IP-Netzen. Codec, nach den Begriffen „Coder/Decoder“, hieß das erste Gerät, das zur Transformation der Sprache für deren elektronischer Übertragung eingesetzt wurde.

Nach dem zweiten Weltkrieg stellte sich diese Technologie als Notwendigkeit für die effektive Nutzung von Langstreckenleitungen heraus. Ein globaler Standard wurde vereinbart, der 8000 Sprachsignale pro Sekunde jeweils mit acht Bit kodiert. Diese Parameter, bezeichnet als G.711 Standard, gewährleisten, was heute als „Telefonqualität“ bezeichnet wird. Kompressionsmechanismen werden hier zwar nicht definiert, der resultierende Datenstrom von 64 Kbps bildet jedoch bis heute die grundlegende Blockgröße weltweiter digitaler Kommunikationseinrichtungen.





## Nutzung von Bandbreite

Eine effizientere Nutzung von Bandbreite kam mit der CELP-Technologie (*Codebook Excited Linear Predictive Coding*) auf. Grundlage bildet hier ein mathematisches Modell des menschlichen Sprachsystems. Ein Transmitter analysiert den Sprachstrom, indem er ihn mit dem mathematischen Modell vergleicht. Für jede Komponente der Sprache erzeugt er einen Code entsprechend dem Bestandteil des Modells, zusammen mit einem Fehlercode. Der gibt an, wie der aktuelle Sprachfluß sich von dem Modell unterscheidet. Ein Receiver empfängt Code und Fehlercode, kombiniert diese mit dem mathematischen Modell und generiert hieraus wieder den Sprachfluß. Ein guter *Celp-Codec* erzeugt Sprachqualität, die von einer 64-Kbps-PCM-Übertragung nicht zu unterscheiden ist, verwendet jedoch nur 8 Kbps. Das in GSM Mobiltelefonen eingesetzte Celp-Verfahren erreicht eine Datenrate von 9,8 Kbps.

Zusätzlich werden per *Voice Activity Detection* die bei der Sprachübertragung nicht genutzten Kapazitäten (Sprechpausen etc.) für die Übermittlung nicht priorisierter Daten verwendet.

## Neue Anforderungen

Integriert sind eine Reihe weiterer Details, die Voice over IP in der Anwendung einfacher und effizienter machen. Die Telefon-Kommunikation erfolgt im Halb-Duplex-Betrieb. Während eine Seite spricht, hört die andere zu und umgekehrt. Daß beide Seiten gleichzeitig reden ist eher selten. Dennoch unterstützt da traditionelle Telefon den Voll-Duplex-Betrieb, überträgt als ständig Audiodaten in beide Richtungen. Indem man „Ruhe“ auf einer Seite durch einen Standard-Wert kodiert, läßt sich die benötigte Bandbreite der Telefonverbindung erheblich senken. Dafür muß das System in der Lage sein, auf neue Geräusche, die ein Abweichen vom Ruhezustand darstellen, sofort zu reagieren.

*Silence Surpression* kann die Kapazität einer Datenleitung für Sprachübertragung verdoppeln, ohne allerdings die Anzahl der parallel übertragbaren Gespräche zu erhöhen. Dies liegt daran, daß man den Fall unterstützen muß, daß beide Teilnehmer gleichzeitig sprechen. Auch wenn dieser selten auftritt, muß dennoch die notwendige Bandbreite zur Verfügung stehen. In der Praxis kann man von der dadurch gewonnenen Bandbreite dennoch profitieren, indem diese zur Übertragung nicht zeitkritischer Daten wie Fax oder E-mail genutzt wird.

Parallel entwickeln die Hersteller Technologien, um den architektonischen Nachteilen des IP-Netzes entgegenzuwirken. Das größte Problem ist die fehlende Verbindungsgarantie. Im IP-Netz kann ein Paket über beliebige Wege geroutet werden. Dies bedeutet jedoch, daß nicht vorhersehbar ist, wie lange ein Paket für die Übertragung von A nach B benötigt, selbst wenn zuvor ein Paket mit den selben Ursprungs- und Zielkoordinaten das Netz durchlaufen hat.

## Dienstgüte

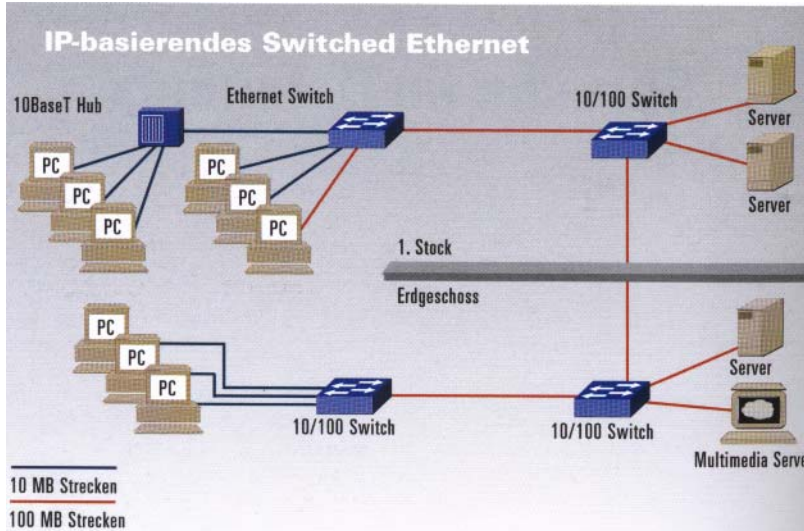
Das IOS™ (*Internetworking Operation System*) Betriebssystem von Cisco Systems, mittlerweile praktisch Standard der weltweiten IP-Übertragungen, ermöglicht die Einteilung der Datenpakete per *Class of Service* (CoS) in hierarchische Prioritätsklassen (Gold, Silber, Bronze, etc.). Das *Quality of Service* (QoS) steuert dann die Reihenfolge der Datenübertragungen anhand dieser Prioritäten, sodaß die für die Übertragung von Sprache erforderliche Bandbreite bei Bedarf auch tatsächlich zur Verfügung steht.



## Strukturen der Technologien

### Shared Ethernet

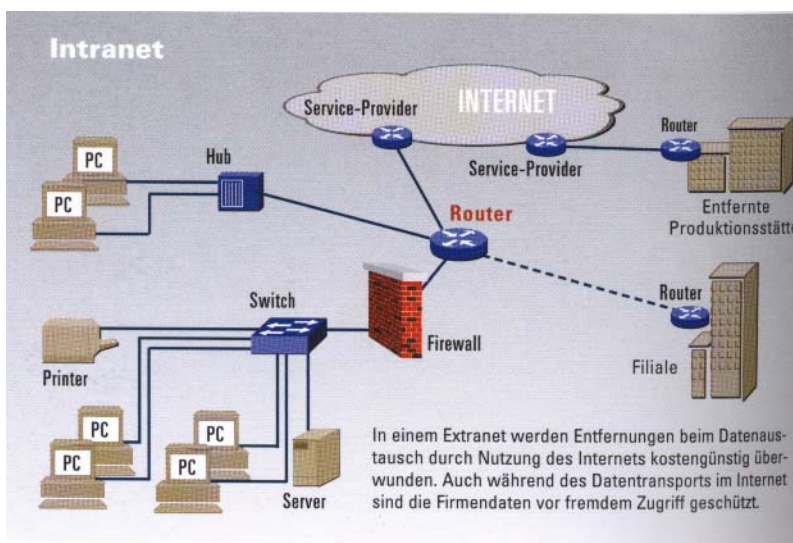
Alle Netzwerkkomponenten sind mit einer 10BaseT Verkabelung (Twisted Pair) mit einem Port des Hubs verbunden, alle Datenpakete sind an jedem Port verfügbar.



### Switched Ethernet

Switching nützt die vorhandene Bandbreite je nach Bedarf flexibel aus, im 10BaseT Ethernet können auch 100 Mbps Strecken eingerichtet werden. Hochbelastete Strecken (zu Servern, Druckern oder Power-Usern) erhalten 100 Mbps Segmente, zusätzlich können Prioritäten für den Datentransport individuell festgelegt werden. Die Art des Datenpakets wird automatisch analysiert und nur dem dedizierten Empfänger übermittelt, das gesamte restliche Netz bleibt völlig unbelastet.

**Ein switched Ethernet ist Voraussetzung für die Nutzung der Voice-over-IP Technologie, die benötigte Dienstgüte des „Quality of Service“ (QoS) kann sonst nicht garantiert werden.**



Durch den Einsatz eines voice-fähigen Routers wird die Anbindung der TK-Anlage und damit die Sprachübertragung über vorhandene Standleitungen ermöglicht.

## Token Ring

Eine von IBM entwickelte LAN Technologie, wobei die einzelnen Stationen ringförmig angeordnet sind. Die Sendeberechtigung wird durch einen im Ring laufenden *Token* gesteuert der jeweils eine Datensendung transportiert, welche vom Empfänger kopiert und anschliessend vom Absender gelöscht wird. Dann steht der Token wieder für einen neuen Datentransport zur Verfügung.

Für Sprachtransport nicht geeignet.

## Frame Relay

Eine der ersten verbindungsorientierten WAN Technologien, in welcher die Router über logische Verbindungen (DLCI's) verbunden werden. Frame Relay kann über ISDN oder Standleitungen eingesetzt werden. Wird zunehmend von IP-Technologie abgelöst.

## ATM

(Asynchronous Transfer Mode). Eine verbindungsorientierte WAN Technologie für Hochgeschwindigkeitsnetze. Die Daten werden dabei in Zellen mit fixer Länge im Netzwerk transportiert.



## Sprachübertragung im Datennetz

### Warum wird gerade Sprache über IP übertragen?

Das IP Protokoll wird zum Standard der weltweiten Kommunikation in Datennetzen. Im Jahr 2001 soll, vor allem getrieben durch die Internet/Intranet-Technik, IP bereit in rund 80 Prozent aller Installationen die Grundlage der Informationsübertragung bilden.

**Um jedoch Daten und Sprache gleichzeitig über ein Medium zu übertragen, müssen die Netzwerke erweiterte Voraussetzungen erfüllen. Er reicht nicht alleine aus, die Bandbreite drastisch zu erhöhen, um Daten und Sprache gleichzeitig zu transportieren.**

Um ein Multiservice-Netz (ein Netzwerk für die gleichzeitige Übertragung von Video, Daten und Sprache) aufzubauen, müssen Anwender ihre bestehende Netzinfrastruktur anpassen. Denn Sprach- und Datenpakete verhalten sich im Netz recht unterschiedlich. Applikationen auf einem PC benutzen für die Übertragung oft die gesamte Bandbreite des Netzes. So kann es bei hohem Datenverkehr zu einer kompletten Auslastung der Bandbreite kommen. Das Telefonat in IP-Paketen benötigt dagegen im Durchschnitt nur 17% einer 64 Kbps Leitung, ist dafür im Gegensatz zu den meisten Daten sehr empfindlich auf Verzögerungen und Verzögerungsvariationen (Jitter).

### Datenströme identifizieren und priorisieren

Video-Datenströme stellen noch höhere Anforderungen an Bandbreite und Verzögerung. Multiservice-Netze müssen deshalb die verschiedenen Datenströme identifizieren und mit einer entsprechenden Dienstgüte (Quality of Service - QoS) ausstatten. So sollte bei künftigen Netzplanungen darauf geachtet werden, daß die aktiven Netzkomponenten genügend Bandbreite und Priorisierungsmechanismen unterstützen und daß Priorisierungsfunktionen und -protokolle in ihnen implementiert werden können.

Kommunizieren Unternehmen mit Filialen und Partnern über Daten-Standleitungen, so bieten zum Beispiel Komponenten von Cisco die Möglichkeit, die Telefonanlage mit einem Access Server oder einem Router anzubinden.

**Telefonate zu den Standorten, die über eine Standleitung angeschlossen sind, werden dann über die Datenleitungen geroutet, während alle anderen Telefonate weiterhin über das öffentliche Netz laufen.**

Ein Komprimierungsverfahren sorgt für einen wirtschaftlichen Mittelweg zwischen Bandbreitenanspruch und Sprachqualität. Verschiedene Kompressionsverfahren stellen verschiedene Qualitätsstufen für die Sprachgüte bereit. Als Indikator und Vergleichsmöglichkeit hat sich der *Mean Opinion Score* (MOS) bewährt. MOS basiert auf wissenschaftlich fundierten Hörtests und wird auch von der ITU eingesetzt. Als MOS-Bewertungsmaßstab dienen beispielsweise Knackgeräusche und Echosignale, deren Intensität auf einer Skala von 1 (schlecht) bis 5 (exzellent) bewertet wird.

### Mickey-Mouse-Effekt vermeiden

Bei Sprache über IP führen Schwankungen innerhalb der Übertragungszeit von Datenpaketen dazu, daß die vom Empfänger wahrgenommene Sprechgeschwindigkeit steigt oder sinkt, daß sich damit die Sprachwiedergabe verzerrt und ins Lächerliche gezogen wird.

**Um dies zu vermeiden, ermittelt IP-Telefonie Zeitverzögerungen des Netzes und puffert die Daten beim Empfänger, um sie dann mit der authentischen Sprachgeschwindigkeit des Senders auszugeben.**





Dies wird durch das Cisco RTP (*Real Time Protocol*) von IOS™ ermöglicht. Alle Datenpakete erhalten eine Zeitmarke, damit sie genau zum richtigen Zeitpunkt aufgerufen werden können. Dieses Verfahren führt zu einer geringen Gesamtverzögerung, die sich auf Sprachqualität und Kommunikationsverhalten jedoch nicht negativ auswirkt.

Darüber hinaus hat sich auch die IETF mit Maßnahmen beschäftigt, um Schwankungen der Übertragungsbandbreite und Zeitverzögerungen in den Griff zu bekommen und zwei Modelle für integrierte Services (*Intserv*) und differenzierte Services (*Diffserv*) entwickelt. Das Diffserv Modell wird dabei von allen IOS™ Access Produkten und Layer 3 Switches unterstützt und ist leistungsfähiger als das Intserv Modell.

### **Optimierung der gesamten Kummunikationskette**

Auch bei QoS gilt, daß die gesamte Kette nur so stark ist, wie das schwächste Glied. Die gesamte Kommunikationskette ist deswegen vom Endanwender-PC (*Network-Edge*) bis zum Backbone zu betrachten und zu optimieren. Es macht keinen Sinn, nur den WAN-Bereich gut auszustatten, wenn das LAN nicht genügend Ressourcen zur Verfügung stellen kann.

QoS sollte daher auch im LAN und im Backbone, je nach Auslastung und Datenverkehr, geboten werden. Diese sorgen dafür, daß Pakete mit hoher Priorität bei Überlastung des Netzes bevorzugt unter Einhaltung der vorher festgelegten Zeitanforderungen transportiert werden.

Im Backbone kann QoS über die Integration von Layer 2 Switches mit Layer 2 Priorisierung erfolgen (für mittelständische Unternehmen: Catalyst 2900 XL und Catalyst 3500 XL). In LAN Segmenten können Layer 2 Switches mit Funktionen wie *IGMP Snooping* und *GCMP* eingesetzt werden. Durch diese Funktionen des Layer 2 Switches wird vermieden, dass Daten einer *Broadcast Transmission* (z.B. einer Videokonferenz) an alle PCs eines Netzwerkes tatsächlich ankommen.

Es erhalten dann nur jene PCs die Video-Daten, die auch wirklich an der Sitzung teilnehmen wollen. Diese automatische Reduzierung des Datentransports erhöht die Leistungsfähigkeit eines Firmennetzes. Weiterhin wird durch dieses Design eine spätere Integration von „LAN Telephony“ ermöglicht.

