

EUTELIS EVENTS Workshop

Asynchrone Transfer Modus (ATM) versus IPv6 - Differenz oder Konvergenz?

18. Juni 1998, Ratingen/Düsseldorf



EUTELIS EVENTS GmbH
Eutelis-Platz 1
D-40878 Ratingen
Tel.: 02102-999-000
Fax: 02102-999-111
URL: <http://www.eutelis.de>

Beitrag:

Echtzeitanforderungen aus Sicht des Anwenders

Dipl.-Ing. Kai-Oliver Detken
OptiNet GmbH
Goebelstraße 50
D-28865 Lilienthal
E-Mail: detken@optinet.de
Firmen URL: <http://www.optinet.de>
Private URL: <http://kai.nord.de>

1 Einleitung

Die Sprachübertragung ist, seitdem die Telephonie eingeführt wurde, immer durch leitungsvermittelte Netze, also verbindungsorientiert, realisiert worden. Für ein Telefongespräch wird deshalb über spezifische Leitungen zwischen zwei Endpunkten eine Verbindung aufgebaut. Diese durchgeschaltete Leitung steht exklusiv für die Teilnehmer während einer Verbindung zur Verfügung und muß sich die Bandbreite nicht mit anderen Benutzern teilen. Nachdem das Gespräch zwischen den beiden Parteien beendet wurde, wird die Leitung wieder freigegeben.

Im Gegensatz dazu haben sich die paketvermittelten Netze für die reine Datenübertragung gebildet. Sie sind verbindungslos aufgebaut, verschicken Datenpakete zur Kommunikation und müssen unterschiedliche Datenmengen meistern. Die entstehenden Schwankungen im Verkehrsaufkommen, durch die unterschiedliche Belastung entstehen, werden mit verschiedenen Signalarten (z.B. Daten und Sprache) und Teilnehmern kombiniert, um die Übertragungsbandbreiten und Vermittlungskapazitäten dynamisch zwischen diesen aufzuteilen. Die Datenpakete benötigen auf dem Weg durch das Netz einen Protokollkopf (Header), der u.a. die Zieladresse enthält. Dabei werden sie von Routern zwischen unterschiedlichen Netzen weitergeleitet. Router setzen zur Erkennung der optimalen Wegwahl Algorithmen ein. Erhöhte Belastung des Routers werden durch Warteschlangen (Waiting Queue) ausgeglichen, indem die Pakete erst zwischengespeichert und nach der Entlastung des Routers weitergeleitet werden.

Diese flexible heterogene Struktur beinhaltet aber höhere Verzögerungszeiten und schwankende Ankunftszeiten der Pakete. Dabei besitzen die Paketlaufzeiten, Paketverluste und Jitter einen erheblichen Einfluß auf die Übertragungsqualität eines Sprachsignals. Durch zusätzliche Protokolle wie RSVP will man nun im Internet Ressourcen garantieren, um die Echtzeitfähigkeit zu erhöhen. Hierdurch entsteht eine Konkurrenz zu den leitungsvermittelnden Telefonnetzen sowie der ATM-Technologie. Die unterschiedlichen Eigenschaften und Möglichkeiten beider Technologien sollen in diesem Beitrag erläutert werden. Dabei kann man als Basis für eine Evaluierung auch Videokonferenzsysteme hinzuziehen, da diese Audio und Video gleichermaßen beherrschen müssen.

2 Voice-and-Telephony-over-ATM (VTOA)

Der Asynchrone Transfer Modus (ATM) wurde in den 80er Jahren als Basistechnologie für das Breitband-ISDN (B-ISDN) entwickelt. Die wichtigsten Merkmale der ATM-Technologie sind die sehr hohen, skalierbaren Übertragungsbandbreiten, die unabhängig von den darunterliegenden Übertragungssystemen, Zeittransparenz (konstante Übertragungszeit) und Semantiktransparenz (sehr geringe Übertragungsfehlerrate) ermöglichen. Die Nutzung von ATM kann sowohl im LAN als auch im WAN erfolgen und hätte den Vorteil einer einheitlichen Infrastruktur. Eine weitere Motivation wäre die Ausnutzung der Skalierbarkeit der verwendeten Bandbreite. Der typische Einsatz von ATM liegt momentan im Backbone-Bereich, wobei lokale Teilnetze (Ethernet oder/und Token-Ring) an den Backbone über Netzkopplungssysteme angeschlossen werden.

Da ATM die Übertragung von Daten, Audio und Video unterstützt, sollte man gerade bei der Entstehung von Corporate Networks (CNs) die Integration der Telephonie in das ATM-Netz in Erwägung ziehen. Innerhalb eines Unternehmens, deren Abteilungen und/oder Werke verteilt angeordnet sind, können dann die Telefonvermittlungssysteme in die vernetzte Rechnerinfrastruktur integriert werden. Dadurch lassen sich eine erhebliche innerbetriebliche Telefonkosten einsparen. Weiterhin kann das Management und die technische

Wartung der einheitlichen Daten- und Kommunikationsinfrastruktur wesentlich vereinfacht werden.

Sprachübertragung über ATM wird bereits seit den ersten Gehversuchen von ATM proklamiert. Nachdem man dann die Circuit Emulation Service (CES) und die Anpassungsschicht AAL-1 für konstante Übertragung entwickelt hat, standen bereits 1994 Access-Komponenten zur Verfügung, die beide Ansätze unterstützten. Seit 1997 sind weitere Spezifikationen für VTOA von der ITU-T und dem ATM-Forum entstanden. Die wichtigste ist dabei die ITU-Empfehlung I.363.1, in die neben dem AAL-1-Layer ein weiterer Modus definiert, der Structured Data Transfer (SDT) heißt. Dieser ermöglicht die effizientere Unterstützung eines Dienstes mit $n \times 64$ kBit/s. Hierbei werden nur die benutzten 64-kBit/s-Slots übertragen, die man durch einen neuen Pointer-Mechanismus später erkennen kann. Unterschiede bestehen auch in der Signalisierung. CAS und CCS werden aber von der ITU-Empfehlung unterstützt. Die Erweiterung der AAL-1 hat im übrigen keinerlei Auswirkungen auf die Hardware der ATM-Switches, da diese, bis auf Implementierungen des Early Packard Discards (EPD) bei der AAL-5, nicht auf die Anpassungsschicht schaut.

Das ATM-Forum bezieht bei neuen Spezifikationen den neuen AAL-1-Modus mit ein, um den CES herstellerübergreifend anbieten zu können. Die Version 2 der CES-Spezifikation mit dem Namen Circuit Emulation Service Interoperability Specification wurde bereits abgeschlossen und gilt als Basis für andere Spezifikationen, die sich VTOA widmen. Der CES kann somit strukturiert oder unstrukturiert mittels AAL-1 erfolgen. Auch die Parameter für die Signalisierung (UNI 3.1) dieser Verbindung innerhalb eines ATM-Netzes sind festgelegt worden. Eine weitere Spezifikation VTOA-to-the-Desktop ermöglicht nun auch die Einbeziehung der Anpassungsschicht AAL-5. Der Inhalt bezieht sich vor allem auf die Funktionen der Signalisierung für B-ISDN und N-ISDN, sprich die Anpassung von DSS1/PSS1 und DSS2/UNI, die über diese Schicht stattfinden.

Damit man zukünftig die Bandbreite effizienter ausnutzen kann, ist eine weitere Spezifikation ins Leben gerufen worden, die es ermöglicht, die genutzte Bandbreite den wirklich genutzten 64-kBit/s-Slots anzupassen. Der Standard Dynamic Bandwidth Utilization (DDBCES) überträgt nur die verwendeten Slots. Dadurch ist eine Überbuchung (Overbooking) der Verbindung möglich, wenn beispielsweise von einer 2 MBit/s CES-Verbindung nur 24 der 32 Slots genutzt wird. Damit ist $\frac{1}{4}$ der Bandbreite ungenutzt, die an andere Verkehrsarten wie ABR und UBR übergeben werden können. Eine weitere Spezifikation des ATM-Forums beschäftigt sich ebenfalls mit höherer Effizienz und Auslastung der Bandbreite. Sie hat den Namen ATM Trunking using AAL-1 for Narrowband Services und beschreibt Internetworking-Szenarien zwischen Breitband/Schmalband-Diensten. Hierbei wird das ATM-Netz genutzt, um zwei Schmalbandnetze miteinander zu verbinden. Die Effizienz wird dadurch erhöht, daß eine ATM-Verbindung mehrere schmalbandige Verbindungen überträgt. Dieses hat natürlich Auswirkungen auf die Signalisierungsparameter im ATM. Die Spezifikationen des ATM-Forums basieren alle weiterhin auf der Verkehrsart Constant Bit Rate (CBR), nutzen dabei die Bandbreite aber wesentlich effizienter aus. Durch diese Spezifikationen wird außerdem die Interoperabilität erhöht, was die Unabhängigkeit von einem bestimmten Hersteller weitestgehend ermöglicht.

3 Voice-over-IP (VOIP)

Im letzten Jahr hat ein Thema immer mehr an Bedeutung gewonnen: Voice-over-IP. Man erhoffte sich dadurch eine preiswerte Alternative zu herkömmlichen TK-Netzen, da man bei Internet-Diensten nur den Nahverkehr bezahlt. Dadurch waren gerade Unternehmen an

Lösungen interessiert, die weit entfernte Standorte miteinander koppeln müssen. Die Qualität im Internet ist allerdings alles andere als gut. Durch die verbindungslosen Eigenschaften des Internet-Protokolls (IP), heterogene Struktur, fehlendes Netzmanagement, unterschiedliche Paketgrößen und Belastungszeiten, entstehen Verzögerungszeiten, die sich schwer beherrschen lassen. Zusätzlich muß die Sprache noch komprimiert werden, da das Internet sehr empfindlich auf hohe Anforderungen an die Bandbreite reagiert. Hinzu kommt, daß selbst mit neuen Protokollen wie dem Resource Reservation Protocol (RSVP) keine wirkliche Dienstgüte erreicht werden kann. Es lassen sich nur Ressourcen, d.h., Bandbreiten für bestimmte Applikationen freischalten, die bei Überbelastung des Netzes wieder abgegeben werden müssen.

Allerdings hat sich innerhalb eines Jahres die Qualität der Sprachübertragung stark verbessert. Konnte man vor eineinhalb Jahren bei geringer Belastung des Internets gerade noch dem Gespräch folgen, so kompensieren heute neue Kompressionsalgorithmen und intelligente Empfangspuffer (FIFOs) die meisten unterschiedlichen Laufzeiten der Datenpakete und lassen so die Sprache nicht abreißen. Dabei muß man allerdings auf 100 ms Verzögerung durch Netzbelastung und Satellitenstrecken im optimalen Fall Rücksicht nehmen. Das heißt, man merkt ab 25 ms deutliche Qualitätsunterschiede. Im Mobilfunkbereich bei GSM-Handys hat sich durch das Problem der Zeit- und Frequenzselektivität eine ähnliche Minderung der Sprachqualität bemerkbar gemacht. Hier werden ebenfalls Paketdaten komprimiert und über die empfindliche Funkschnittstelle gesendet. Die schwankende Qualität hat sich aber nicht negativ auf den Markt ausgewirkt. Im Gegenteil, der Marktanteil der Handy-Besitzer steigt jedes Jahr um ein Vielfaches.

Es lassen sich unterschiedliche Szenarien ableiten um Voice-over-IP zu nutzen, die unterschiedliche Qualitäten beinhalten. Die einfachste Lösung ist dabei eine Software auf dem Client zu installieren (z.B. NetMeeting 2.1), die kostenlos im Internet erhältlich ist. Natürlich muß der PC mit einer Soundkarte ausgestattet sein und über ein Headset verfügen. Anschließend kann man Punkt-zu-Punkt-Verbindungen über das Internet zu beliebigen anderen Rechnern durch Angabe der IP-Adresse aufbauen. Mehrpunkt-Konferenzen lassen sich durch hinzunehmen von Microsofts ILS-Servern aufsetzen. Folgende Nachteile ergeben sich allerdings aus dieser Lösung:

- Die Sprachqualität hängt stark von der Belastung des Internets ab, da man über eine Strecke geroutet wird, die nicht vorhersehbar ist.
- Die bestehende TK-Infrastruktur wird nicht mit einbezogen.
- Kommunikation ist nur zwischen zwei PCs möglich, die über die gleiche Software verfügen.

Um die TK-Anlage mit in das Szenario zu integrieren, können IP-Gateways zum Einsatz kommen, die die Umwandlung der TCP/IP-Protokolle auf die TK-Welt vornehmen. Zusätzlich lassen sich auch weiterhin Anrufe in und aus dem öffentlichen Telefonnetz vermitteln. Das Telefon kann dann wahlweise über das Internet das Gespräch aufbauen oder das analoge (PSTN) bzw. das digitale Fernnetz (ISDN) bevorzugen. Diese Möglichkeit beinhaltet aber auch eine größere Komplexität, da die Gateways an der Telefoneschnittstelle Signalisierungsverfahren und TCP/IP gleichermaßen unterstützen müssen.

Allerdings ist bei Einsatz des Internets zu berücksichtigen, daß mehr Bandbreite für die Übertragung benötigt wird. Das analoge Sprachsignal wird nämlich 8000mal in der Sekunde abgetastet, um es zu digitalisieren. Bei einer Umsetzung von 8 Bit pro Abtastung kommt man auf eine typische Datenrate von 64kBit/s (PCM nach G.711). Deshalb hat man Algorithmen eingeführt, die diese Bandbreite herabsetzen. Komprimierungsalgorith-

men wie G.723.1, G.728 und G.729 komprimieren die Sprache bereits um den Faktor 10. Zusätzlich läßt sich zur Unterdrückung der Sprachpausen Silence Suppression einsetzen. Dadurch kann man bis zu 60% eines Gesprächs unterdrücken, da Gesprächspausen nicht mehr übertragen werden. Zwar kann man hierbei Bandbreite sparen, allerdings nicht die erhofften 60%, da jeder Gesprächsteilnehmer mehr oder weniger Pausen benötigt.

Voice-over-IP macht deshalb bereits sehr viel Sinn in Corporated Networks (CN), wo die Netzqualität beherrscht werden kann. Szenarien über ATM-Netze im Backbone zeigten eine deutliche Qualitätsverbesserung bei IP-Applikationen. Das lag hauptsächlich an der hohen Bandbreite, da auf keine QoS-Merkmale zurückgegriffen werden konnte. Weiterhin ist zu beachten, daß der Overhead einer Verbindung bei kleinen Paketgrößen die Nutzdatenrate bei weitem überschreitet. Hinzu kommen noch die Headers für die jeweiligen Datenapplikationen, da eine Segmentierung im LAN vorgenommen werden muß, um zu variierende Verzögerungszeiten aufzufangen. Diese Funktion sollte aber ausschließlich bei Sprachverbindungen eingesetzt werden. Ansonsten würde sie nur unnötigen Verkehr verursachen und das Netz zusätzlich belasten.

Die Laufzeitschwankungen im Internet lassen sich nicht vorhersehbar beherrschen. Aufgrund der chaotischen Struktur sind Überbelastungen einzelner Netzknoten an der Tagesordnung. In diesem Fall würden die Datenpakete verworfen und später noch einmal angefordert werden. Höhere Bandbreiten lösen kurzfristig dieses Problem. Da das Internet aber auch einem enormen Wachstum unterworfen ist, sind neue Standleitungen und Backbones nach relativ kurzer Zeit wieder genauso belastet, wie der Internet Service Provider (ISP) sie etabliert hat. Aus diesem Grund müssen andere Wege gefunden werden, um Ressourcen und Laufzeiten garantieren zu können. Das Protokoll RSVP ist ein erster Ansatz hierzu. RSVP muß allerdings für jede Verbindung vom Netz angefordert werden, wodurch sich dies ungünstig auf die Gesamtleistung des Netzes auswirken kann. Zusätzlich ist es unklar wie das Netz reagiert, wenn eine große Menge von Teilnehmern RSVP nutzt. Außerdem müssen alle Router auf einem Verbindungspfad RSVP sprechen. Router die das Protokoll nicht unterstützen müssen getunnelt werden, was wieder zu neuen Schwachstellen führt. Das heißt, das Netz kann letztendlich die angeforderten Ressourcen verweigern oder diese während einer bestehenden Verbindung zurückfordern. Bei vorhersehbaren Routen durch das Netz läßt sich aber auch mit der jetzigen Form von RSVP und der Realisierung in den Routern (vornehmlich Cisco) die Qualität der Sprachübertragung erhöhen.

4 Videokonferenzen und Application Sharing über IP/ATM

Auf dem Telekommunikationsmarkt wurden in den letzten Jahren einige Videokonferenzsysteme angeboten. Die meisten auf ISDN-Basis. ISDN-Systeme beinhalten Videokonferenz- und Application-Sharing-Tools und basierten bis vor kurzem noch auf proprietären Technologien. Dieses war nicht nur bezüglich der Codierung/Decodierung zu bemerken, sondern bezog sich ebenfalls auf den Signalisierungsbereich, beispielsweise bei Kontrolle und Synchronisation der Daten. Dadurch war die Interoperabilität verschiedener Hersteller nicht gewährleistet und es kam zu Übertragungsproblemen. Das änderte sich, als 1990 der ITU-Standard H.320 spezifiziert wurde. Die Endgeräte, die diesen Standard unterstützen, waren demnach im Videokonferenzbereich kompatibel zueinander. H.320 beinhaltet zahlreiche Unterstandards, die u.a. die Digitalisierung, Kompression und LAN-Kommunikation zur Aufgabe haben.

Im Bereich des Application Sharing taten sich die verschiedenen Hersteller allerdings schwerer. Hier erfolgte die Spezifizierung erst vor relativ kurzer Zeit mit dem T.120-

Standard. T.120 stellt dabei nicht ausschließlich Application-Sharing zur Verfügung, sondern ermöglicht im Bereich der Videoübertragung neue Perspektiven. Der T.120-Standard enthält eine Reihe von Kommunikations- und Anwendungsprotokollen sowie Diensten, welche eine echtzeitfähige Punkt-zu-Mehrpunkt-Datenkonferenz erlauben. Weitere Merkmale sind fehlerfreie Datenübertragung, Plattformunabhängigkeit, Topologieunabhängigkeit, Skalierbarkeit und Auswahlvereinfachung. Dadurch sind zum erstenmal im Schmalband-ISDN Mehrpunktverbindungen über einen zusätzlichen Server einheitlich möglich geworden. T.120 ist von der ITU noch nicht endgültig verabschiedet worden. Die meisten Funktionen lassen sich aber bereits ausnutzen.

Nachteilig bei ISDN-Systemen bleibt aber die Schmalbandigkeit (bis 384 kbit/s), fehlende Bandbreitenzuordnung und der notwendige zusätzliche Server (MCU) bei Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindungen. Von Vorteil ist der preisgünstige Einstieg in die CSCW-Technik und die Einbeziehung der ITU-Standards, wodurch Inkompatibilitäten ausgeschlossen werden. Eingesetzt werden diese Systeme heute von mittelständischen und großen Unternehmen für schnellere Entscheidungsprozesse und Kostenersparnis bei Abstimmungsprozessen.

Aus der heterogenen Internetumgebung hat sich eine weitere Möglichkeit der Echtzeitkommunikation entwickelt: TCP/IP-basierte CSCW-Systeme. Diese lassen sich wesentlich flexibler einsetzen, da sie auf dem IP-Protokoll aufbauen. Das heißt, beliebige Plattformen (Netzwerk- und Endgeräteseite) lassen sich verwenden. Aufgrund dieses Vorteils und der Vielzahl vorhandener Netze hat sich das TCP/IP-Protokoll zu dem wichtigsten Anwenderprotokoll entwickelt. Allerdings sind durch die Vielzahl unterschiedlicher Systeme keine standardisierten CSCW-Tools auf TCP/IP-Basis vorhanden. Mbone-Tools kristallisieren sich aus der Angebotspalette heraus, da sie weltweit frei verfügbar sind (siehe Kasten) und stetig weiterentwickelt werden. Als Mbone (Multicast-Backbone) wird dabei ein virtuelles Netzwerk mit Multicast-fähigen IP-Subnetzen bezeichnet, die über Multicast-Router miteinander verbunden sind. Somit unterscheidet sich Mbone von einer typischen IP- oder ISDN-Verbindung hinsichtlich der Verbindungsart, da diese normalerweise Unicast- oder Punkt-zu-Punkt-Verbindungen verwenden. Das heißt, es kann nur ein einzelner Rechner als Empfänger angesprochen werden. Mbone hingegen nutzt Multicast-Addressing aus, wodurch mehrere Rechner zu gleichen Zeit die Möglichkeit haben miteinander zu kommunizieren. Somit ist keine zusätzliche Multipoint Control Unit (MCU) erforderlich, wie das bei ISDN-Systemen der Fall ist. Der Vorteile der größeren Stabilität und Skalierbarkeit lassen sich noch durch die wegfallenden Anschaffungskosten eines zusätzlichen MCU-Servers und verzögerungsfreie UDP-Verbindungen ergänzen.

Aufgrund der noch nicht ausreichend vorhandenen ATM-Infrastruktur und der zunehmenden Bandbreitenwünsche der Endanwender werden erste Zwischenlösungen auf dem Telekommunikationsmarkt angeboten. Diese ermöglichen eine sanfte Migration zur ATM-Technik, indem konventionelle Technologien mit berücksichtigt werden und ATM als Backbone fungiert. ATM bietet momentan als einzige Netztechnik hohen Datendurchsatz mit entsprechender Dienstgüte an, wodurch dieser Schritt die sinnvollste Lösung darstellt.

Native ATM-Anwendungen sind bisher kaum auf dem Telekommunikationsmarkt anzutreffen. Aufgrund fehlender ATM-Infrastruktur und durch zu hohe Kosten ist das auch nicht weiter verwunderlich. Seit kurzem existiert jedoch ein natives ATM-System auf dem Markt. Es ist das System der SICAN GmbH aus Hannover mit dem Namen ProVision Multinet, welches zusammen mit Siemens entwickelt wurde. Dieses System bietet, aufgrund der noch nicht überall verfügbaren Infrastruktur, auch das Interworking zwischen N-ISDN- und TCP/IP-Applikationen an. Das heißt, CSCW-Anwendungen können in heutigen LANs ge-

nauso über LAN-Emulation eingesetzt werden, wie über 64-kbit/s-ISDN-Leitungen. Eine Telekooperation zwischen Teilnehmern mit N-ISDN- und ATM-Anschluß ist somit auch bei diesem System möglich.

5 Aussichten

VOIP wird aufgrund der wachsenden Verbreitung des Internets eine rasante Zukunft vorausgesagt. Eine Dienstgüte kann auch mit der derzeitigen RSVP-Variante nicht ermöglicht werden, auch wenn das die Hersteller oder Anbieter solcher Produkte immer wieder betonen. Wenn man von einer Übertragung eines LAN-Frames mit einer Ethernet-Länge von 1500 Byte ausgeht, der über eine 64-kBit/s-Standleitung über das WAN transportiert wird, ist bereits mit einer Verzögerung von 180 ms zu rechnen. Nimmt man die Verzögerung der Router hinzu kommt man auf 200 ms. Verzögerungen von über 50 ms werden aber schon negativ durch das menschliche Ohr wahrgenommen. Geht man von einer höheren Bandbreite aus, senkt sich die Latenzzeit bei einer 2-MBit/s-Standleitung auf 6 ms. Schwerwiegender sind allerdings die schwankenden Verzögerungszeiten. Diese lassen die Qualität einer Sprachverbindung häufig unter das erträgliche Maß sinken. Wenn der Übertragungsweg nicht zu viele Hops beinhaltet und RSVP eingesetzt wird, kann aber diese Qualität auf ein ausreichendes Niveau angehoben werden. Eine Dienstgüte mit Jitter-Garantie und fest definierten Verzögerungszeiten kann aber nicht erreicht werden.

VTOA ist inzwischen seinen Kinderschuhen entwachsen. Neue Spezifikationen des ATM-Forums und der ITU-T lassen auf neue Produkte im ATM-Markt hoffen. Allerdings schränken sind die Kosten von ATM den Verbreitungsgrad von VTOA-Lösungen deutlich ein. Lösungen sind Corporated Networks (CN) zwischen verschiedenen Unternehmensstandorten, die bereits über ATM realisiert wurden. Diese können dann zur Integration von VTOA beitragen. Auch die interne Kopplung im LAN eines Unternehmens mit der TK-Anlage, bei gleicher Qualität, kann nur ATM leisten. Hier müssen die Kommunikationskosten im In-house-Bereich allerdings genau abgewägt werden, bevor so eine Lösung angestrebt wird. Die Qualität von ATM-Lösungen wird weiterhin in den professionellen Bereichen wie Krankenhäusern, CNs, Verlage und Multimedia-Unternehmen eine immer größere Rolle spielen.

VOIP kann hingegen professionelle Ansprüche nicht befriedigen. Das betrifft nicht nur die Qualität, sondern auch die Kostenkontrolle, Effektivität und Verfügbarkeit. VOIP wird aber durch die zunehmende Entwicklung im Internet die Telefonie der Zukunft werden, die durch leitungsvermittelnde Netze im WAN (z.B. ATM) unterstützt wird. Die Vielzahl der Produkte und deren Verbreitung im Bereich Videokonferenzen lassen jetzt schon den Trend erkennen.

Kurzbiographie des Autors

Kai-Oliver Detken, geboren 1968. Diplom-Ingenieur der Informationstechnik. Kai-Oliver Detken studierte an der Hochschule Bremen Nachrichten-/Elektrotechnik, bevor er an die Universität Bremen wechselte, um dort den Ergänzungsstudiengang Informationstechnik zu absolvieren. Seit 1993 ist er bereits innerhalb verschiedener europäischer Forschungsprojekte für das BIBA (Bremer Institut für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft) tätig gewesen. Im November 1997 wechselte er zur OptiNet GmbH (<http://www.optinet.de>) bei Bremen, um dort als Systemmanager im Internet/Intranetbereich für IP- und ATM-Techniken zu arbeiten. Somit ist er für die Planung und Konzeptionierung von LAN/WAN-Netzen verantwortlich sowie im Consulting-Bereich tätig. Zusätzlich ist er Autor zahlreicher Artikel, die er regelmäßig für verschiedene Verlage schreibt. Sein Buch „ATM in TCP/IP-Netzen“ ist seit Februar 1998 vom Hüthig-Verlag im Handel erhältlich.