Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 86 (1995)

Heft: 25

Artikel: ATM revolutioniert die öffentlichen Netze : Eigenschaften, Vorteile und Telekommunikations-Dienstangebot von ATM

Autor: Koopmann, Günther

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902521

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Ineffiziente Bandbreitennutzung und starre Bitratenhierarchien der leitungsvermittelten Netze einerseits sowie der erhebliche Overhead von Paketnetzen andererseits sind die Hauptgründe, die zur Entwicklung der Asynchronous-Transfer-Mode(ATM)-Technologie führten. Obwohl für den Betrieb von ATM-Netzen noch keine Erfahrungswerte vorliegen, lassen sich bereits heute die kostenmässigen Vorteile für Betreiber öffentlicher Netze und deren Kunden abschätzen.

ATM revolutioniert die öffentlichen Netze

Eigenschaften, Vorteile und Telekommunikations-Diensteangebot von ATM

■ Günther Koopmann

Den Betreibern öffentlicher Netze stehen heute grundsätzlich zwei unterschiedliche Netztypen zur Verfügung, um die verschiedenen Basis-, Telekommunikations- und Trägerdienste anbieten zu können: das leitungsvermittelte Netz und das paketvermittelte Netz; beide werden nachstehend in bezug auf ihre technischen Eigenschaften beleuchtet.

Heutige Netztypen

Für Spitzenlast dimensioniertes leitungsvermitteltes Netz

Der erste Netztyp, das leitungsvermittelte Netz (Telefonienetz), wurde für Dienste wie Sprach- und Videoübertragung konzipiert, die sehr strenge Anforderungen an Zeitverzögerung und deren Schwankungen stellen (isochrone Dienste). Diese sogenannten Constant-Bit-Rate-Anwendungen benützen Zeitschlitze konstanter Länge. Die tiefen Bitraten, zum Beispiel 64 kBit/s, werden in festen Hierarchiestufen zu höheren Bitraten multiplexiert. Bandbreiten, die zwischen diesen Bitraten liegen, oder variable Bitraten (Bandwidth on Demand) können nicht vermittelt oder übertragen werden (Bild 1a). Überschreitungen der insgesamt verfügbaren Bandbreite werden durch Besetztsignale verhindert.

Damit während der Hauptverkehrszeit eine ausreichende Netzverfügbarkeit gewährleistet ist, muss die Netzkapazität auf die Anforderungen der Hauptverkehrszeit ausgelegt werden. Üblicherweise lässt man zu, dass in der Hauptverkehrszeit bis zu einem Prozent der Verbindungsversuche zurückgewiesen wird. Dies führt jedoch zu erheblichen freien Netzkapazitäten ausserhalb der Hauptverkehrszeiten. Würde es gelingen, diese Überkapazität nichtisochronen Diensten zur Verfügung zu stellen, könnte man die vorhandenen Netzressourcen effizienter nutzen.

Problematischer Overhead bei paketvermittelten Netzen

Der zweite Netztyp, das paketvermittelte Netz, ist für nichtisochrone Dienste (hauptsächlich Datenübertragung) entwickelt worden, bei denen es innerhalb gewisser Grenzen nicht auf Zeitverzögerung und Schwankungen der Zeitverzögerung zwischen den einzelnen Paketen ankommt. Im Gegensatz zu den leitungsvermittelten Netzen für isochrone Anwendungen mit fester Länge können hier die Pakete unterschiedliche Länge aufweisen.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten von Datenübertragungsdiensten, verbindungsorientierte und nichtverbindungsorientierte Dienste. Bei verbindungsorientierten Diensten wie X.25 und Frame Relay wird vor Verbindungsbeginn eine logische/virtuelle Verbindung aufgebaut und nach Verbindungsende wieder abgebaut. X.25 wurde entwickelt, als Übertragungsfehlerraten noch ein erhebliches Problem bei der Datenübertragung darstellten. Deshalb mussten für X.25 Korrekturmechanismen an

Adresse des Autors:
Günther Koopmann, Dipl. Phys., MBA,
Ascom Hasler AG, Belpstrasse 37, 3000 Bern 14.

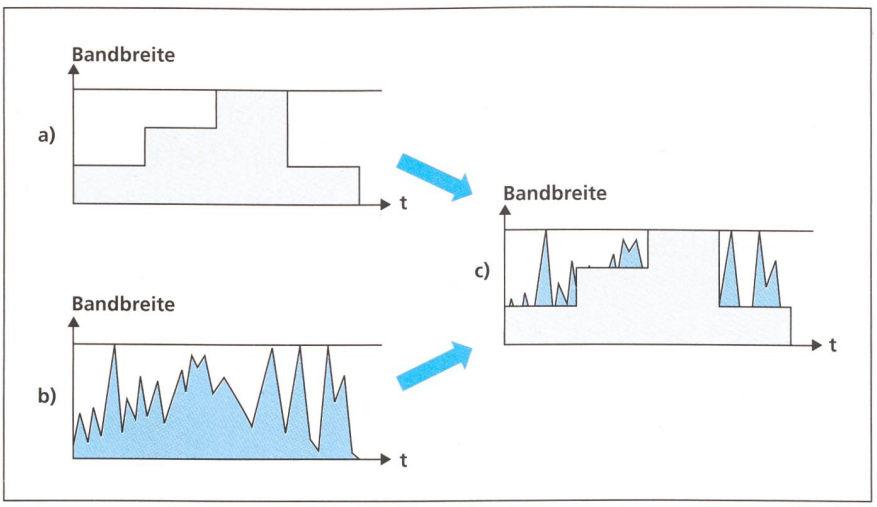

Bild 1 Schematische Darstellung der Bandbreitenunterstützung

a leitungsvermitteltes Netz (isochroner Verkehr)
b Paketnetz (nichtisochroner Verkehr)
c konsolidiertes ATM-Netz (isochroner und nichtisochroner Verkehr)

jedem durchlaufenen Netzknoten (ineffizienter Overhead) festgelegt werden. In der Zwischenzeit liegen Übertragungsfehlerraten bei Werten von kleiner als 10^{-10}. Korrekturen können deshalb ohne grosse Mehrbelastung des Netzes von den Endknoten selbst vorgenommen werden. Das effizientere Frame Relay beruht auf diesem Prinzip.

Bei nichtverbindungsorientierten Diensten enthält der Steuerkopf (Header) eines jeden Pakets die vollständige (und damit umfangreiche) Endadresse. Die Pakete werden unabhängig voneinander auf dem zum jeweiligen Zeitpunkt schnellsten Weg durch das Netz zum Empfänger geschickt. Dies kann dazu führen, dass später losgeschickte Pakete vor früher losgeschickten beim Empfänger eintreffen. Übertragungsprotokolle höherer Ebenen sorgen dafür, dass der Anwender die Pakete in der richtigen Reihenfolge erhält. SMDS/CBDS ist ein Beispiel eines nichtverbindungsorientierten Datendienstes.

Dank statistischen Multiplexierens – Ausnützen der für die Übertragung notwendigen Bandbreite nur dann, wenn tatsächlich Pakete übertragen werden – wird in Paketnetzen die vorhandene Übertragungskapazität (Gesamtbandbreite) des Netzes besser genutzt (Bild 1b). Kurzzeitige Überschreitungen der verfügbaren Bandbreite können über Buffer-Memories abgefangen werden. Längere Überschreitungen der Gesamtbandbreite werden durch wiederholte Übertragung der betroffenen Pakete zu einem späteren Zeitpunkt ausgeglichen.

Die ineffiziente Bandbreitennutzung und die starren Bitratenhierarchien der leitungsvermittelten Netze sowie der erhebliche Overhead von X.25-Netzen waren die Hauptgründe für die Entwicklung von ATM (Bild 1c). Es wird erwartet, dass die Integration der beiden Netztypen weitere Vorteile wie zum Beispiel einfachere Wartung des resultierenden Netzes, bessere Kontrolle über das Netz und einfachere Planung beim Netzausbau bringen wird.

Das ATM-Konzept

Die Grundzüge von ATM wurden Mitte der achtziger Jahre zu einem grossen Teil von France Telecom (CNET) entwickelt. ATM wurde mit genügend Reserven in den Übertragungsraten geplant, um den sich abzeichnenden Bandbreitenbedarf im GBit/s-Bereich abdecken zu können. 1988 wurde ATM von ITU-T als der Standard für Breitband-ISDN ausgewählt.

Um die Vorteile des statistischen Multiplexierens nicht nur bei nichtisochronen, sondern auch bei isochronen Anwendungen nutzen zu können, basiert ATM auf kurzen Paketen fester Länge, den 53 Byte langen ATM-Zellen mit 48 Byte Nutzlast (Bild 2). Die Zellen sind kurz, um die für isochrone Anwendungen erforderlichen geringen Zeitverzögerungen und Schwankungen der Zeitverzögerungen zu erreichen. Wenn man für Sprachanwendungen eine Abtastrate von 8 kHz zugrunde legt, ergibt dies mit 48 Byte Nutzlast pro Zelle

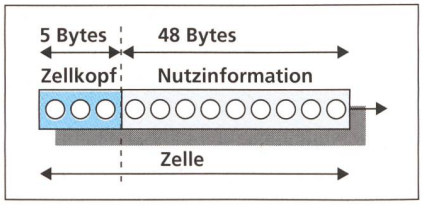

Bild 2 Struktur einer ATM-Zelle

eine Einpackzeit pro Zelle von 6 Millisekunden, was von ITU-T als akzeptabler Kompromiss angesehen wurde.

ATM baut als verbindungsorientierte Technologie virtuelle, transparente End-zu-End-Verbindungen auf. Die Verbindungen zwischen den einzelnen Knoten sind durch die Adressinformationen im Zellkopf (Virtual Channel Identifier, VCI, und Virtual Path Identifier, VPI) festgelegt. In jedem Knoten werden die Zellen der einzelnen virtuellen Kanäle oder Pfade (VCI, VPI) anhand einer Routing-Tabelle (mit den neuen VCI und VPI versehen) auf die richtigen Ausgänge vermittelt (Bild 3). Der VCI/VPI ändert sich also von Netzknoten zu Netzknoten. Diese Vermittlungsfunktion wird von jedem Netzknoten anhand einer Eingangs/Ausgangs-Routing-Tabelle so schnell ausgeführt, dass keine unzulässigen Schaltverzögerungen auftreten. Die Routing-Tabellen der Netzknoten werden jeweils vor dem Aufbau einer virtuellen Verbindung nach einem Algorithmus konfiguriert (zuerst manuell, später durch das Verkehrsmanagement), der den effizientesten Weg für diese Verbindung durch das Netz sicherstellt.

Neben den Steuerinformationen generiert das Verpacken der Nutzinformationen in Zellen zusätzlichen Overhead, woraus ein Gesamt-Overhead von rund 15 bis 25% resultiert.

Trotz der Tatsache, dass ATM eine verbindungsorientierte Technologie ist, können dank einem sogenannten Connectionless Server (CLS) auch nichtverbindungsorientierte Dienste realisiert werden. Der CLS ist ein Rechner in einem bestimmten Netzknoten, an den alle Pakete eines nichtverbindungsorientierten Dienstes über semipermanente virtuelle Verbindungen gesendet werden. Hier wird der Inhalt den Zellen entnommen, die Zieladresse gelesen und der Inhalt erneut in Zellen verpackt, die über semipermanente virtuelle Verbindungen an die richtigen Empfänger gesendet werden. Somit kann ein Switched Connectionless Service über semipermanente virtuelle Kanäle (PVC) realisiert werden.

Um ineffiziente Korrekturmechanismen an den einzelnen Netzknoten, wie zum Beispiel bei X.25, zu vermeiden, werden bei ATM keine Fehlerkorrekturen im Netz durchgeführt. Die heutige Netzinfrastruktur für höhere Geschwindigkeiten besteht aus Glasfasernetzen mit Bitfehlerraten im Bereich von kleiner 10^{-10}, so dass in diesem Fall keine grosse Mehrbelastung der Netze durch Übertragungswiederholungen zu erwarten ist.

Die Zellen werden auf virtuellen Kanälen und virtuellen Pfaden transportiert (Bild 4). Mehrere virtuelle Kanäle werden

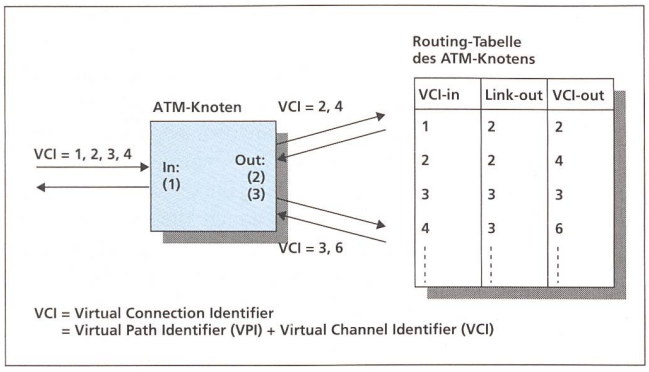

Bild 3 Schematische Darstellung einer ATM-Vermittlung entsprechend der Routing-Tabelle

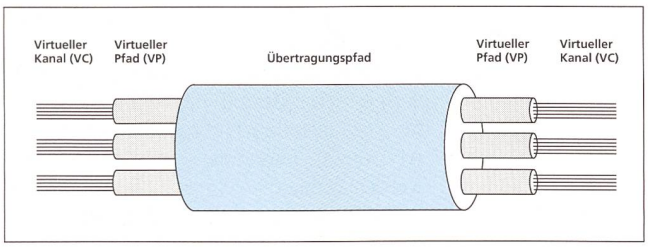

Bild 4 Virtueller Kanal, virtueller Pfad und Übertragungspfad

dabei streckenweise zu virtuellen Pfaden zusammengefasst, was bei den beteiligten Netzknoten ein vereinfachtes Durchschalten der geringeren Anzahl von virtuellen Pfaden ermöglicht.

Die einzelnen ATM-Netzknoten schalten auf virtueller Pfad- und/oder virtueller Kanalebene (Bild 5). Da ein Vermittlungsknoten grundsätzlich auch als Cross-Connect schalten und damit auch multiplexieren und konzentrieren kann, ist ATM sowohl eine Vermittlungs- als auch Übertragungstechnologie. Prinzipiell können Vermittlungs- und Übertragungsfunktionen auf virtueller Pfad- und virtueller Kanalebene nebeneinander in einem Knoten ausgeführt werden. Dies hängt jedoch von der Implementierung der einzelnen Funktionen in den ATM-Ausrüstungen der verschiedenen Lieferanten ab.

ATM im Vergleich mit dem OSI-Modell

Zieht man einen Vergleich zum OSI-Modell, ist ATM äquivalent zum Layer 2, wobei ATM auch Netzfunktionen des Layers 3 beinhaltet (Bild 6). Der isochrone und nichtisochrone Verkehr wird dabei von ATM transparent übertragen, indem er an der Quelle in ATM-Zellen eingepackt (segmentiert und adaptiert), im ATM-Netz übertragen und an der Senke wieder ausgepackt (reassembliert) wird (Bild 7). Die Adaptierung, Segmentierung und Reassemblierung finden im obersten Layer, dem ATM Adaptation Layer (AAL), statt.

Der darunterliegende ATM-Layer erfüllt grundsätzlich vier Aufgaben. Nach dem Aufbau der virtuellen Verbindungen im ATM-Netz werden

- die Zellen verschiedener virtueller Verbindungen zu einem Zellenstrom multiplexiert bzw. von einem Zellenstrom demultiplexiert
- die Zellen durch das Netz geroutet und durchgeschaltet
- die Zellköpfe in die vom AAL gelieferten Zellen an der Quelle eingefügt bzw. an der Senke vor der Abgabe an den darüberliegenden AAL entfernt und wird
- ein Fluss-Kontroll-Mechanismus am User Network Interface (UNI) implementiert.

Der ATM-Layer stützt sich für den Transport der Zellen auf dem unter ihm liegenden physikalischen Layer ab.

Der AAL besteht aus zwei Sublayern: Im Segmentation and Reassembly Sublayer werden die Segmentierung des Byte/Paket-Stroms in ATM-Zellen und dessen Reassemblierung sichergestellt; im Convergence Sublayer werden je nach Dienst die Zeitverzögerung und deren Schwankungen zwischen den Zellen ausgeglichen und verlorene Zellen wiederhergestellt.

Der AAL belegt einen Teil der Nutzlast der Zellen, so dass der Overhead von ATM grösser als der Zellkopf allein ist. Zurzeit gibt es vier von ITU-T definierte AAL-Typen (Tabelle I). AAL 1 ist für leitungsvermittelten isochronen Verkehr konstanter Bitrate und AAL 2 für Videoübertragungen, die Kompressionsalgorithmen verwenden und damit konstante Bildqualität bei variabler Bitrate aufweisen, vorgesehen. AAL 2 muss allerdings von ITU-T noch definiert und standardisiert werden. AAL3 und AAL4 wurden zu AAL3/4 zusammengefasst. AAL3/4 dient nichtisochronen verbindungs- und nichtverbindungsorientierten Diensten, wie zum Beispiel DQDB und SMDS/CBDS. AAL 5, eine vereinfachte, effizientere Implementierung, kann für nichtisochrone Datendienste mit verminderter Garantie der Servicequalität (z. B. für Frame Relay) eingesetzt werden. Damit können prinzipiell alle vorhandenen (und auch zukünftigen) Dienste so effizient wie möglich über eine Technologie, nämlich ATM, vermittelt und übertragen werden.

ATM verwendet gegenwärtig die vorhandenen PDH- und SDH-Netzinfrastrukturen. Es ist jedoch prinzipiell auch möglich, ATM als Übertragungstechnologie zu verwenden (direkter Zellentransport ohne Framing). Dies wird jedoch für Netzbetreiber erst interessant werden, wenn ITU-T die hierzu notwendige Standardisierung, die auch überwachte, internationale Verbindungen zulässt, verabschiedet hat. Aufgrund der Komplexität dieser Aufgabe und der bestehenden PDH/SDH-Infrastruktur lässt sich abschätzen, dass die Umstellung auf ATM als Übertragungstechnologie erst in einigen Jahren in kommerziellen Netzen beginnen wird.

Damit Betreiber öffentlicher Netze ATM kommerziell einsetzen können, müssen zudem die einzelnen Dienstqualitäten (Quality of Service, QoS), die Signalisie-

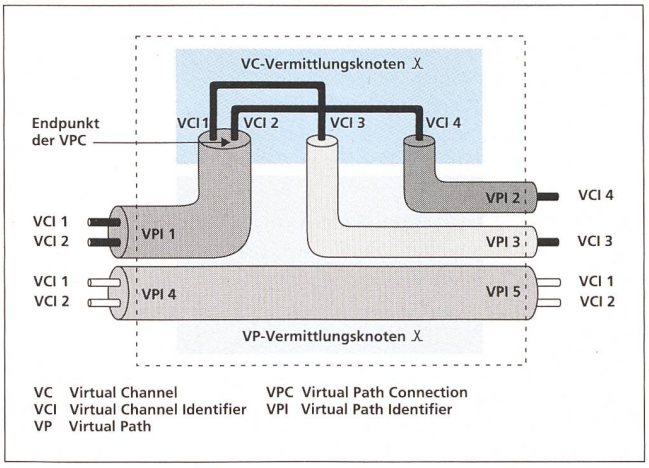

Bild 5 VC- und VP-Vermittlung bei ATM

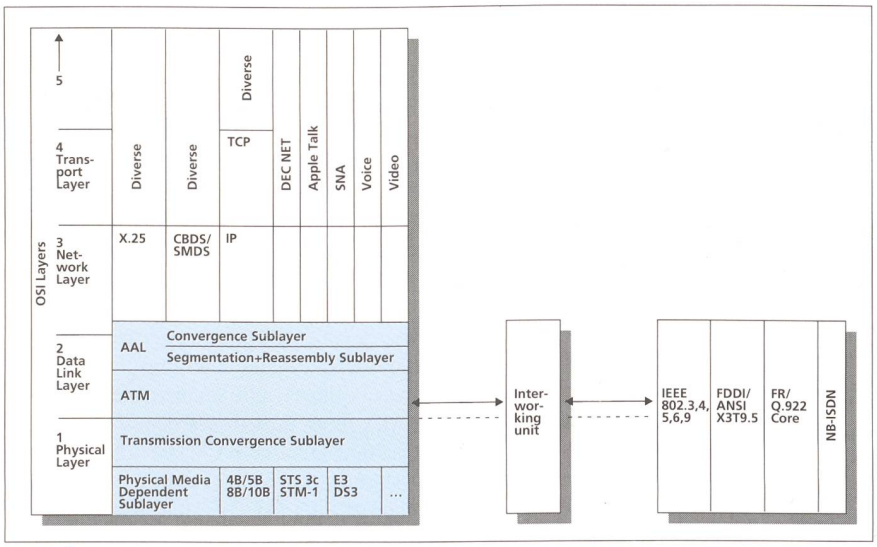

Bild 6 Äquivalenz von ATM- und OSI-Modell

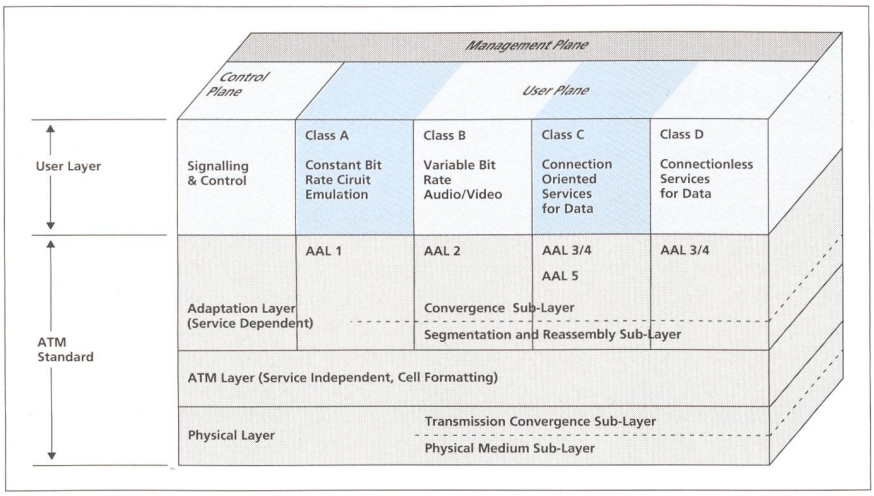

Bild 7 Das B-ISDN-Referenzmodell

rung im ATM-Netz sowie das Verkehrsmanagement (Dynamic Routing, statistisches Multiplexieren und Congestion Handling) des ATM-Netzes hinreichend definiert und standardisiert werden.

Nutzen und Herausforderung für Betreiber öffentlicher Netze

ATM bietet somit die Möglichkeit, die verschiedenen Dienstnetze der öffentlichen Netzbetreiber in einem zukunftssicheren Netz zu konsolidieren. Welche Auswirkungen hat eine solche Konsolidierung?

Einsparungen bei direkten Kosten

Betreiber öffentlicher Netze wenden knapp die Hälfte ihrer Gesamtinvestitionen für den Betrieb und den Ausbau des Anschlussnetzes auf; kostensparende Lösungen sind daher für diesen Bereich besonders interessant.

Für jeden neuen Trägerdienst, den ein Betreiber öffentlicher Netze seinen Kunden anbietet (z. B. Telefonie, X.25/Frame Relay, Mietleitungen), muss der Netzbetreiber unter heutigen Bedingungen neue Anschlussleitungen installieren. ATM wird die Möglichkeit bieten, mit einer einzigen Anschlussleitung die Aufspaltung der verschiedenen Dienste direkt beim Kunden vorzunehmen (Bild 8). ATM wird es ermöglichen, bestehende und zukünftige Dienste ohne neue Anschlussleitungen anzubieten, solange die Kapazität der Anschlussleitung dies erlaubt. Diese wird sowohl von der Übertragungskapazität (max. MBit/s) als auch von der vereinbarten Dienstequalität beeinflusst. Dank ATM können ohne grossen Aufwand Änderungen im Diensteangebot bei Kunden realisiert werden. Dies schliesst auch Bandbreite nach Bedarf (Bandwidth on Demand, BoD) ein. Dies bedingt allerdings, dass der Netzbetreiber dem Kunden einen definierten Grad von Kontrolle über sein Netz überträgt.

Ein konsolidiertes Netz bedeutet zudem weniger Unterhaltsaufwand (Unterhaltspersonal, Ersatzteile); und der Ausbau von Netzen wird günstiger, da die bestehenden Investitionen erhalten bleiben und wegen der grösseren Bestellvolumina (ein grösseres Netz anstelle mehrerer zum Teil kleinerer Netze) Economies of Scale erzielt werden können.

Aufgrund der Skalierbarkeit von ATM, das heisst der Einsetzbarkeit über einen grossen Bitratenbereich, bietet die Wiederverwendbarkeit von Netzkomponenten weitere direkte Einsparmöglichkeiten, was jedoch von der Implementierung der einzelnen ATM-Ausrüstungen der Hersteller abhängt. Der Konkurrenzdruck am Markt wird aber auch diese Vorteile von ATM sicherstellen.

Neue Herausforderungen für Betreiber öffentlicher Netze

Durch die einheitliche Technologie im Anschlussbereich der öffentlichen Netze werden die Grenzen zwischen privaten und öffentlichen Netzen immer mehr verschwimmen. Dies wird dazu führen, dass neben Lieferanten von Ausrüstungen für öffentliche Netze auch jene von Ausrüstungen privater Netze in diesen Markt eindringen. Der erhöhte Konkurrenzdruck dürfte einen beschleunigten Preisverfall bewirken. Jedoch auch Betreiber öffentlicher Netze werden mit neuen Herausforderungen konfrontiert werden. Einerseits dürften Kunden einen grösseren Teil der direkten Kostenvorteile von ATM für sich selbst beanspruchen, und andererseits könnten neue, potentielle Konkurrenten die Gelegenheit nutzen, dank ATM mit relativ

AAL	Dienste		
Typ 1	verbindungsorientiert	gleichmässiger Informations-fluss	konstante Bitrate
Typ 2			variable Bitrate
Typ 3/4	verbindungsorientiert/ nichtverbindungsorientiert	ungleichmässiger Informationsfluss	
Typ 5	verbindungsorientiert (reduzierter Overhead, einfach, effizient)		

Tabelle I Die von ITU-T definierten AAL (ATM Adaption Layers)

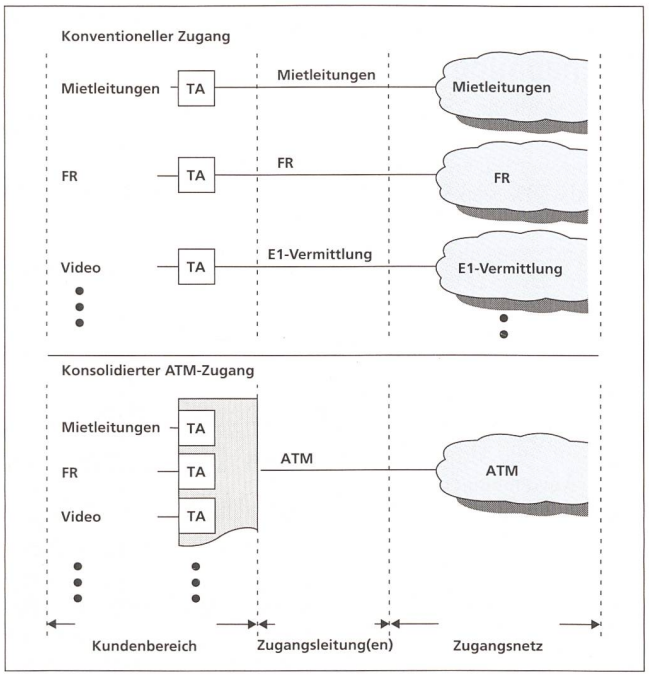

Bild 8 Konsolidierung von Anschlussleitungen

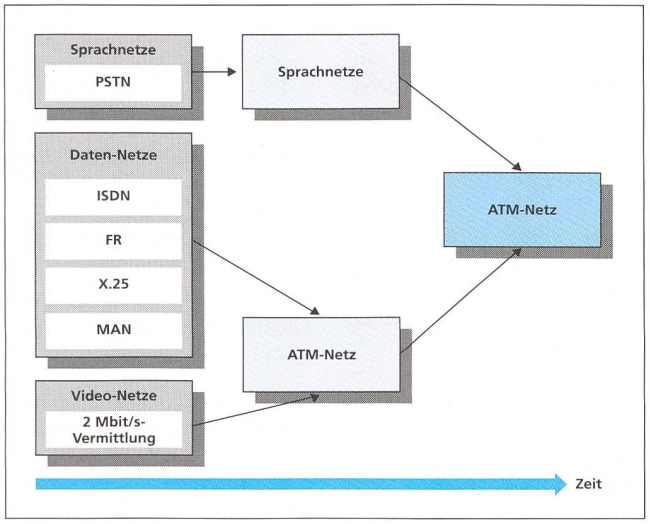

Bild 9 Evolutionäre Konsolidierung der verschiedenen Netze

geringen Investitionen in den lukrativen Markt der virtuellen Privatnetze für Geschäftskunden einzudringen. Über diese Netze werden einzelne oder sämtliche Dienste eines Firmen-Privatnetzes angeboten.

Indirekte Kosteneinsparungen

Durch die zunehmende Deregulierung des Telekommunikationsmarktes wird das Umfeld der öffentlichen Netzbetreiber in Zukunft durch stärkeren Wettbewerb gekennzeichnet sein. ATM bietet den Betreibern öffentlicher Netze Möglichkeiten, auf diese Herausforderung zu reagieren, indem sie ihr Diensteangebot verbessern, und zwar im Hinblick sowohl auf Kundenwünsche als auch auf Flexibilität (Ändern von Diensten, Bereitstellen neuer Dienste und Optionen). Diese Flexibilität kann mit ATM durch geringe Software- und Hardwareänderungen (z. B. Einschieben neuer Schnittstellenkarten in bestehende Ausrüstungen) schnell, einfach und kostengünstig realisiert werden. Dies bedingt aber, dass die erwähnte ATM-Konsolidierung der Anschlussleitungen zu den Kunden vollzogen ist. Den wichtigen Geschäftskunden kann die Zukunftssicherheit des Diensteangebotes glaubwürdig aufgezeigt werden.

Das Management eines einzigen (wenn auch komplexeren) Netzes erlaubt schliesslich den Betreibern öffentlicher Netze, die Netzressourcen gezielter und effizienter einzusetzen. Das Rerouting bei Netzstörungen muss nicht für jedes Netz einzeln erfolgen; basierend auf Kapazitätslastberechnungen (bei gegebener Dienstqualität) können durch Netzredimensionierung Einsparungen erzielt werden. Insgesamt kann mit ATM – insbesondere mit statistischem Multiplexieren (Ausnutzen des statistischen Verhaltens der verschiedenen Dienste im Netz) – die Netzinfrastruktur besser den heutigen und zukünftigen Anforderungen angepasst werden.

Die genannten Vorteile treten erst in einem durchgehenden ATM-Netz (End-to-End) vollständig in Erscheinung. Da die Betreiber öffentlicher Netze bereits über eine bestehende konventionelle Netzinfrastruktur verfügen, wird ein gradueller Übergang zu ATM erfolgen (Bild 9). Dabei werden mit grosser Wahrscheinlichkeit anfänglich Daten- und Videonetze in ATM-Netze konsolidiert, während parallel dazu mit der Integration der riesigen Telefonnetzinfrastruktur der Netzbetreiber in ein gemeinsames internationales ATM-Netz begonnen werden wird. Dieser Übergang wird wahrscheinlich damit beginnen, dass das ATM-Netz Kapazitätsspitzen vom leitungsvermittelten Netz abfangen wird (Overflow). Auch sind Backup-Funktionen bei Ausfall von Schmalbandknoten denkbar. Ebenso wahrscheinlich ist, dass ATM-Netze evolutionär, anfangs als Overlay-Netze, die bestehenden Netze ergänzen werden. Schon mit ATM-Overlay-Netzen kann ein Teil der Vorteile von ATM ausgenutzt werden (z.B. Rerouting bei Störungen oder Überlast in konventionellen Netzteilen).

ATM wird aus heutiger Sicht einen nachhaltigen Einfluss nicht nur auf die Entwicklung der öffentlichen Telekommunikationsnetze, sondern auch auf die Entwicklung des Telekommunikations-Diensteangebots ausüben.

ATM révolutionne les réseaux publics

Propriétés, avantages et offre de services de télécommunications

Une utilisation inefficace des largeurs de bande, et des hiérarchies de débits binaires rigides des réseaux de transmission, d'une part, ainsi que le overhead considérable de réseaux de commutation par paquets, d'autre part, sont les principales raisons qui ont conduit au développement de la technologie Asynchronous-Transfer-Mode (ATM). Bien que l'on ne dispose encore d'aucune valeur expérimentale dans l'exploitation des réseaux ATM, on peut déjà évaluer aujourd'hui les avantages en termes de coûts pour les exploitants de réseaux publics et leurs clients.