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: 87 (1996)

Heft: 15

Artikel: Trends in der Telekommunikation : von der Infrastruktur zum Dienstangebot : Möglichkeiten für Energieversorgungsunternehmen im liberalisierten Telekom-Markt

Autor: Etter, Alexander / Bärtschi, Daniel / Karrer, Hansjürg

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902337

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: 10.12.2025

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

Das Umfeld, in dem sich die Betreiber von Telekommunikationsnetzen bewegen, ist besonders im Hinblick auf die Liberalisierung des Marktes einem raschen Wandel unterworfen. Falls die Energieversorgungsunternehmen (EVUs) die sich im Rahmen der Liberalisierung bietende Gelegenheit für die Ausdehnung ihrer Tätigkeiten ergreifen, können die vorhandenen Kommunikationskapazitäten nicht nur für den Eigenbedarf, sondern auch als Basis für neue Geschäftstätigkeiten genutzt werden.

Trends in der Telekommunikation – von der Infrastruktur zum Dienstangebot

Möglichkeiten für Energieversorgungsunternehmen im liberalisierten Telekom-Markt

■ Alexander Etter, Daniel Bärtschi und Hansjürg Karrer

Die Telekommunikationsmärkte befinden sich heute in einem tiefgreifenden Wandel, der sich in einigen deutlich erkennbaren Trends ausdrückt:

- von zentraler zu dezentraler Datenverarbeitung
- von analoger zu digitaler Technologie
- von Schmalband- zu Breitbandkommunikation
- von distributiven zu interaktiven Diensten
- vom Monopol zum Wettbewerbsmarkt

Anhand einiger ausgewählter Beispiele wird im ersten Kapitel dieses Artikels beschrieben, wie sich dieser Wandel vollzieht. Anschliessend wird aufgezeigt, dass dieser Wandel aus der Sicht der Autoren auch den Energieversorgungsunternehmen neue Chancen bietet. Auf SDH und ATM als gemeinsame Basistechnologien für das zukünftige Breitband-ISDN geht der dritte, technische Teil des Artikels ein.

Tiefgreifender Wandel der Telekommunikation

Verlagerung der Rechenleistung – mehr Intelligenz im Netz

Die Ablösung der hierarchisch organisierten Grossrechner mit ihren Host-Terminal-Strukturen durch dezentrale Systeme mit skalierbaren, im Verbund arbeitenden Rechnern ist weit vorangeschritten. Die Verbreitung des PC am Arbeitsplatz – beinahe jeder zweite Erwerbstätige in der Schweiz verfügt über einen PC – hat dazu geführt, dass elektronische Daten zunehmend dort verarbeitet werden, wo sie anfallen (z. B. Textverarbeitung oder Tabellenkalkulation).

Als Folge dieser Entwicklung wurden sternförmige Netze, wie sie für die Host-Terminal-Anbindung zweckmässig sind, zu Strukturen mit vermaschter Netztopologie ausgebaut, welche dank raffinierter Kommunikationsprotokolle Zusatzfunktionen wie zum Beispiel Routing (Wegwahl) und Sicherung der Datenübertragung wahrnehmen.

Digitales Telefonnetz bis zum privaten Endbenutzer

Die Digitalisierung im Bereich der grossen Telefonzentralen, das heisst im Bereich des Hauptnetzes, ist weitgehend abgeschlossen. Gegenwärtig laufen intensive Anstrengungen, durch die Verbreitung von ISDN die Digitalisierung bis hin zur Peripherie des Netzes, das heisst zum Endbenutzer, voranzutreiben.

Mehr Kapazität und Flexibilität durch Breitbandkommunikation

Auch die Umstellung von Schmalband- auf Breitbandkommunikation verläuft vom Hauptnetz in Richtung Peripherie. Gleichzeitig wird die Kapazität und Flexibilität des Transportnetzes erhöht. Glas-

Adresse der Autoren
Alexander Etter, Daniel Bärtschi und *Hansjürg Karrer,* Broadband Division, Alcatel STR AG
8055 Zürich

fasernetze und die Übertragungstechnologie SDH (siehe Anhang) ermöglichen den Transport digitalisierter Informationen (Daten, Sprache und Bilder) mit sehr hohen Geschwindigkeiten. Neue Vermittlungstechnologien wie zum Beispiel ATM (siehe Anhang) erlauben, typische Charakteristiken der Informationsübertragung wie zeitlich stark variierenden Bedarf an Übertragungskapazität oder unterschiedliche Priorität verschiedener Verbindungen zu berücksichtigen und jeweils genau die geforderte Dienstqualität zu gewährleisten.

Von distributiven zu interaktiven Diensten

Ohne dass wir uns dessen bewusst sind, nutzen die meisten von uns bereits einen analogen Breitbandanschluss: Kabelfernsehen – ein rein distributiver Dienst. Bei dessen Nutzung sind die Teilnehmer zweifach abhängig: zeitlich, indem fixe Programmzeiten eingehalten werden müssen, und inhaltlich, indem das Angebot der zur Verfügung stehenden Sender beschränkt ist. Unabhängig von der Nutzungsdauer wird eine fixe Abonnementsgebühr erhoben. Mit der Einführung interaktiver Angebote wie zum Beispiel Internet, Online-Shopping, Information on demand und Video on demand entfällt die zeitliche Abhängigkeit. Der Benutzer entscheidet selbst, wann er zum Beispiel die neuesten Nachrichten oder einen bestimmten Film sehen will oder wann er – egal, zu welcher Tages- oder Nachtzeit – einen virtuellen Einkaufsbummel im elektronischen Shopping-Zentrum machen will. Die Verrechnung dieser Dienste erfolgt aufgrund der tatsächlich beanspruchten Leistungen.

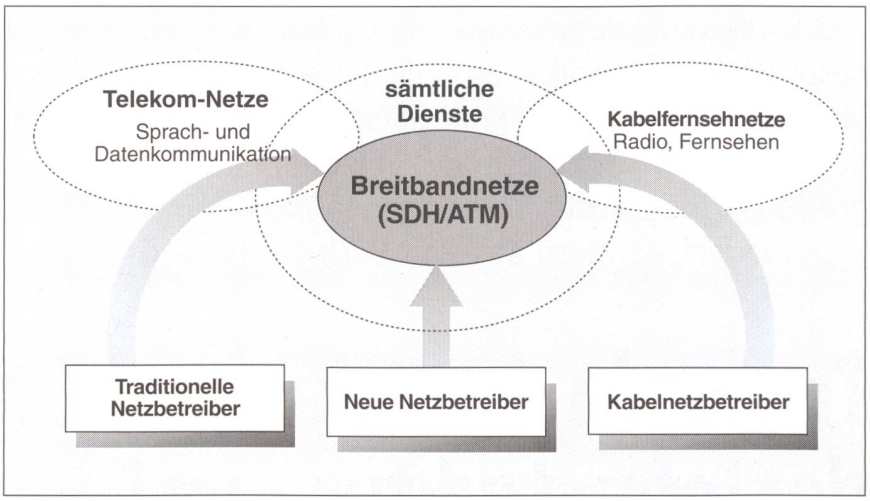


Bild 2 Netzbetreiber im liberalisierten Umfeld
Durch die angekündigte Liberalisierung im Telekommunikationsbereich finden sich Betreiber von Glasfaser-, Telefon- und Kabelnetzen zunehmend in einer Konkurrenzsituation wieder.

Dienstangebot als Schlüsselfaktor für den Markterfolg

Die Technologie für die gemeinsame Übertragung und Verarbeitung von digitalisierten Daten, Sprache und Bildern (Multimedia) ist heute verfügbar. Sie allein garantiert einem Netzbetreiber jedoch noch keinen Markterfolg. Entscheidend ist vielmehr die Verfügbarkeit und breite Akzeptanz nutzbringender, kostengünstiger und sicherer Dienste und Anwendungen. Ein attraktives Dienstangebot ist ein Schlüsselfaktor für den Markterfolg. Die Grundlage dafür bildet ein Netz, das erlaubt, die angebotenen Dienste rasch und flexibel den Bedürfnissen eines möglichst grossen Zielpublikums anzupassen.

Das Spektrum der von Telekom-Betreibern angebotenen Dienste reicht vom Zur-Verfügung-Stellen von Glasfaserleitungen oder verwalteter Bandbreite bis hin zur kompletten Unternehmensvernetzung für international tätige Konzerne oder zum Betrieb von Informations- und Online-Systemen. Bild 1 zeigt die Wertschöpfungskette im Telekommunikationsbereich, die von der Transportinfrastruktur bis zu Anwendungen und Inhalten reicht.

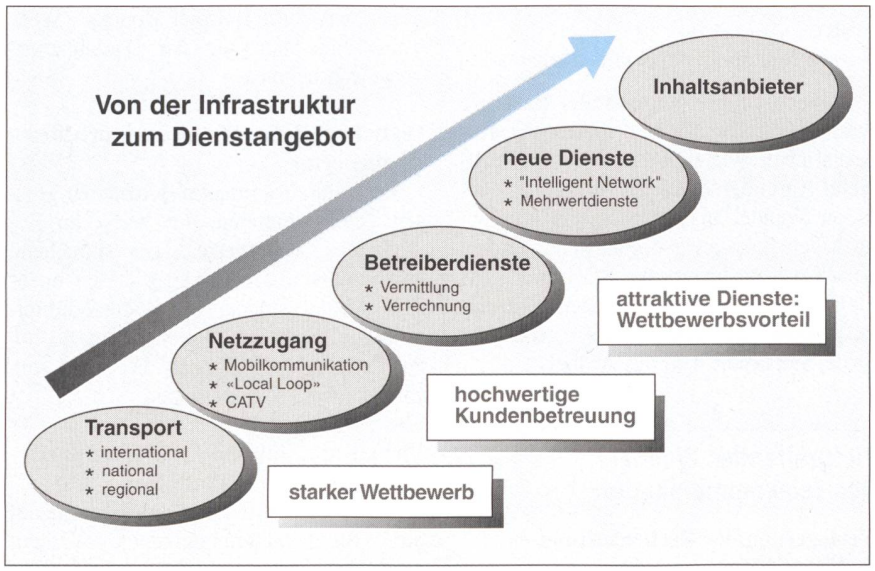


Bild 1 Die Wertschöpfungskette im Telekommunikationsbereich
Sie reicht von der Transportinfrastruktur bis zu Anwendungen und Inhalten.

EVUs im Telekom-Markt

Liberalisierung des Telekommunikationsmarkts – Chance für neue Anbieter?

Durch die angekündigte Liberalisierung im Telekommunikationsbereich finden sich Betreiber von Glasfaser-, Telefon- und Kabelnetzen zunehmend in einer Konkurrenzsituation wieder (Bild 2). Die traditionellen Netzbetreiber unterhalten bereits umfangreiche Infrastrukturen mit jeweils mehreren verschiedenen Netzen. Sie sind daran, die Hauptnetze so anzupassen, dass dienstunabhängige, auf SDH und ATM basierende Breitband-Kommunikationsinfrastrukturen entstehen. Gleichzeitig werden die Zugangsnetze vereinheitlicht und ihre Kapazität erhöht.

Neuen Netzbetreibern präsentiert sich die Situation etwas anders. Sie verfügen über Kommunikationsnetze, die bis heute hauptsächlich für den Eigenbedarf genutzt wurden. Um künftig attraktive Kommunikationsdienste anbieten zu können, müssen diese Netze beträchtlich ausgebaut und neue Netze aufgebaut werden. Einem neuen Netzbetreiber bietet sich dadurch die Möglichkeit, bereits in der Konzeptphase die Netzinfrastruktur so zu planen, dass sie die Anforderungen erfüllt, die an eine einheitliche Kommunikationsplattform für

die Realisierung einer Vielzahl von Diensten gestellt werden. Ein einheitliches Netz vereinfacht gleichzeitig den Betrieb und Unterhalt wesentlich.

Die neuen Netzbetreiber haben unterschiedliche Absichten und Pläne bezüglich des Zeitpunktes der Einführung, anzusprechender Marktsegmente, geographischer Ausdehnung, Kooperationspartner und Dienstangebot. Eine entscheidende Rolle bei der Definition der Markteintrittsstrategie spielen die vorhandene Infrastruktur und die geplante Marktpositionierung. Ein einheitlicher Trend beim Vorgehen der neuen Netzbetreiber ist insofern absehbar, als man annehmen kann, dass die meisten unter ihnen sich zunächst auf das Marktsegment «Geschäftskunden» konzentrieren werden.

Telekommunikations- und Energienetze gleichen sich

Die Topologie moderner Telekommunikationsnetze lässt sich in den Grundzügen mit der Struktur von Energienetzen vergleichen. Wie bei diesen bildet in der Telekommunikation ein leistungsfähiges Hauptnetz – auch Core- oder Backbone-Netz genannt – das zentrale Rückgrat. Es ist so konzipiert, dass beim Ausfall einer Teilstrecke die notwendige Kapazität durch Zweitwege sichergestellt wird. Es verfügt über leistungsstarke Netzknoten, welche die unterschiedlichen Informationen durch das Breitbandnetz leiten. Für die Anbindung von Endgeräten wie zum Beispiel Telefonen, Rechnern, Videoausrüstungen oder lokalen Netzen werden üblicherweise Zugangsnetze dem Hauptnetz vorgelagert.

Im Bereich der Zugangsnetze muss sowohl für Geschäftskunden als auch – in einem zweiten Schritt – für private Benutzer die Frage der Feinverteilung gelöst werden. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit wird grosses Gewicht auf die Weiterverwendung der bestehenden Infrastruktur gelegt (Kupfer-, Koaxial- und Glasfaserleitungen).

Die Energieversorgungsnetze, die zum Teil bereits über Glasfaserverbindungen verfügen, bilden, so meinen wir, eine ideale Grundlage für Aktivitäten im Bereich der Telekommunikation. Den EVUs bietet sich die Chance, von Anfang an nicht nur als lokale, sondern als überregionale Netzbetreiber an diesem Markt teilzuhaben, um so mehr, als sie bereits über bewährte Kundenbeziehungen und Absatzkanäle sowie die notwendigen Trassees verfügen (Bild 3).

Information highway bis zum Endkunden

Wie bereits erwähnt, unterscheidet man in Telekommunikationsnetzen grundsätzlich zwischen den beiden Versorgungsbereichen Backbone und Zugang, welche jeweils unterschiedliche Anforderungen stellen. Im Backbone-Bereich, wo grosse Datenmengen zu attraktiven Konditionen über lange Distanzen transportiert werden sollen, muss der Betreiber als wichtigste Voraussetzung für den Erfolg über sichere Verbindungen verfügen, die mit einem Minimum an Verwaltungs- und Steuerungsaufwand betrieben werden können. Für den Zugangsbereich, das heisst für die Feinverteilung, erlauben die zur Verfügung stehenden Breitbandtechnologien, Sprache, Daten und Video bis zum Anschluss des Endkunden über eine einzige Infrastruktur zu transportieren.

Netzverwaltung

Moderne, leistungsfähige Netzverwaltungssysteme ermöglichen die grafische Ende-zu-Ende-Verwaltung der angebotenen Dienste sowie die Konfiguration und Verwaltung der Kundenschnittstellen. Die vom Kunden beanspruchten Leistungen werden erfasst und verrechnet. Dank dem Einsatz moderner Telekommunikationslösungen können Netzbetreiber und Kunde individuelle und flexible Vereinbarungen über die angebotenen Dienste treffen. Die Verrechnung der Kommunikationsleistungen in einem von EVUs betriebenen Kommunikationsnetz könnte mit geringem Zusatzaufwand analog den bestehenden Abläufen und Infrastrukturen für die Verrechnung der leistungsabhängigen Energiebezüge eingeführt werden. Für den Netzbetreiber ist die einfache, universelle Netzverwaltung einer der wichtigsten Schlüssel zum Erfolg.

Abkürzungen

AAL	ATM Adaptation Layer
ADM	Add-Drop-Multiplexer
ATM	Asynchronous Transfer Mode
B-ISDN	Broadband Integrated Services Digital Network
CATV	Cable Television
CCS	Cross-Connect-System
EVU	Energieversorgungsunternehmen
IP	Internet Protocol
ITU-T	International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector
LAN	Local Area Network
PCM30	Pulse Code Modulation mit 30 Nutzkanälen pro Rahmen
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SMDS	Switched Multi-Megabit Data Service
STM	Synchronous Transport Module
TU	Tributary Unit
TUG	Tributary Unit Group
TVA	Teilnehmervermittlungsanlage
VC	Virtual Container (SDH)
VC	Virtual Channel (ATM)
VP	Virtual Path (ATM)

Startvorteile für die EVUs

Dank ihrer langjährigen Marktpräsenz als Energieanbieter verfügen die EVUs, falls sie in den Telekommunikationsmarkt eintreten wollen, über gewichtige Startvorteile:

- bestehende Kundenbeziehungen und etablierte Absatzkanäle
- vorhandene Infrastruktur wie zum Beispiel Trassees und Übertragungsleitungen, die bereits mit Glasfaserverbindungen ausgerüstet sind
- eingeführter Markenname
- vorhandene administrative Abläufe für die Verwaltung und Betreuung der Endkunden

Die gezielte Nutzung dieser Startvorteile beim Eintritt in den Telekommunikationsmarkt ist eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg. Zusätzlich fordert das neue Umfeld von allen neuen Netzbetreibern und Dienstanbietern jedoch auch, dass sie sich spezifische Kenntnisse des Telekommunikationsmarktes aneignen. Sowohl die traditionellen als auch die neuen Netzbetreiber im In- und Ausland leisten bereits heute einen nicht zu unterschätzenden Aufwand für die Vermarktung ihres Leistungsangebotes.

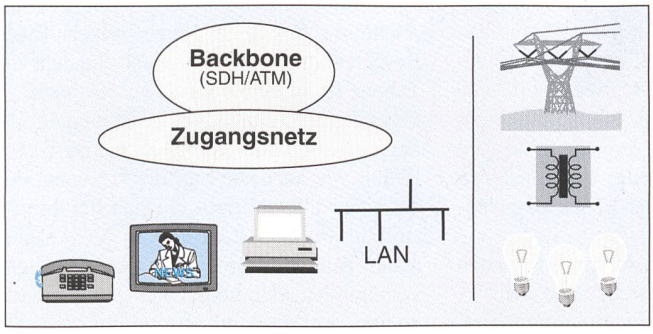


Bild 3 Telekommunikations- und Energienetze haben eine ähnliche Struktur

Geschäftsfelder für EVUs

Unter der Annahme, dass die EVUs die sich im Rahmen der Liberalisierung bietende Gelegenheit für die Erweiterung ihrer Tätigkeiten ergreifen, wird im folgenden darauf eingegangen, wie die vorhandenen Kommunikationskapazitäten nicht nur für den Eigenbedarf, sondern auch als Basis für neue Geschäftstätigkeiten genutzt werden können. Einem potentiellen Netzbetreiber bietet sich eine breite Palette von Möglichkeiten, im Telekommunikationsmarkt tätig zu werden:

- Verkaufen von «Wegrechten» an andere Netzbetreiber: Einer anderen Firma wird das Recht gewährt, die Trassees für das Verlegen von neuen Übertragungsleitungen zu nutzen.
- Vermieten von Glasfaserstrecken an Endkunden und andere Netzbetreiber. Man spricht in diesem Fall auch von «Dark fibre», das heisst von blosser Glasfaser ohne die für die Übertragung benötigten zusätzlichen Ausrüstungen.
- Vermieten von Kommunikationskapazität (verwaltete Bandbreite) an Endkunden und andere Netzbetreiber. Hierbei kann es sich um konventionelle Mietleitungen oder auch um einen vereinbarten Anteil an der Bandbreite einer leistungsfähigen Übertragungsstrecke handeln.
- Anbieten von *Diensten* (Daten, Sprache, Video) direkt an Endkunden.

Um entscheiden zu können, in welchen Geschäftsfeldern künftige kommerzielle Angebote der EVUs besonders aussichtsreich sind, müssen die Geschäftsfelder anhand bestimmter Kriterien beurteilt werden. Dabei spielen nebst strategischen Zielen auch kurzfristigere taktische Gesichtspunkte eine Rolle. Der Einstieg in neue Geschäftsbereiche soll ausserdem mit einem vertretbaren finanziellen Aufwand und klar abschätzbarem Risiko realisiert werden. Unter dieser Voraussetzung können die zur Erreichung und Sicherung der angestrebten Marktposition notwendigen Schritte geplant werden. Bei der Beurteilung neuer Geschäftsfelder können folgende Kriterien angewendet werden:

- Möglichkeit zum schrittweisen Auf- und Ausbau der Infrastruktur parallel zum wachsenden Kundenstamm
- genügendes Volumen für Markteintritt und kontinuierliches Wachstum
- gesicherte zukünftige Wertschöpfung

Die Tabelle I zeigt eine Aufstellung der Vor- und Nachteile jedes Geschäftsfeldes für den neuen Netzbetreiber. Wie sie zeigt, sind rentable Geschäftsfelder, die über eine Nischenposition hinausgehen, nur in den Bereichen Verkauf von Netzkapazität und Anbieten von Diensten zu erschliessen. Die Vielzahl der möglichen Dienstangebote öffnet ein breites Feld für eine künftige Tätigkeit der EVUs im Telekom-Bereich. Die Tabelle II zeigt eine Auswahl der Vor- und Nachteile der einzelnen Dienste aus der Sicht der EVUs als potentielle Netzbetreiber.

Die Wahl der Dienste, die angeboten werden sollen, ist sicherlich die schwierigste und auch die folgenschwerste Entscheidung für einen Netzbetreiber. Eine Beschränkung auf die ersten beiden in Tabelle II aufgeführten Dienstgruppen – Datendienste und Circuit Emulation – begrenzt sowohl das unternehmerische Risiko wie auch die Startinvestitionen, da sie einen allmählichen Ausbau der Infrastruktur im Gleichschritt mit der Anzahl neuer Kunden ermöglicht. Das Anbieten von mobilen oder drahtgebundenen Telefoniediensten birgt einerseits ein grosses

Geschäftsfeld	Vorteile	Nachteile
Wegrechte	• keine Investitionen notwendig	• keine Kontrolle über die spätere Nutzung
Datenleitungen (Dark fiber)	• Investitionen beschränken sich auf das Übertragungsmedium	• keine Kontrolle über Art und Umfang der Nutzung • eigene Nutzung ist nicht möglich
Kommunikationskapazität (Mietleitungen)	• Basiskapazität kann weiterhin für eigene Angebote genutzt werden • einfache Verrechnung	• geringe Flexibilität bei der Angebotsgestaltung • beschränkter potentieller Kundenkreis • Stärke der traditionellen Netzbetreiber
Dienste	• optimale Nutzung der verfügbaren Netzkapazität • flexible Gestaltung des Dienstangebotes • grosse unternehmerische Gestaltungsmöglichkeiten • Wachstumsmarkt mit grösstem Potential für innovative Lösungen	• hohe Anforderungen an attraktive Verrechnungsmodelle • rascher Aufbau von breitem Telekom-Know-how notwendig

Tabelle I Vor- und Nachteile einzelner Geschäftsfelder

Dienst	Vorteile	Nachteile
Dienste mit variabler Bitrate (Datendienste – SMDS, Frame Relay, VP Bearer Service, Channel Extender Service, IP-Service, LAN-Kopplung)	• grosser potentieller Kundenstamm dank bestehenden Wegrechten und Kundenbeziehungen • hoher Nutzungsgrad der bestehenden Infrastruktur dank statistischem Multiplexing (Bandwidth on demand) • kontinuierlicher Ausbau des Netzes entsprechend der Nachfrage	• statistisches Multiplexing stellt hohe Anforderungen an die eingesetzten Geräte in bezug auf die Sicherstellung der vereinbarten Dienstgüte
Dienste mit konstanter Bitrate (Circuit Emulation – Sprache, Video, TVA-Kopplung)	• ideal zur Ergänzung des Angebotes und als Basislast für die Netzinfrastruktur • schrittweiser Netzaufbau möglich	• notwendige Reservation von fixer Netzkapazität reduziert die verfügbare Bandbreite für Anwendungen mit variabler Bitrate (statistisches Multiplexing)
Mobiltelefonie	• Nutzung des hohen Flächendeckungsgrades	• die kritische Grösse des Versorgungsgebietes bedingt hohe Startinvestitionen • starke Konkurrenz durch in- und ausländische Anbieter
Drahtgebundene Telefonie	• dichtes Anschlussnetz	• sehr hohe Startinvestitionen • heute Monopol der Telecom PTT
Residential Services (CATV, Interactive Video Services, Home Shopping)	• Nutzung der bestehenden Wegrechte bis zu den Endanwendern	• Erreichen der kritischen Grösse bedingt hohe Startinvestitionen • hohe Marktdurchdringung durch bisherige Kabelfernsehbetreiber

Tabelle II Vor- und Nachteile einzelner Dienste für den Netzbetreiber

Potential in einem Massenmarkt, bedingt andererseits aber von Beginn weg einen hohen Flächendeckungsgrad. Der damit verbundene Investitionsbedarf stellt wesentlich höhere Anforderungen an die finanziellen Möglichkeiten des betreffenden Anbieters. Welche Dienste schliesslich angeboten werden, ist eine unternehmerische Entscheidung, die auf einer gründlichen Untersuchung des anvisierten Zielmarktes basiert. Wesentlich ist, dass diese Entscheidung keinesfalls durch die Wahl der technischen Infrastruktur eingeschränkt werden darf.

Neue Basistechnologien

Die Basistechnologien SDH und ATM

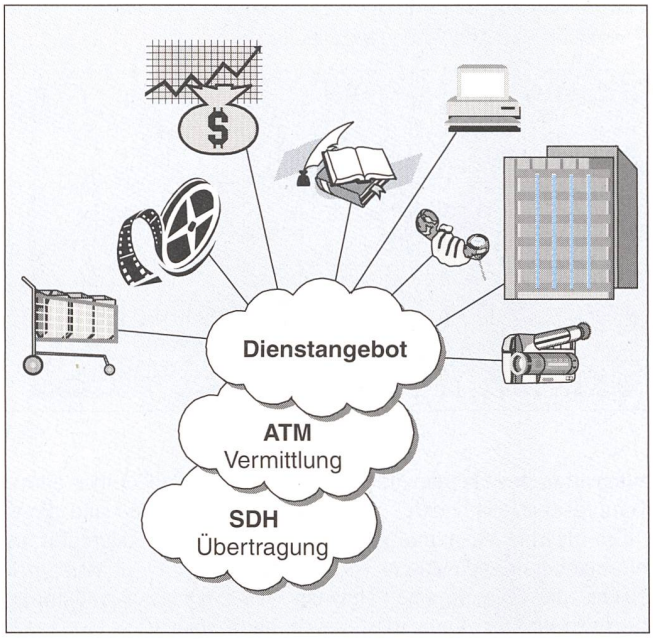
Mit dem Ziel, eine Infrastruktur zu schaffen, welche die ganze Dienstpalette unterstützt, hat ITU-T für Breitband-ISDN (B-ISDN) als gemeinsame Basistechnologien ATM und SDH definiert (Bild 4). SDH erfüllt die Aufgaben eines universellen Transportnetzes, während ATM die technische Grundlage bildet für ein von der Infrastruktur unabhängiges, frei wählbares Dienstangebot (siehe Anhang).

Für das Bereitstellen von Kommunikationskapazität wurde lange Zeit die PDH-Technik (PDH = Plesiochrone Digitale Hierarchie) eingesetzt. Dabei werden 30 Sprachkanäle zu je 64 kBit/s sowie zusätzlich ein Synchronisations- und ein Signalisierkanal zum PCM30-Rahmen zusammengefasst. Dieser bildet mit 2 MBit/s die unterste Hierarchiestufe der PDH. Auf leistungsfähigeren Strecken erfolgt eine Bündelung zu 8 MBit/s (selten), 34 MBit/s oder 140 MBit/s. Geringe Taktunterschiede zwischen benachbarten Systemen werden mittels Stopfbits ausgeglichen. Abhängig vom Vorzeichen der Geschwindigkeitsdifferenz werden Stopfbits eingefügt oder eliminiert. Dadurch kann nur auf Signale einer tieferen Hierarchiestufe zugegriffen werden, indem alle Demultiplexierungsstufen nacheinander durchlaufen werden.

Die Synchrone Digitale Hierarchie (*SDH*) hingegen erlaubt jederzeit den transparenten Zugriff auf sämtliche Hierarchiestufen ohne vorgängige Demultiplexierung. Der Zugriff erfolgt über sogenannte Add-Drop-Multiplexer. Diese erlauben, einem Gesamtdatenstrom (Aggregate) direkt Signale unterer Hierarchien (Tributaries) zu entnehmen oder zu diesem hinzuzufügen (Add-Drop). SDH-Netzknoten sind auch in der Lage, Leitungsunterbrüche zu erkennen und den betroffenen Verkehr selbständig innert Sekundenbruchteilen auf einen Ersatzweg zu leiten.

Bild 4 Flexible Dienstplattform

SDH erfüllt die Aufgaben eines universellen Transportnetzes, während ATM die technische Grundlage bildet für ein von der Infrastruktur unabhängiges, frei wählbares Dienstangebot.



Diese Vorteile und die Möglichkeit, die Bandbreite softwaregesteuert statt manuell mit Steckbrücken zuzuordnen, haben dazu geführt, dass die PDH-Technik zurzeit in grossem Stil durch die SDH-Technologie abgelöst wird.

Mit dem Ziel, eine einheitliche Basis für die Realisierung von Diensten auf Netzen mit grosser Übertragungskapazität zu schaffen, arbeiteten ab der zweiten Hälfte der achtziger Jahre ITU-T und ab 1992 auch das Herstellergremium ATM Forum an Standards und Implementationsrichtlinien für die neue Vermittlungstechnologie *ATM*. Die Standardisierung ist mittlerweile so weit gediehen, dass es möglich ist, komplexe ATM-Netze vollständig standardkonform aufzubauen und damit auch die Zusammenarbeit von Ausrüstungen verschiedener Hersteller zu gewährleisten.

SDH und ATM ergänzen sich

SDH und ATM lösen unterschiedliche Teilaufgaben innerhalb eines Kommunikationssystems. SDH als Übertragungstechnik und ATM als Vermittlungstechnik ergänzen sich dabei gegenseitig. SDH-Knoten dienen dem zuverlässigen Transport von Datenströmen mit konstanter Bitrate über einzelne Streckenabschnitte. ATM-Netze sorgen dafür, dass Informationen entlang eines geeigneten Pfades über mehrere Streckenabschnitte hinweg von einem Netzteilnehmer zum anderen gelangen. Die von einzelnen Teilnehmern beanspruchte Bandbreite kann dabei zeitlich stark variieren. Indem man in ATM-Netzen statistisches Multiplexing einsetzt, kann die zeitliche Verteilung des Bandbreitenbedarfs dazu genutzt werden, das Kosten/Nutzen-Verhältnis wesentlich zu verbessern. Da ATM darüber hinaus in der Lage ist, beliebige Verkehrsarten wie Daten, Sprache oder Video auf das ATM-Format zu adaptieren und am Bestimmungsort wieder in der ursprünglichen Form abzuliefern, kann jeder Standort durch eine einzige Anschlussleitung erschlossen werden. Die Aufspaltung des Datenstroms in die verschiedenen Dienste erfolgt erst beim Kunden.

Für öffentliche Netze ist ein hohes Mass an Ausfallsicherheit gefordert, da von Unterbrüchen immer eine grosse Anzahl von Teilnehmern betroffen ist. Ausfallsicherheit setzt zuverlässige, stabile Transportsysteme voraus. Hier liegt die grosse Stärke von SDH. SDH-Netze bieten dank ihren durch die Knoten ausgeführten autonomen Selbstheilmechanismen einen weitgehenden Schutz gegen die Auswirkungen von Leitungsunterbrüchen. Die Verkehrsumleitung erfolgt schnell und dank der Autonomie der Netzknoten auch sicher. ATM-Knoten sind ebenfalls in der Lage, auf Unterbrüche zu reagieren und die betroffenen virtuellen Pfade entsprechend umzuleiten, doch ist diese Aufgabe wesentlich komplexer und dauert deshalb in der Regel länger als im SDH-Netz. SDH-Knoten sind auf Übertragung spezialisiert und darum besser in der Lage, Daten über längere Glasfaserstrecken ohne Signalregeneration zu transportieren als direkt über Glasfasern verbundene ATM-Knoten.

Durch die Kombination von SDH und ATM lassen sich Netze aufbauen, die ein Höchstmass an Ausfallsicherheit, Flexibilität und Wirtschaftlichkeit in sich vereinen.

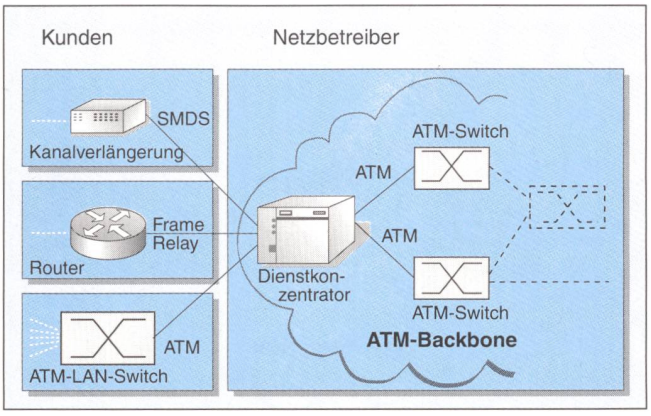


Bild 5 Dienstkonzentration in Kundennähe

Die Adaption der verschiedenen Informationsströme auf das ATM-Format muss so nahe beim Endkunden wie möglich durchgeführt werden.

Integration bestehender und neuer Kommunikationsdienste

Die flexible Adaption von beliebigen Informationsströmen auf das ATM-Format erlaubt die gemeinsame Nutzung der Basisinfrastruktur durch existierende und künftige Kommunikationsdienste. Damit hat der Netzbetreiber die Möglichkeit, unterschiedlichste Dienste auf einer einzigen, gemeinsam genutzten Netzinfrastruktur anzubieten. Voraussetzung ist allerdings, dass die Adaption der verschiedenen Informationsströme auf das ATM-Format so nahe beim Endkunden wie möglich durchgeführt wird. So kann ein einheitliches, auf ATM-Zellströmen basierendes Backbone-Netz betrieben werden (Bild 5).

International sind alle grossen Netzbetreiber gegenwärtig dabei, ihre Netze auf die ATM-Technologie umzurüsten, um in Zukunft flexibel auf die Bedürfnisse des Marktes reagieren zu können, ohne für jeden neuen Dienst ein zusätzliches Netz aufbauen und pflegen zu müssen.

Geringe Kosten dank einfacher Netzpflege und -überwachung und ein umfassendes Dienstangebot ermöglichen einem Netzbetreiber, eine starke Marktposition zu erreichen und diese auszubauen. Das gilt insbesondere für neue Netzbetreiber, die keine Altlasten in Form von bestehenden Diensten und Infrastruktur zu finanzieren haben.

Netzevolution

Als eine der ersten physischen Schnittstellen für ATM hat ITU-T das von der SDH-Technologie bekannte STM-1-Transportmodul für 155 MBit/s definiert. Damit kommunizieren ATM-Knoten, die über Glasfasern direkt miteinander verbunden sind, ohne zusätzliche Ausrüstung bereits mittels SDH-Technologie. Dies erlaubt, mit einer beschränkten Anzahl ATM-Knoten erste Erfahrungen beim Anbieten von Diensten zu sammeln und das Netz nach und nach zu erweitern.

Ein SDH-Übertragungs-Backbone-Netz, welches den ATM-Knoten ein ausfallsicheres Transportnetz zur Verfügung stellt, kann auch nachträglich installiert werden. Für die ATM-Knoten ist die Topologie des SDH-Netzes transparent (Bild 6). Sie verhalten sich, wie wenn sie direkt zusammengeschaltet wären. Auch Leitungsunterbrüche bleiben ohne Auswirkung, da die SDH-Knoten den Verkehr im Fehlerfall innert Sekundenbruchteilen auf einen Ersatzweg umleiten. Ein SDH-Backbone-Netz öffnet dem Netzbetreiber zusätzliche Geschäftsmöglichkeiten, indem er überschüssige Netzbandbreite anderen Netzbetreibern oder Dienstanbietern, die über keine eigene Transportinfrastruktur verfügen, anbieten kann.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass aus unserer Sicht die Ausgangslage für die Ausdehnung der Tätigkeit der EVUs auf den Telekommunikationsmarkt vielversprechend ist. Die Nutzung ihrer Startvorteile und der gezielte Einsatz moderner Technologien wie SDH und ATM bilden die Grundlage für den erfolgreichen Markteintritt. Entscheidend für die Abgrenzung gegenüber anderen Netzbetreibern sind die Attraktivität und der Bekanntheitsgrad des Dienstangebots.

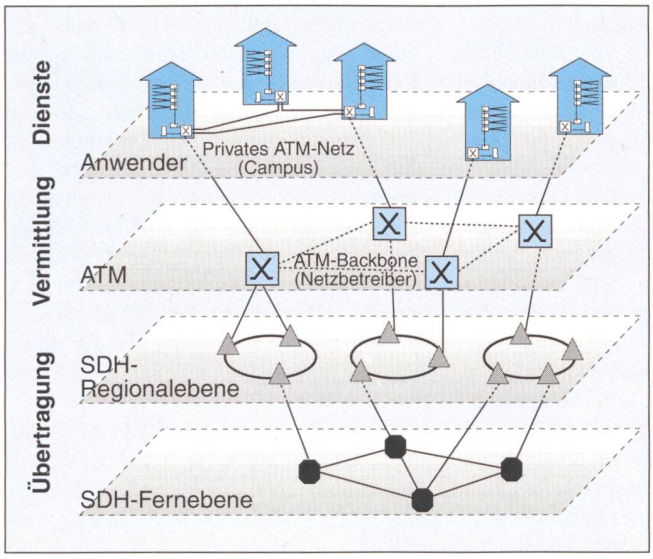


Bild 6 Hierarchische Netztopologie mit SDH und ATM

Für die ATM-Knoten ist das SDH-Netz transparent; sie verhalten sich, wie wenn sie direkt zusammengeschaltet wären.

Anhang

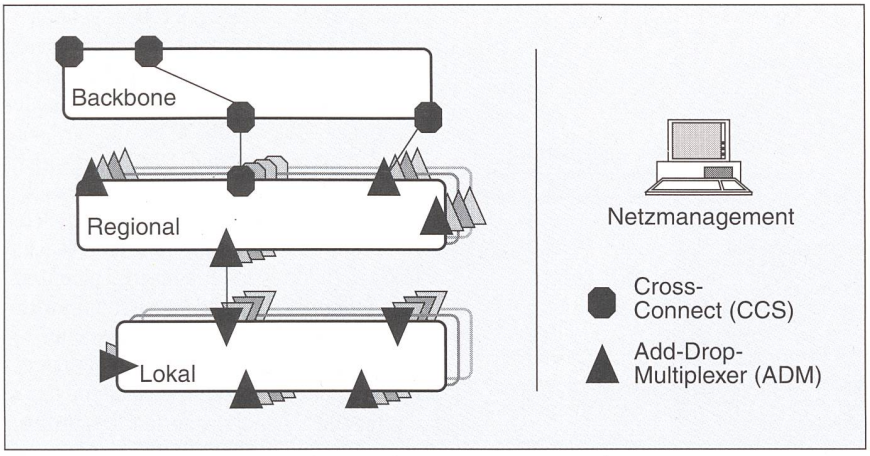
Was ist SDH?

Als Basis für ein weltweit normiertes Übertragungsnetz entwickelte ITU-T die Synchrone Digitale Hierarchie (SDH). Der hierarchische Aufbau des SDH-Netzes, seine Topologie und seine flexibel steuerbaren Elemente erlauben, sowohl bestehende Netze wie auch künftige Breitbandnetze zu integrieren.

Die SDH-Spezifikation beschreibt den Transport und die Verwaltung von digitalen Verkehrsströmen über Glasfasernetze. SDH-Netze werden hierarchisch aus Cross-Connect-Systemen (CCS) und Add-Drop-Multiplexern (ADM) aufgebaut. Die CCS funktionieren dabei als softwaregesteuerte elektronische Kreuzschienen, und die ADM dienen dem Zuführen und Abzweigen von Teilbündeln (Tributary Units) aus dem Gesamtstrom. SDH-Netze haben in der Regel drei Hierarchie-Ebenen:

- das Backbone-Netz, bestehend aus vermaschten Cross-Connect-Systemen
- Regionalnetze, aus einer Kombination von Cross-Connect-Systemen und Add-Drop-Multiplexern in einer ringförmigen Struktur
- Lokalnetze, mit Add-Drop-Multiplexern in einer ringförmigen Struktur

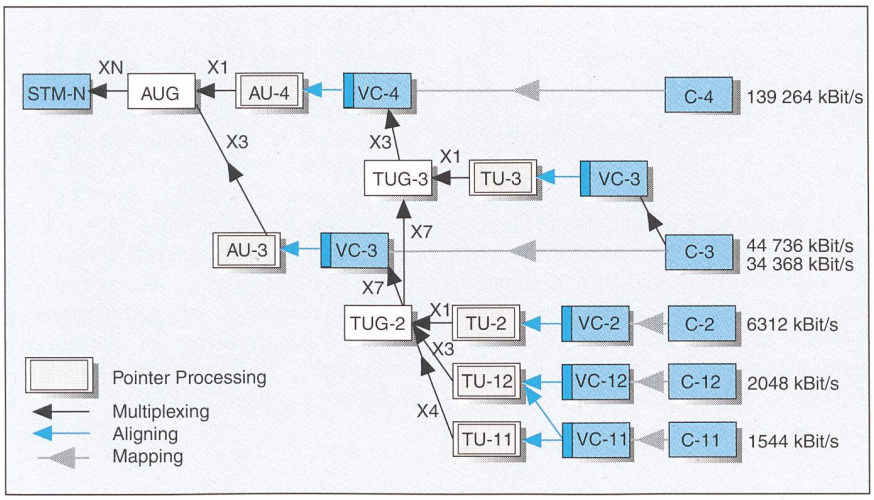
Das Netzmanagement erstreckt sich über das ganze Netz und unterstützt die Konfigurationsverwaltung und die Überwachung der Signalqualität sowie die Alarmierung im Fehlerfall. Bei Netzunterbrüchen sind über die Cross-Connect-Knoten grossräumige Umleitungen möglich. Die Ringstruktur erlaubt es den Add-Drop-

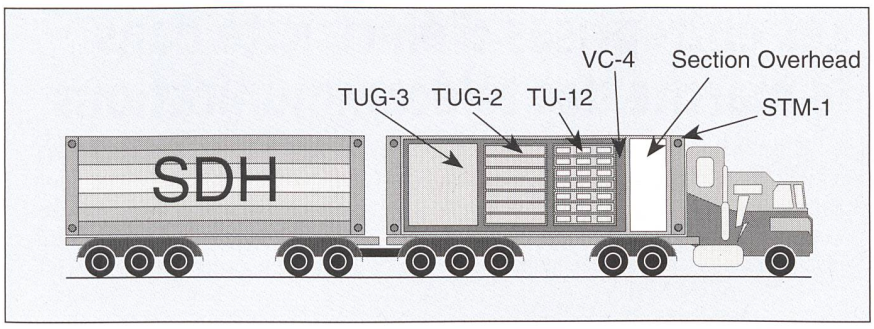


Multiplexern, bei Leitungsunterbrüchen sämtliche Verbindungen durch automatische Umleitungen aufrechtzuerhalten. Die Netzknoten reagieren auf Störungen innert Sekundenbruchteilen und ohne manuelle Intervention durch das Netzmanagement.

Die Multiplexierungsstruktur von SDH ist so ausgelegt, dass auch Verkehrsströme der Plesiochronen Digitalen Hierarchie (PDH) transparent übertragen werden können, indem die Signale in entsprechende Container abgepackt werden. Die PDH-Signale werden mit Zusatzinformationen für die Ende-zu-Ende-Überwachung (Path Overhead) versehen und dann als sogenannte Virtuelle Container (VC) übertragen. Mit Informationen (Pointer) zum Ausgleichen von PDH-Taktunterschieden wird ein VC schliesslich zur Tributary Unit (TU). Mehrere solcher Tributary Units können zu einer Tributary Unit Group (TUG) zusammengefasst werden, welche dann ihrerseits in einen VC höherer Ordnung verpackt werden kann. Übertragen werden die SDH-Rahmen schliesslich als Synchrone Transport-Module (STM), welche zusätzlich noch den Section Overhead für das Netzmanagement und für die Sicherung der Übertragung zwischen einzelnen Netzknoten beinhalten.

Die Struktur des SDH-Datenstroms lässt sich mittels einer Analogie darstellen: Wenn man davon ausgeht, dass auf der Ladebrücke eines Lastwagens genau ein STM-1-Datenrahmen Platz findet, so kann er einen virtuellen Container der Grösse 4 (VC-4) transportieren. Sind kleinere Lasten zu transportieren, so werden in die Ladefläche zwei Trennwände eingebaut, was erlaubt, bis zu drei TUG der Grösse 3 (TUG-3) unterzubringen. Einzelne dieser Ladebuchten können mittels Tablaren weiter unterteilt werden, was die Aufnahme von bis zu sieben TUG-2 ermöglicht. Jede solche TUG-2 kann ihrerseits zum Beispiel bis zu drei Transportbehälter für TU-12 aufnehmen. Die vorhandene Transportkapazität wird so flexibel genutzt. Dank dem synchronen Charakter von SDH kann auf sämtliche Container bei allen Übertragungsraten jederzeit direkt zugegriffen werden. Ein einziger ADM erlaubt, beliebige 2-MBit/s-Ströme zum Beispiel in einen 620-MBit/s-Strom einzufügen oder daraus abzuzweigen. Für den SDH-Lastwagen heisst das, dass beliebige Teile der Nutzlast in voller Fahrt zu- und abgeladen werden können. Bei der PDH mussten zu diesem Zweck mit beträchtlichem Materialaufwand sämtliche dazwischenliegenden Hierarchiestufen demultiplexiert und anschliessend wieder multiplexiert werden.



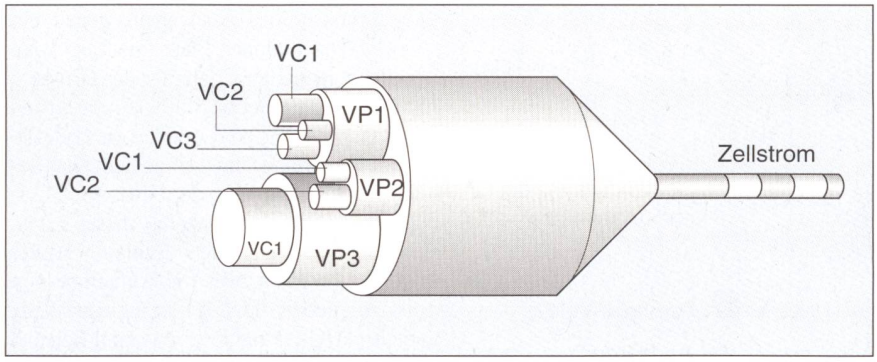


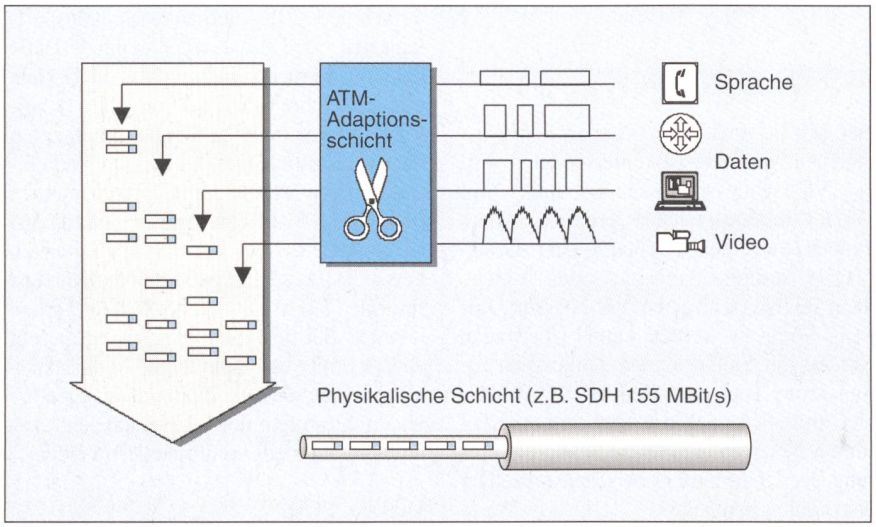
Was ist ATM?

Statistisches Multiplexing

Die Digitaltechnik ermöglicht die Übertragung von unterschiedlichen Signalen in einheitlicher Art und Weise. Die einzelnen Verkehrsströme werden ineinander «verschachtelt» und über eine gemeinsame Infrastruktur transportiert. Man spricht dabei von Multiplexierung. Mehrere Teilnehmer teilen sich in die vorhandene Netzbandbreite.

Diese Aufteilung kann statisch erfolgen, indem die gesamte zur Verfügung stehende Bandbreite aufgeteilt und den Teilnehmern fest zugewiesen wird, oder dynamisch, indem jeder Teilnehmer entsprechend seinem aktuellen Bedarf jeweils einen Teil der Bandbreite nutzt. Die dynamische Aufteilung hat den Vorteil, dass die statistische Verteilung der Lastspitzen der einzelnen Teilnehmer dazu genutzt werden kann, eine wesentlich bessere Gesamtauslastung der Übertragungsstrecken zu erreichen, was zu grossen finanziellen Vorteilen führen kann. Der Teilnehmer hat zudem den Vorteil, dass er wenn nötig eine wesentlich höhere Spitzenbandbreite nutzen kann als bei einer fixen Zuteilung der Bandbreite. Voraussetzung für die Realisierung des statistischen Multiplexings sind aufwendige Massnahmen zur Bandbreitensteuerung bei kurzzeitigem Auftreten von kumulierten Spitzenlasten, welche die Kapazität der Übertragungsstrecke übersteigen. Das statistische Multi-





Zeitbezug bleibt zwischen Ursprung und Ziel erhalten	notwendig		nicht notwendig	
Bitrate	konstant	variabel		
Verbindungsart	verbindungsorientiert			verb.-los
AAL-Typ	1	2	5	3/4

plexing findet typischerweise in paketorientierten Netzen (LAN, X.25) Anwendung. In Sprachnetzen hingegen wird traditionell eine fixe Bandbreitenaufteilung eingesetzt.

ATM

ATM wurde mit dem Ziel entwickelt, integrierte Netze für sämtliche Verkehrsarten aufzubauen. Gleichzeitig sollen dabei die Vorteile des statistischen Multiplexing genutzt werden können. Um den unterschiedlichen Bedürfnissen der Sprach- und Datenkommunikation Rechnung zu tragen, wurde als Transporteinheit eine sehr kleine, fixe Paketgrösse von 53 Bytes definiert, sogenannte Zellen. Davon werden 5 Bytes im Zellkopf für den Transport von administrativen Informationen wie zum Beispiel Adressen verwendet. Die verbleibenden 48 Bytes stehen für den Transport von Nutzinformationen zur Verfügung.

Der im 5 Bytes grossen Zellkopf verfügbare Platz genügt selbstverständlich nicht, um weltweit jeden möglichen Kommunikationspartner zu adressieren. Da es sich bei ATM aber um ein verbindungsorientiertes Verfahren handelt, ist dies gar nicht notwendig. Vor jedem Informationsaustausch wird mittels einer den gebräuchlichen Telefonnummern vergleichbaren Adresse eine Verbindung zum Partner aufgebaut. Dabei wird ein sogenannter Virtueller Pfad (VP) über die gesamte Wegstrecke eingerichtet. Der VP entspricht einer imaginären Pipeline zwischen den Kommunikationspartnern, innerhalb derer für die Kommunikation Virtuelle Kanäle (VC) definiert werden können. Die einzelnen Zellköpfe tragen nur noch die Information, zu welchem VC innerhalb welches VP die Zelle gehört. Die Zellen werden so entlang der bestehenden Verbindung durch das gesamte Netz transportiert. Der Aufbau eines Virtuellen Pfades hat ausserdem den Vorteil, dass der Teilnehmer die benötigte Bandbreite im voraus bekanntgeben kann und die Netzknoten die Möglichkeit haben, durch geeignete Reservationsmechanismen dafür zu sorgen, dass die einzelnen Netzteilnehmer sich beim Auftreten von Lastspitzen gegenseitig nicht beeinträchtigen.

Um unterschiedliche Verkehrsarten wie Daten, Sprache und Video über ein gemeinsames Netz übertragen zu können, muss zuvor eine Adaption auf das gemeinsame ATM-Zellformat stattfinden. Dazu werden die Informationsströme einerseits segmentiert, das heisst in Zellen abgepackt, und andererseits mit Zusatzinformationen versehen, die es erlauben, am Ziel die ursprünglichen Informationsströme wiederherzustellen. Diese Aufgabe wird innerhalb des ATM-Kommunikationsmodells durch die ATM-Adaptionsschicht (AAL = ATM Adaptation Layer) wahrgenommen. Abhängig davon, ob der Zeitbezug innerhalb des Datenstroms zwischen Ursprung und Ziel erhalten bleiben muss und ob die Bitrate konstant oder variabel ist, wird der entsprechende AAL-Typ verwendet. Dieser wird dem Netz bereits beim Verbindungsaufbau bekanntgegeben. Dies ermöglicht es den Netzknoten, zum Beispiel für Sprach- und Datenverkehr unterschiedliche Buffer zu verwenden, was verhindert, dass für den Sprachverkehr bei Spitzen im Datenverkehr (Bursts) unzulässige Verzögerungen entstehen.

Les entreprises d'électricité dans le marché des télécommunications

Le marché des télécommunications se caractérise aujourd'hui par un mouvement de libéralisation. Les entreprises d'électricité peuvent profiter de cette dérégulation pour étendre leurs activités. Si elles saisissent cette chance, elles mettront à profit les réseaux de communications déjà installés, en les utilisant non seulement pour couvrir leurs propres besoins, mais encore pour proposer de nouveaux services.