

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 71 (1993)

Heft: 4

Artikel: Netzevolution bis zum universellen B-ISDN

Autor: Klingler, Christoph

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875502>

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: 30.04.2026

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

Netzevolution bis zum universellen B-ISDN*

Christoph KLINGLER, Zürich

1 Einleitung

Eine optimierte Netzevolution ist für den Erfolg des B-ISDN von grösster Bedeutung. Sie soll sich entsprechend dem Bedarf an neuen Diensten und der zur Verfügung stehenden Technologie vollziehen. Dabei muss aus Gründen der Wirtschaftlichkeit wo immer möglich auf vorhandenen Investitionen aufgebaut werden können.

Auch in der Normierung des B-ISDN wird von einem Stufenkonzept ausgegangen. Der Fahrplan der Studiengruppe XVIII des CCITT sieht drei Etappen vor, die grob durch die folgenden Eigenschaften charakterisiert sind:

Stufe 1

Dienste:

- verbindungsorientierter ATM-Dienst (connection oriented bearer service) für Dienste mit konstanter Bitrate
- Emulation von synchronen Kanälen (z.B. $n \times 64$ kBit/s)
- verbindungsloser Dienst (connectionless bearer service)

Verbindungstypen:

- Punkt-Punkt-Verbindungen
- Vermittlung von virtuellen Kanälen (VCC: Virtual Channel Connection)
- semipermanente virtuelle Pfade (VPC: Virtual Path Connection)

Stufe 2

Dienste:

- verbindungsorientierter ATM-Dienst für Dienste mit variabler Bitrate
- Zugang zum Dienststeuerungspunkt (Service Control Point) des intelligenten Netzes (Intelligent Network IN)
- Zusammenwirken (Interworking) mit Schmalband-ISDN

Verbindungstypen:

- Punkt-Mehrpunkt-Verbindungen

Stufe 3

Dienste:

- Multimedia-Dienste
- Verteildienste

Verbindungstypen:

- Ringruf-Verbindungen (Broadcast)
- vermittelte virtuelle Pfade (VPC)

2 Topologie künftiger Netze

Bedingt durch den Einsatz von äusserst leistungsfähigen optischen Übertragungssystemen wird sich die Topologie der öffentlichen Netze verändern. In Zukunft ist von einer verringerten Anzahl von Netzebenen auszugehen mit einer entsprechenden Vergrößerung der Knoten. Damit lassen sich die Investitionskosten, vor allem aber die Betriebskosten für Netzplanung und Netzbetrieb, erheblich reduzieren. Die entstehenden Netze werden zunehmend aus nur zwei Hierarchieebenen aufgebaut sein (Fig. 1):

1. Aus dem *Kernnetz* (Core Network), bestehend aus sehr grossen und leistungsfähigen Durchschalteeinheiten (Cross-Connects CC) und Transitvermittlungsstellen (TE: Transit Exchange), die untereinander nach Möglichkeit direkt vermascht sind.
2. Aus dem *Anschlussnetz* (Access Network), bestehend aus abgesetzten Einheiten (RU: Remote Unit), Add/Drop-Multiplexer (ADM), Cross-Connect-Multiplexer (CCM), Cross-Connect (CC) und Ortsvermittlungsstellen (LE: Local Exchange). Im Anschlussbereich werden Stern- und Ringstrukturen mit Ersatzschaltungsmöglichkeit eingesetzt. Der Anschluss an zwei Ortsvermittlungsstellen (Dual Homing) ermöglicht es, die gesamte Funktionalität auch bei Ausfall der einen aufrechtzuerhalten. Abgesetzte Einheiten können den Lokalverkehr auch dann abwickeln, wenn die Verbindung zur Ortsvermittlungsstelle unterbrochen ist (Notbetrieb).

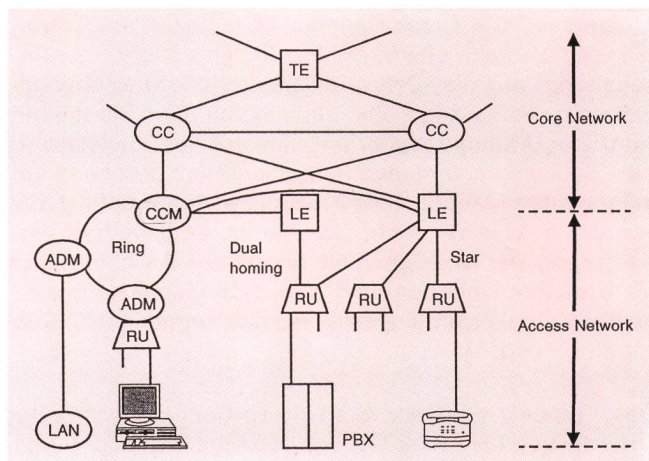
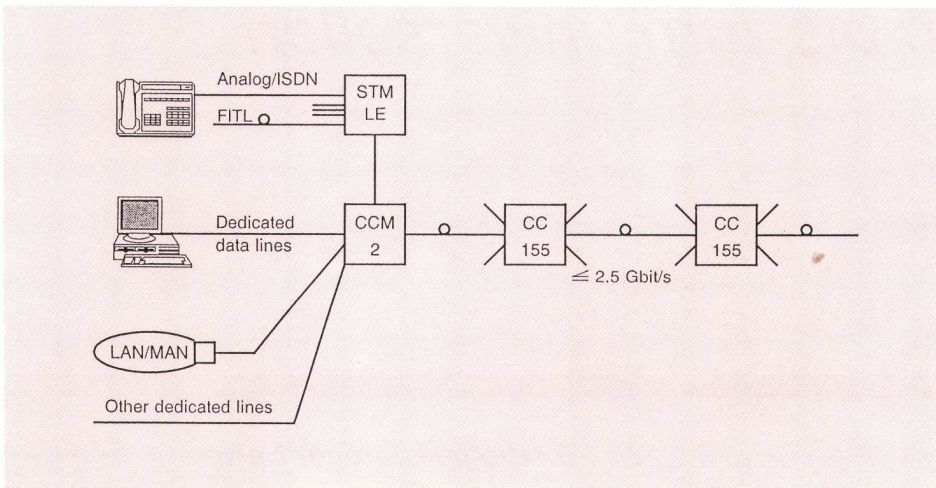


Fig. 1 Beispiel für künftige Netztopologie

* Abkürzungen, Glossar und Bibliographie siehe Anhang Seite 238.



3 Phase 1: Synchrone digitale Hierarchie (SDH) und Metropolitan Area Network (MAN)

In einer ersten Phase werden SDH-Übertragungssysteme und MAN eingeführt (Fig. 2). SDH im Übertragungsnetz ist für alle nachfolgenden Phasen als Voraussetzung anzusehen, da die Zukunft der reinen ATM-Übertragung sehr unsicher ist. Ihre Zweckmässigkeit ist vor allem fraglich, solange noch ein bedeutender Anteil des Verkehrs synchron abläuft.

Das SDH-Netz ist dienstunabhängig. SDH-Cross-Connects werden im Zugangsnetz (Access Network) und im Kernnetz (Core Network) für das Zusammenschalten von Knoten des Schmalband ISDN bzw. des Telefonnetzes und des Paketnetzes sowie für Mietleitungen verwendet. Über diese Mietleitungen können beispielsweise Teilnehmervermittlungsanlagen, lokale und regionale Netze (LAN/MAN) und Host-Rechner gekoppelt werden. Zusammen mit Cross-Connects und Multiplexern der plesiochronen Hierarchie (PDH) werden Bitraten von 64 kBit/s, 2 Mbit/s, 34 Mbit/s, 139 Mbit/s und 150 Mbit/s unterstützt.

Im Access Network werden die Teilnehmer über abgesetzte Einheiten (Remote Unit RU) angeschaltet, die Mietleitungen über Flexible Multiplexer oder Terminal Multiplexer. Die Cross-Connect-Multiplexer konzentrieren den Verkehr und erhöhen die Flexibilität der Anschaltung an die Ortsvermittlungsstelle beziehungsweise an das Kernnetz. Die Bildung von SDH-Ringen mit Add/Drop-Multiplexern bringt eine erhöhte Zuverlässigkeit. Bei Fehlern wird eine Rekonfiguration beruhend auf eingebauten Management-Prozeduren durchgeführt, die von der Aussenwelt nicht sichtbar ist. Eine weitere Verbesserung der Verfügbarkeit bringt der Anschluss der abgesetzten Einheiten und Cross-Connect-Multiplexer an zwei Ortsvermittlungsstellen, das sogenannte «Dual Homing» (Fig. 1).

Das Kernnetz wird aus SDH-Cross-Connects mit einer Unterteilung (Granularität) von 155 Mbit/s gebildet. Vernetzt werden sie mit Übertragungsausrüstungen, die im Bereich bis 2,5 Gbit/s arbeiten.

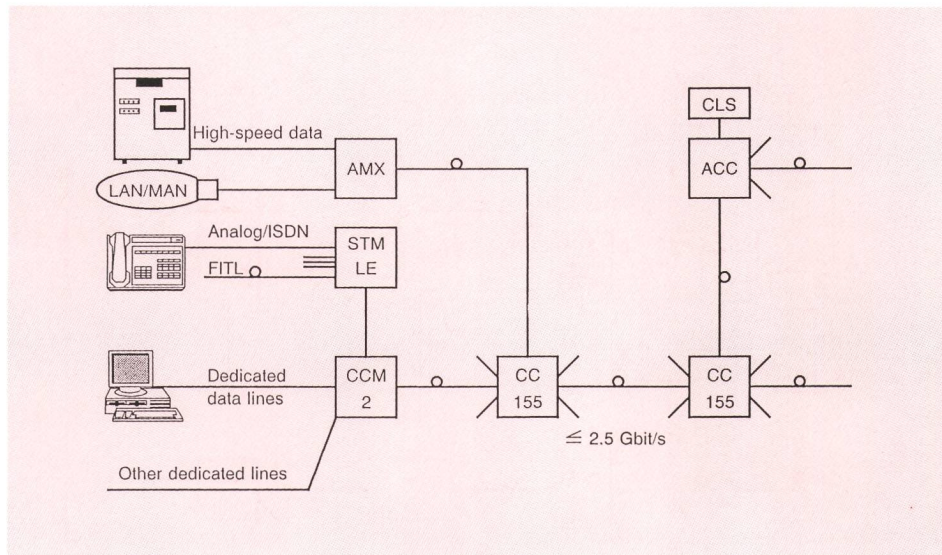
Für viele Geschäftsbetriebe nimmt die Bedeutung der Kopplung von Datenausrüstungen wie LAN, Workstations, Servers und Mainframes über grössere Distanzen immer mehr zu. Als Folge entsteht ein Bedarf nach einem öffentlichen Netz mit einem Dienst, wie ihn heutige LAN aufweisen. Mit MAN können diese Anforderungen schon vor der Einführung von ATM effizient abgedeckt werden. Von der Technik her gleichen diese MAN den LAN, decken aber ein wesentlich grösseres Gebiet ab, arbeiten mit höheren Bitraten und können als öffentliches Netz betrieben werden. Die Technik des von ETSI genormten MAN beruht auf einem bidirektionalen Bus mit verteilten Warteschlangen (DQDB: Distributed Queue Dual Bus), wie in IEEE 802.6 genormt. Sowohl IEEE 802.6 als auch ATM beruhen auf einer Übertragung von Zellen mit fester Länge. Die Normen für beide Verfahren wurden soweit wie möglich harmonisiert, damit das Zusammenwirken in einem künftigen Evolutionschritt erleichtert wird. Die identische Zellenstruktur sollte ein direktes Umsetzen der Zellen ermöglichen (cell relay).

4 Phase 2: ATM-Cross-Connect (Durchschalteinheit), Server für verbindungslose Dienste

Die zweite Phase ist zugleich die Einführungsphase von ATM und zeichnet sich durch den Einsatz von ATM-Multiplexern (AMX) und ATM-Cross-Connects (ACC) aus, ergänzt mit Servern für verbindungslose Dienste (Connectionless Server CLS). Dieses ATM-Netz benützt die bereits ab Phase 1 installierte SDH-Infrastruktur. Im Zugangs- und Kernnetz kann neben der synchronen auch die plesiochrone digitale Hierarchie verwendet werden, da das ATM-Prinzip von der darunterliegenden Übertragungstechnik unabhängig ist. Die Konfiguration ist in Figur 3 dargestellt.

Im Unterschied zu SDH-Netzen können dem Kunden mit diesem ATM-Überlagerungsnetz (Overlaynetz) potentiell beliebige Bitraten zugeteilt werden. Die Einschränkungen in der Granularität, wie sie von SDH her bekannt sind, entfallen. Für den Netzbetreiber ist ein flexibles Multiplexieren der Kanäle bis zur höchsten unterstützten Bitrate möglich.

Fig. 3 Netzevolution: Phase 2



An Diensten werden semipermanente virtuelle Pfade und Kanäle in Punkt-zu-Punkt-Konfiguration angeboten. Die ATM-Zellen werden über das SDH-Netz in Containern vom Typ VC4 transportiert. Die Teilnehmer-Netz-Schnittstelle (UNI: User Network Interface) hat eine Bitrate von 155 MBit/s und beruht auf SDH in der physikalischen Schicht.

Der Auf- und Abbau der Verbindungen sowie eine Änderung der Zellrate der Kanäle wird über die Netzverwaltung durchgeführt. Neben dem Konfigurieren durch einen Operator ist auch die Installation eines Fernbedienterminals (Remote Entry Terminal) beim Kunden vorgesehen. Damit kann er im Rahmen der Möglichkeiten sein virtuelles privates Netz selber verwalten.

Für einen wirksamen Einsatz des verbindungslosen Dienstes für MAN/LAN-Kopplung kann die Durchschalteinheit ACC (ATM-Cross-Connect) mit einem Server für verbindungslose Dienste (CLS) ergänzt werden, der die eigentliche Wegsteuerung (Routing) der Datenpakete übernimmt. Der Zugang zum Server wird über einen einzigen semipermanenten virtuellen Kanal erreicht. Der Sinn dieses Servers liegt hauptsächlich in der Einsparung von Netzressourcen. Bei der direkten Vernetzung der Zugänge (Gateways) ohne Server wächst die Zahl der benötigten Kanäle sehr schnell mit der Zahl der Partner. Zudem vereinfacht dieses Server-Konzept die Wegsteuerung im Gateway.

Der Dienst für die Rahmenweiterleitung (Frame Relay Service) kann auf zwei Arten verwirklicht werden:

- a) Die Frame-Relay-Ausrüstungen verwenden das ATM-Netz nur als Übertragungsinfrastruktur. Zwischen der Schicht 2 des Frame Relay und dem ATM-Netz gibt es kein Zusammenwirken (Interworking, Frame Relay on top of ATM, Encapsulation). Die Wegsteuerung der Rahmen kann in einem Frame-Relay-Knoten angesiedelt werden. Dieses Konzept ist vergleichbar mit jenem für den verbindungslosen Dienst.
- b) Das ATM-Netz übernimmt die Wegsteuerung. Das Interworking zwischen Schicht 2 des Frame Relay und dem ATM-Netz umfasst besonders

das Umrechnen der Adressen zwischen den Rahmen und den Zellen.

Für den Aufbau von virtuellen privaten Netzen wird mit Vorteil ein virtueller Pfad verwendet. In diesem können dynamisch virtuelle Kanäle auf- und abgebaut werden. Die dafür benötigte Signalisierung läuft über einen besonderen Kanal und ist für das öffentliche Netz transparent. Die vom virtuellen Pfad zur Verfügung gestellte Zellrate kann von den Endpunkten flexibel den virtuellen Kanälen zugeteilt werden.

5 Phase 3: B-ISDN-Vermittlungssystem (Switching System)

In der dritten Phase wird die B-ISDN-Vermittlung, beruhend auf ATM, eingeführt, wie in *Figur 4* dargestellt.

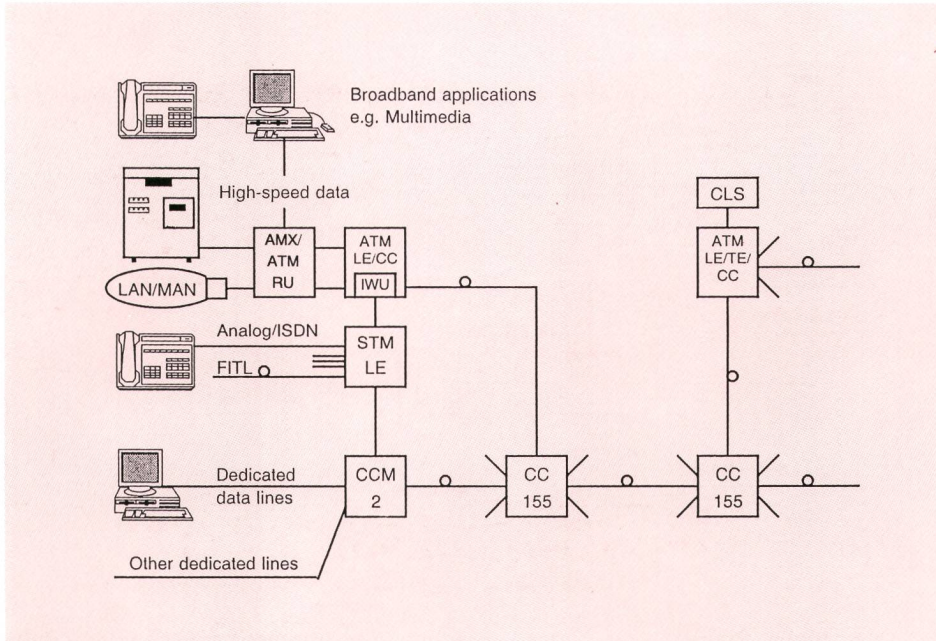
Im Gegensatz zu semipermanenten virtuellen Kanälen, die über das Netzmanagement verwaltet werden, können vermittelte Kanäle über die Signalisierung auf- und abgebaut werden. Dazu werden die bestehenden Protokolle für Schmalband-ISDN, die digitale Teilnehmer-signalisierung DSS Nr. 1 und der ISDN-Anwenderteil ISUP erweitert. Die grundsätzliche Logik der Protokolle bleibt dabei erhalten. Im Netzzinnern wird das Signali-siertnetz des Schmalband-ISDN (CCITT No. 7) mit Vorteil auch vom B-ISDN benützt, da sich der Aufwand für ein eigenes B-ISDN-Signali-siertnetz wegen des anfänglich geringen Verkehrs nicht rechtfertigen lässt.

Die Knoten (LE, TE, CC) werden wie in Phase 2 über das SDH-Netz miteinander verbunden oder auch über direkte SDH-Leitungen. Vernetzt werden sie über virtuelle Pfade, was eine flexible Zuteilung von Bandbreite für die virtuellen Kanäle innerhalb einer virtuellen Pfadverbindung ermöglicht.

Bezogen auf die Knoten sind für den Übergang von Phase 2 nach Phase 3 zwei Wege möglich (*Fig. 5*):

1. *Architektur A*: Hochrüsten aller oder einzelner ATM-Cross-Connect aus Phase 2 mit Funktionen für das Vermitteln von virtuellen Kanälen (Funktion des Knotens: ATM-Vermittlung und ATM-Cross-Connect).

Fig. 4 Netzevolution: Phase 3



2. *Architektur B*: Aufbau von Vermittlungsausrüstungen zusätzlich zu den ATM-Cross-Connects. Die Trennung der Ausrüstungen für das ATM-Übertragungsnetz und die Vermittlung erhöht die Sicherheit und vereinfacht zudem die Aspekte der Telekommunikations-Verwaltungsnetze (TMN).
3. *Architektur C*: Universalknoten für ATM-Vermittlung, ATM-Cross-Connect und SDH-Cross-Connect.

Als wichtigste neue Dienste für den Teilnehmer an diesem Knoten sind Multimedia-Dienste und die Dienste des Schmalband-ISDN zu erwähnen, möglicherweise ergänzt mit Fernsehverteilung.

Wegen Verzögerungen durch die Paketisierung der Information bei Diensten mit kontinuierlicher Bitrate (z.B. Sprache) ist es wichtig, die Verbindung von Anfang bis Ende im ATM-Netz zu führen, da damit die Zahl der Netzübergänge so klein wie möglich gehalten wird. Ein flächendeckendes ATM-Netz ist daher die Voraussetzung für die sinnvolle Unterstützung der Dienste des Schmalband-ISDN.

6 Phase 4: Universal-B-ISDN

In der letzten Phase wird der Übergang von einem ATM-Overlay-Netz in ein flächendeckendes Netz vollzogen (Fig. 6). Ein Universal-Kommunikationsknoten mit Vermittlungs- und Cross-Connect-Funktion erlaubt den Anschluss von PDH-, SDH- und ATM-Schnittstellen für Schmal- und Breitbanddienste.

Für Multimedia-Dienste kommen die Vorteile von ATM besonders deutlich zum Ausdruck: Im Netz wird eine einzige Technik für alle Dienstkomponenten eingesetzt. Die Ressourcen können flexibel auf die einzelnen Komponenten verteilt werden. Um Synchronisationsprobleme zu vermeiden, könnte der Multimedia-Anruf mit einem virtuellen Pfad, die Komponenten mit virtuellen

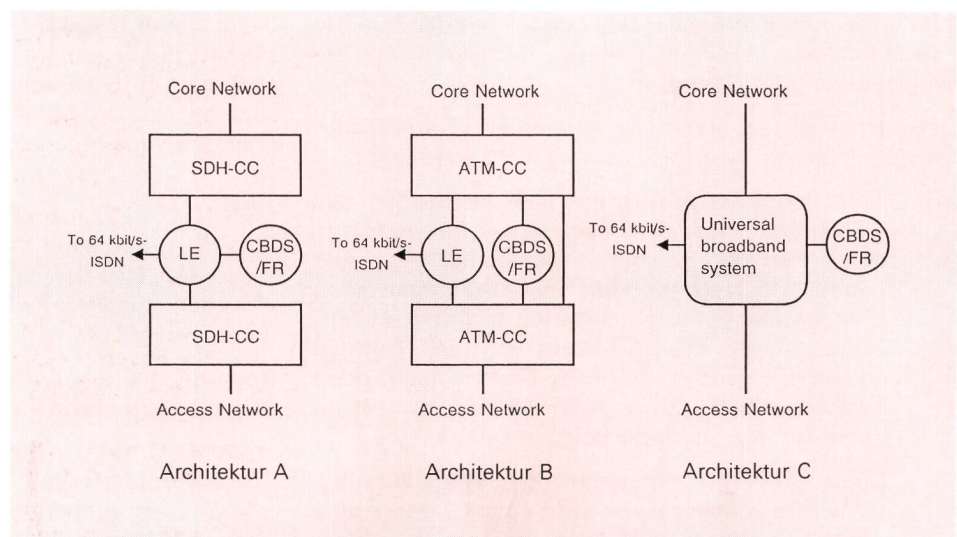
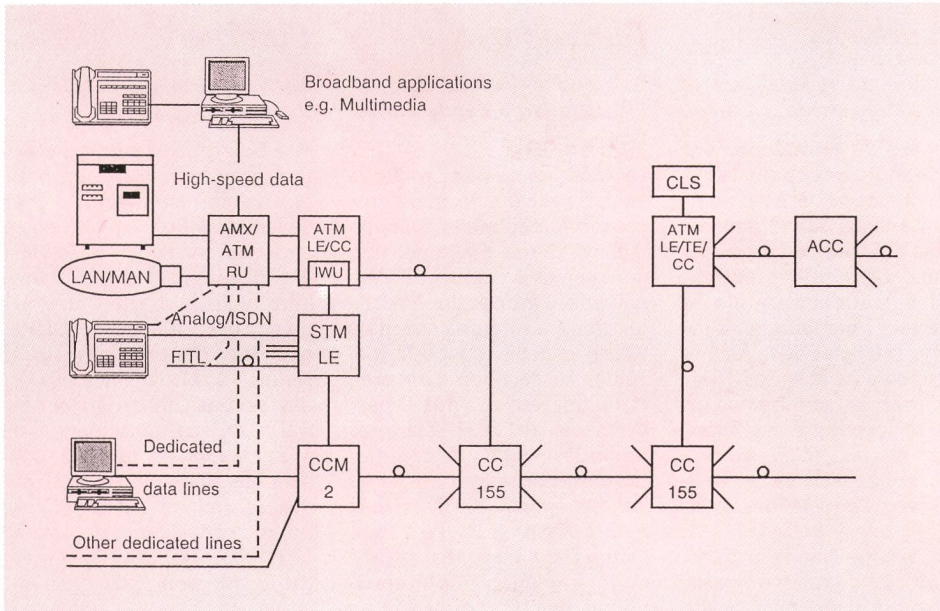


Fig. 5 Netzevolution: Phase 3, Architekturen

Fig. 6 Netzevolution: Phase 4



Kanälen aufgebaut werden. Damit würden neu vermittelte virtuelle Pfade benötigt.

Beim Fernsehen sind hochauflösendes (HDTV) und vermitteltes Fernsehen als Neuerungen zu erwähnen. Zu bedenken sind dabei allerdings Probleme mit der Konkurrenzfähigkeit gegenüber Spezialnetzen (Kosten der Baumstrukturen). Auch die politische Komponente (*ein* Netzbetreiber für Sprache und TV) muss geklärt werden.

Bedingt durch diese neuen Dienste müssen die Signalerprotokolle in wesentlichen Punkten ergänzt werden. Beispielsweise ist für Multimedia eine Aufteilung in Call (gesamter Anruf) und Connection (Nutzkanalverbindung für eine Komponente) nötig, damit die Komponenten flexibel behandelt werden können.

7 Schlussbetrachtungen

Die vier vorgestellten Phasen zeigen eine mögliche Evolution zum breitbandfähigen Universalnetz auf. Es ist durchaus möglich, dass nicht alle verwirklicht werden oder dass eine Phase noch weiter unterteilt wird. Das wesentliche Ziel von Evolutionsüberlegungen ist nicht, diese Phasen genau vorherzusagen. Viel wichtiger ist, dass ein Konzept entsteht, das eine schnelle Weiterentwicklung des Netzes ermöglicht, wenn der Markt für einen neuen Dienst da ist. Die längerfristigen Betrachtungen sollen helfen, die aktuellen Investitionen in die ATM-Technik möglichst zukunftsgerichtet zu tätigen.

Ein möglicher Terminrahmen für die einzelnen Phasen ist in *Figur 7* enthalten. Die erste Phase, die Einführung von SDH-Technik und MAN ist bereits Tatsache. Auch die Verwirklichung eines semipermanenten ATM-Dienstes von 1993 an, gegebenenfalls ergänzt durch einen

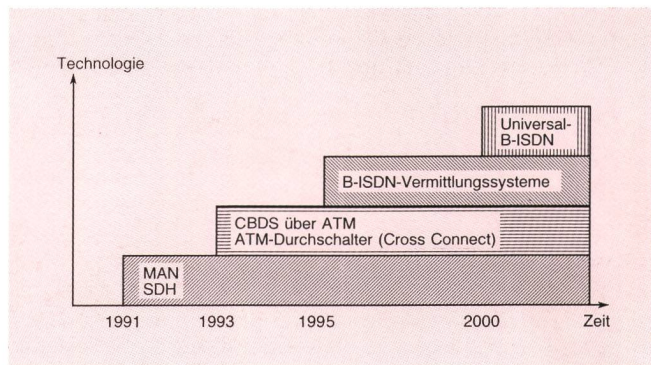


Fig. 7 Zeitrahmen für Phasen der Netzevolution

Server für verbindungslose Dienste ist realistisch. Kommerzielle Pilotprojekte verschiedener Netzbetreiber sind auf diesen Termin angekündigt und die Entwicklungsarbeiten in der Industrie sind in vollem Gange. Aussagen über die Termine der weiteren Phasen sind dagegen noch recht unsicher. Unter anderem hängt es stark von den Erfahrungen ab, die mit Phase 2 gemacht werden, besonders was die Nachfrage für ATM-Anwendungen betrifft.

Zusammenfassung *Résumé*

Netzevolution bis zum universellen B-ISDN

Entsprechend der Bedarfsentwicklung und den technischen Möglichkeiten wird sich die Breitbandkommunikation in mehreren Phasen entwickeln. Die erste davon ist die Einführung der synchronen digitalen Hierarchie (SDH) und der Metropolitan Area Networks (MAN) (seit 1991), die zweite betrifft die ATM-Cross-Connects und Multiplexer (von 1993 an) und die dritte ist jene der Vermittlungsstellen für Breitbanddienste (von 1995 an). Die vierte Phase (vom Jahr 2000 an) bringt den universell einsetzbaren Knoten für Vermittlung und semipermanente Durchschaltung, der Schmal- und Breitbanddienste unterstützt.

Evolution du réseau vers le RNIS à large bande universel

Eu égard au développement des besoins et des possibilités techniques, la communication à large bande connaîtra une évolution en plusieurs phases. La première correspond à l'introduction de la hiérarchie numérique synchrone (SDH) et des réseaux métropolitains MAN en 1991, la deuxième a commencé en 1993 et concerne les brasseurs et les multiplexeurs MTA, et la troisième verra le jour avec l'arrivée des centres, de relais pour les services à large bande à partir de 1995. La quatrième phase, qui devrait commencer avec le prochain millénaire, verra l'émergence des noeuds universels pour la commutation et la connexion semi-permanente, adaptés à la transmission à bande étroite et large.

Riassunto

Sviluppo della rete fino all'ISDN a larga banda universale

La comunicazione a larga banda evolverà in varie fasi conformemente allo sviluppo delle esigenze e alle possibilità tecniche. La prima fase prevede l'introduzione della gerarchia sincrona digitale (SDH) e delle reti MAN (dal 1991), la seconda concerne i multiplexer e ATM-Cross-Connects (dal 1993) e la terza riguarda i centri di commutazione per servizi a larga banda (dal 1995). Nella quarta fase (a partire dall'anno 2000) viene realizzato il nodo impiegabile universalmente per la commutazione e la connessione semipermanente; il nodo funge da supporto per i servizi a banda larga e a banda stretta.

Summary

Network Evolution towards the Universal B-ISDN

The broad band communication is growing in several phases corresponding to the development of requirements and the technical possibilities. The first of those is the introduction of the synchronous digital hierarchy (SDH) and the Metropolitan Area Networks (MAN, since 1991), the second phase concerns the ATM Cross Connects and Multiplexers (from 1993 on) and the third one is that of the switching offices for broad band services (from 1995 on). The fourth phase (from the year 2000 on) will come up with the universal interchangeable node for switching and semipermanent cross-connection which supports the narrow and broad band services.