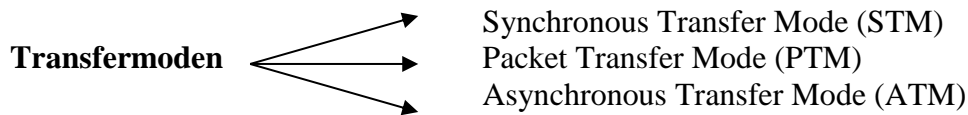


ATM (Asynchroner Transfer Mode)

Anfang der 80er Jahre entstand die Idee eine Übertragungsart zu schaffen, die alle derzeitigen und alle zukünftigen Anwendungen, unabhängig von ihrem Bandbreitenbedarf, abdeckt. Tele- und Datenkommunikationswelt sollten vereinigt werden.

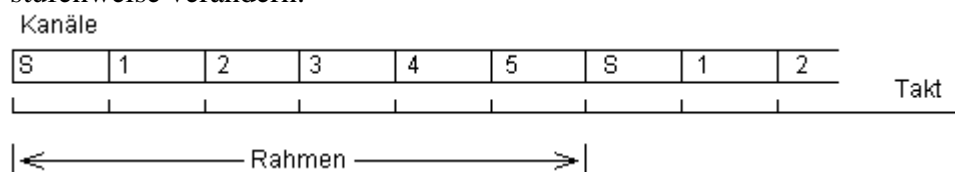
Mit welchen Übertragungstechniken können Daten und Kommunikation übermittelt werden?



STM: Synchronous Transfer Mode

STM überträgt unterschiedlicher Datenströme, die über einen Takt synchronisiert sind. Der synchrone Übertragungsmodus ist in Hierarchiestufen aufgeteilt. STM-1, das haben wir im Script Digitale-Uebertragungstechnik kennengelernt, die erste Hierarchiestufe und überträgt 155,52 Mbit/s über Lichtwellenleiter. Die weiteren Hierarchiestufen sind durch STM-n festgelegt und erreichen STM-256, was für 40 Gbit/s steht.

Bei synchronen Übertragungsverfahren wird die Übertragung in Kanäle eingeteilt. Diese Kanäle sind mit einem festen Rahmen umschlossen (siehe Bild). Der Rahmen wird ständig wiederholt. Durch Hinzufügen und Entfernen von Kanälen lässt sich die Bandbreite stufenweise verändern.

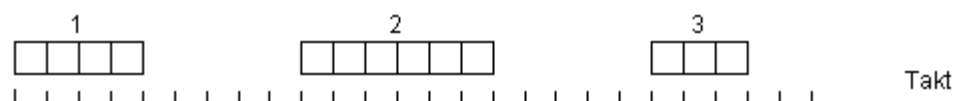


STM ist gekennzeichnet durch:

1. eine feste Bandbreite und
2. einer festen Anzahl von Zeitschlitzten (Virtuelle Container)
3. mit wiederum festen Bandbreite.

PTM: Packet Transfer Mode

In diesem paketorientierten Übertragungsverfahren werden Pakete unterschiedlicher Länge übertragen. Diese Pakete können an einer beliebigen Position liegen. Mit jedem Takt beginnt ihre Übertragung. Die Bandbreite wird durch die Menge und die Paketgröße bestimmt und somit lässt sich sehr gut skalieren.



ATM: Asynchronous Transfer Mode

ATM ist keine reine Übertragungstechnik, sondern eine Netztechnik. ATM wurde ursprünglich für ein Breitband-ISDN (B-ISDN) mit integriertem Kabelfernsehen entwickelt. Der steigende Bedarf nach Kommunikation und Übertragung und die Suche nach Lösungsmöglichkeiten für die internationalen Netzbetreiber stand im Mittelpunkt der Überlegungen. Die Integration vorhandener Dienste und Systeme sollte ebenso erfolgen.

Im Jahr 1991 wurde das ATM-Forum von den ATM-Herstellern gegründet.
Die ATM Netztechnik ist das Transportmedium für lokale, öffentliche und private Hochgeschwindigkeitsnetze.

Das ATM Netz ist ein UNIVERSALNETZ!

Bei ATM wird die Übertragung durch Zellen (Achtung, es wird nicht von Paketen gesprochen!) mit fester Bytegröße erreicht.
Die Bandbreite einer Verbindung wird durch die Anzahl der Zellen pro Zeiteinheit bestimmt und ist skalierbar.

Nicht nur:

1. die 64 kbit/s des ISDN-Netzes können damit abgedeckt werden sondern auch
2. breitbandige Multimediaanwendungen und
3. LAN-LAN-Koppelungen.



ATM ist somit:

- **ein Netz für alle Dienste (Daten, Sprache, Video, IP)**
- verbindungsorientiert, d.h. eine Verbindungstabelle am Anfang des Verbindungsaustausches legt den Weg fest
- dynamische Bandbreitenzuordnung entsprechend den Anwenderanforderungen ist möglich, d.h. es ist sehr variabel (siehe auch Ende des Scripts)
- LAN/WAN Integration ist vorhanden und damit ist eine
- Kostenreduktion realisierbar.

Mit **verbindungsorientiert** bezeichnet man einen Datenaustausch zwischen Rechnern, wenn die Daten des Absenders durch den Empfänger eine Bestätigung erfahren.
Bei der verbindungsorientierten Kommunikation gibt es Fehlerkontrolle und Sende- bzw. Empfangsbestätigungen aus.
Dazu muss zunächst eine Verbindung zwischen den Teilnehmern aufgebaut werden.
Danach kann die Sendestation ihre Daten übertragen und die Empfangsstation empfängt sie in der gleichen Reihenfolge. Treten während der Übertragung Probleme auf, werden diese unmittelbar der Gegenseite mitgeteilt. Die für die Nachrichtenverbindung geschaltete Leitung bleibt für die Dauer der Kommunikation zwischen den Teilnehmern erhalten.

Über eine Verbindung können Daten von mehreren Diensten zur selben Zeit zu unterschiedlichen Zielen geführt werden, d.h. mehrere Verbindungen über eine Zugangsleitung sind möglich!!!

ATM kann Fest- und Wählverbindungen realisieren:

- **Festverbindung** (PVC: Permanent Virtual Circuit) können permanent, zyklisch oder sporadisch bereitgestellt werden.
- **Wählverbindung** (SVC: Switched Virtual Circuit) verwendet Rufnummern der Telefonanschlüsse.

Die **Übertragungsgeschwindigkeit** kann entsprechend dem Bedarf nahezu **stufenlos** eingestellt werden:

Mit einem ATM Netz kann eine Übertragungsgeschwindigkeit von 400 Bit/s bis zu 155 Mbit/s (Nutzrate ist 108 Mbit/s) erreicht werden!

(400 Bit/s entsprechen etwa einer ATM Zelle pro Sekunde)

ATM und Frame Relay stellen als bewährte verbindungsorientierte Übertragungstechniken wirtschaftliche Kommunikationsverfahren dar.

Während sich ATM besonders für die Highspeed-Übertragung von Sprache, Video und Daten eignet wird Frame Relay vor allem für den Transport von klassischen Datenservices eingesetzt – nicht zuletzt deshalb ist es als Technologie für die Kopplung von LANs über Weitverkehrsnetze populär geworden.

Der Anteil von Frame Relay und ATM Netzen beträgt etwa **80 Prozent**, der Rest wird über die IP-Technologie MPLS (Multiprotocol Label Switching) abgewickelt.

Wie arbeitet ein ATM-Netz?

Bei der ATM-Technologie werden die Nutzdaten (Payload, 48 Byte) in Zellen konstanter Größe verpackt und mit Steuerinformationen (Header, 5 Byte) versehen.

Je nach Last werden mehr oder weniger Zellen mit Nutzdaten gefüllt. Alle anderen Zellen sind leer und dienen nur der Einhaltung der Zellengröße und dem Netztakt (siehe Bild unten).

Durch bestimmte Mechanismen zur Verkehrssteuerung und verschiedenen Service-Klassen lassen sich verschiedene Durchsatzraten und Mindestverzögerungszeiten erzeugen.

Dadurch lassen sich in ATM-Netzen fast alle Übertragungsarten nachbilden:

- synchron
- asynchron
- verbindungsorientiert, d.h. eine Verbindungstabelle am Anfang des Verbindungsaustausches legt den Weg fest
- verbindungslos mit konstanter oder variabler Übertragungsrate

ATM eignet sich für die Übertragung jeglicher Art von digital codierter Information.

Die Technologie ist besonders leistungsfähig, weil das Switching auf Hardwarebasis erfolgt und nicht mit langsamer Software. Zudem werden die Daten nicht in Paketen, sondern in festen Zellengrößen transportiert.

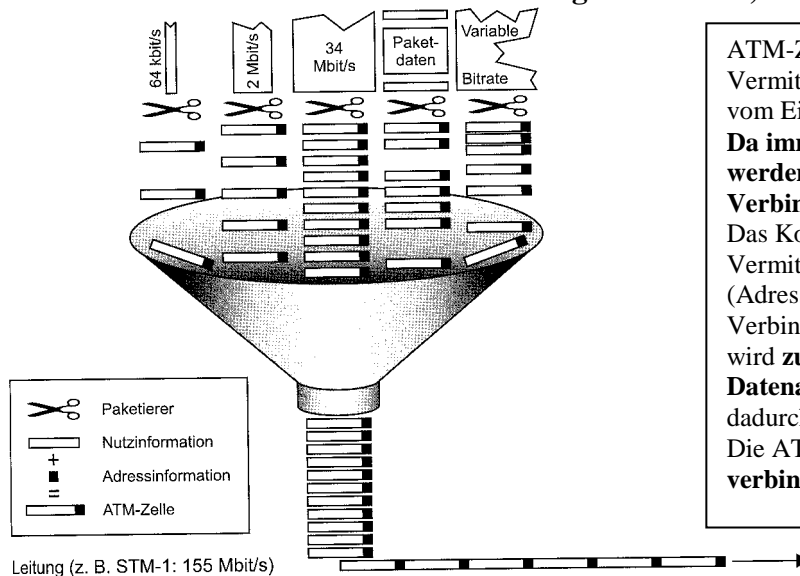
Der Unterschied:

Die **ATM Zellen** haben eine konstante **Größe von 53 Byte**, von denen **5 Byte auf den Header** entfallen. Hierdurch spart ein ATM Switch Zeit, weil nicht bei jeder Datenportion deren Länge festgestellt werden muss.

Warum 53 Byte?

53 Byte war ein Kompromiss. Nord-Amerika mit seinen großen Distanzen wollte größere Zellen, Europa kleiner. So kam 1989 die Einigung auf 48+5Byte zustande.

Das Informationsfeld einer ATM-Zelle beträgt 48 Oktette, also 48 Byte Nutzdaten.

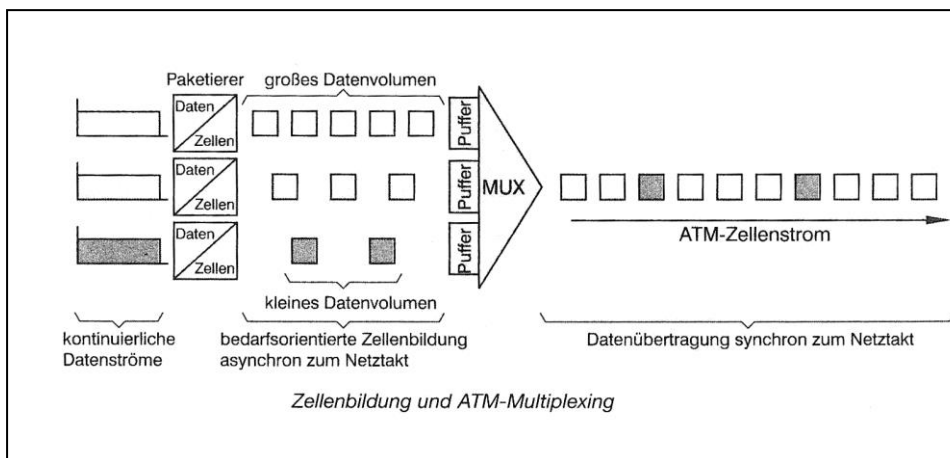


ATM-Zellen werden in der ATM-Vermittlungsstelle durch das Koppelnetz vom Eingangs- zum Ausgangsport geroutet. **Da immer nur einzelne Zellen vermittelt werden, spricht man von einer virtuellen Verbindung.**

Das Koppelnetz schaltet durch und in der Vermittlung werden die Zellköpfe (Adressinformationen) entsprechend einer Verbindungstabelle erzeugt. Diese Tabelle wird **zu Beginn durch einen eigenen Datenaustausch** erstellt und der Weg ist dadurch festgelegt.

Die ATM-Zellvermittlung ist somit **verbindungsorientiert**.

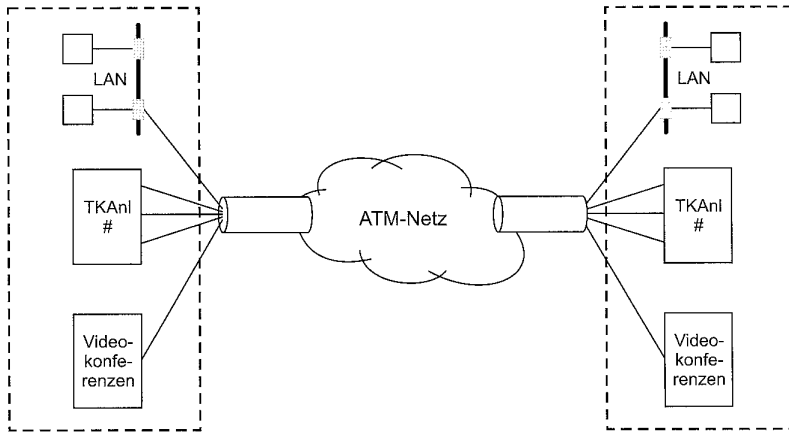
Dieser "Trichter" und der kontinuierliche Daten/Zellenstrom funktioniert durch == >ATM-Multiplexing



ATM-Zellen werden unabhängig vom Netztakt und nur abhängig von der erzeugten Datenmenge gebildet. Die Zelle wird dann für den Versand bereitgestellt, wenn das für die Nutzinformation vorgesehene Feld gefüllt ist.

Das bedeutet das die Zelle nach der vollständigen Bildung auf den nächsten möglichen Sendezeitpunkt warten muss. Die Anpassung der von der Nachrichtenquelle gelieferten Datenrate an die Übertragungsrate des Netzes geschieht durch **Leerzellen, die das Netz nur auf den Übertragungstrecken, nicht jedoch in der Vermittlungstechnik belasten.**

Da ATM die **Bandbreite dynamisch zuteilen kann**, spielt es seine Vorteile vor allem dort aus, wo häufig burst-artiger Datenverkehr auftritt. Und dies ist bei den meisten Applikationen der Fall, wie etwa LAN-Datenverkehr, Sprache oder Video. Bei der letzteren Anwendung, also bei Video, ändert sich die erforderliche Bandbreite vor allem deshalb ständig, weil unterschiedlich ausgeprägte Bewegungsabläufe und verschieden hohe Auflösungen übertragen werden müssen. D.h. der Datenverkehr kann plötzlich stark zunehmen. ATM kann dies dynamisch regeln und dies ist einer der wichtigsten Vorteile von ATM!!!

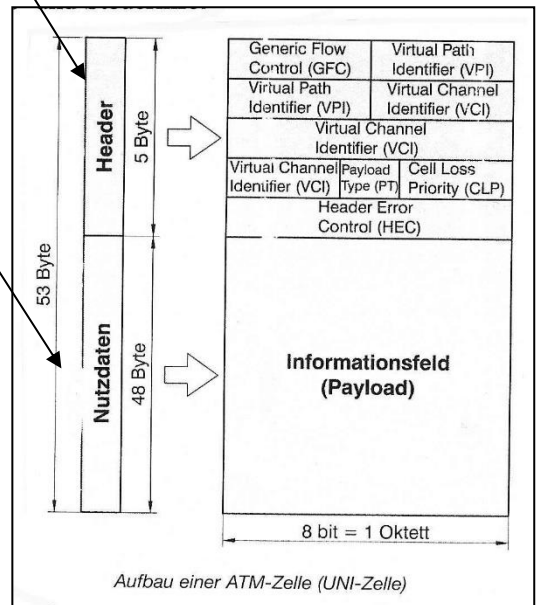
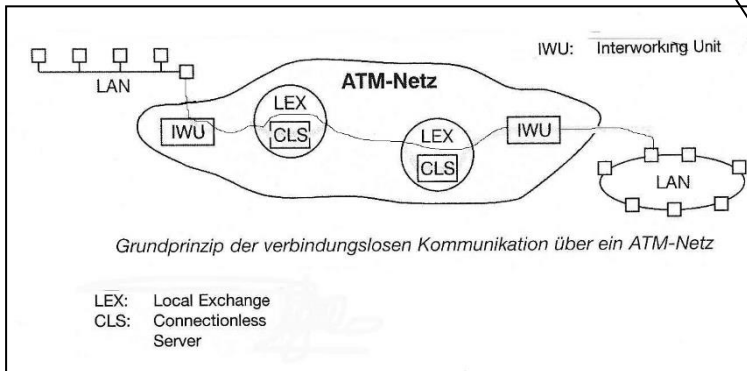
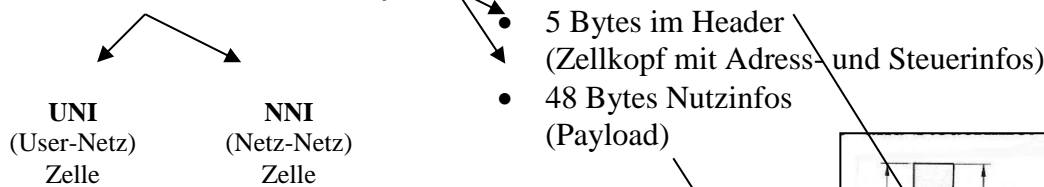


Im Sprachkanal:

Pro Sekunde werden 8000 Byte mit je 8 Bit übermittelt:
 125 µs pro Byte
 Eine ATM-Zelle hat 48 Nutzbyte macht:
 $48 \text{ Byte} * 125 \text{ µs/Byte} = 6 \text{ ms}$
 Also 6 ms für eine ATM-Zelle sind erforderlich.
 Ergibt eine Übertragungsgeschwindigkeit von:
 $1/(6 \text{ ms/Zelle}) * 48 * 8 = 64\,000 \text{ Bit/s}$

Es gibt unterschiedliche Header: UNI (User Network Interface) und NNI (Network Network Interface)

Eine ATM-Zelle hat: 53 Bytes



Im Einzelnen beinhalten die Felder des UNI-Zellkopfes folgende Informationen:

Bezeichnung	Größe	Erläuterung
Generic Flow Control (GFC)	4 Bit	Datenflusskontrolle Steuerung und Kontrolle des Datenverkehrs auf der Teilnehmerseite
Virtual Path Identifier (VPI)	4 Bit + 4 Bit	Verbindungserkennung Kennzeichnung einer eindeutigen virtuellen Verbindung zwischen Quelle und Senke; setzt sich zusammen aus der Pfadkennung (VPI) der Kanalkennung (VCI).
Virtual Channel und Identifier (VCI)	4 Bit + 8 Bit + 4 Bit	
Payload Type (PT)	3 Bit	ATM-Zellentyp Festlegung des ATM-Zellentyps: man unterscheidet u. a. Nutzzellen, OAM-Zellen (Operating And Maintenance) und RM-Zellen (Resource-Management)
Cell Loss Priority (CLP)	1 Bit	Zellenwertigkeit CLP = 0: niedrige Wertigkeit, CLP = 1: hohe Wertigkeit
Header Error Control (HEC)	8 Bit	Fehlerkontrolle Prüfung der ersten vier Oktetts zur Fehlerkontrolle des Headers

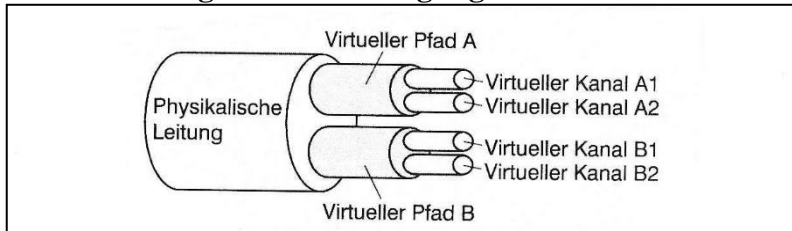
Informationsgehalt des Zellkopfes an der UNI-Schnittstelle

Dies ist eine **UNI-Zelle**

5 Byte ist der Zellkopf groß

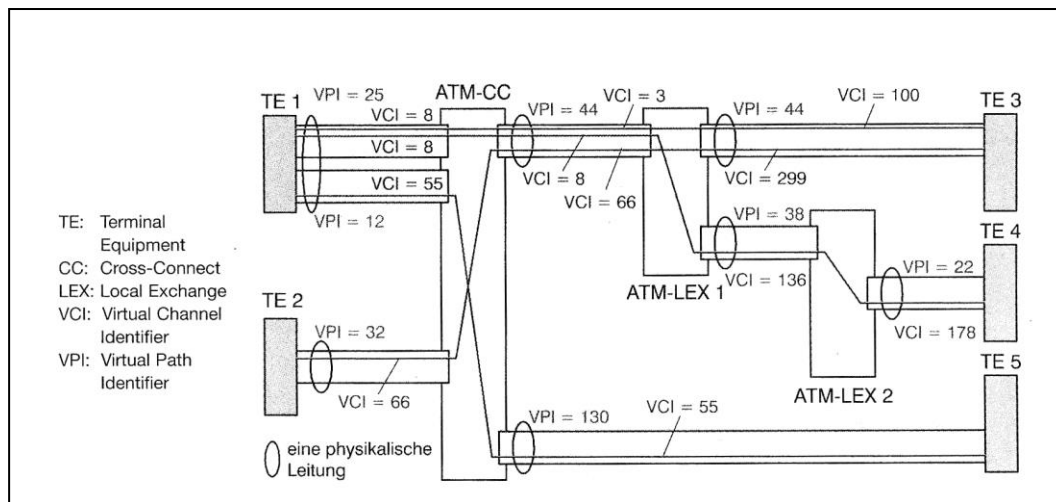
ATM ist wie Frame Relay ein verbindungsorientiertes Protokoll. Deshalb wird ein Connection Identifier benötigt, der für jede ATM-Zelle den Bezug mit einem virtuellen Kanal einer physikalischen Verbindung herstellt.
 Der Connection Identifier ist aufgeteilt in zwei Felder für den **Virtual Connection Identifier (VCI)** und den **Virtual Path Identifier (VPI)** (siehe Einträge im 5 Byte großen Header).

ATM-Vermittlungs- und Übertragungstechnik



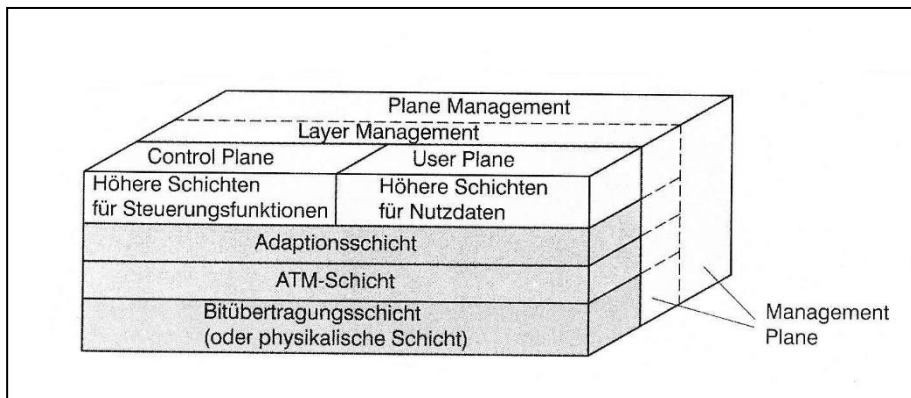
Da immer nur einzelne Zellen vermittelt werden, spricht man von **einer virtuellen Verbindung**.

Virtueller Pfad und virtueller Kanal



VPI- und VCI-Zuordnung bei einer ATM-Verbindung

ATM-Referenzmodell



	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
Übertragungsart	zeitkontinuierlich		nicht zeitkontinuierlich	
Übertragungsrage	konstant	variabel		
Verbindungsart	verbindungsorientiert			verbindungslos
Dienstetyp	1	2	3 / 4	5
Beispiel	Sprachübertragung	Bildkommunikation	verbindungsorientierte Datenübertragung (z. B. Frame Relais)	verbindungslose Datenübertragung (z. B. LAN to LAN)

ATM-Dienstklassen

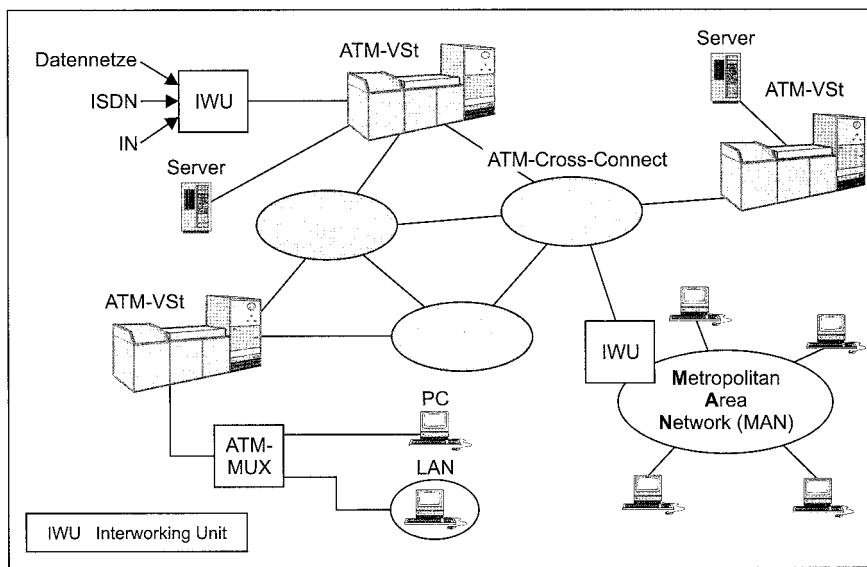
Ein ATM-LAN ist ein lokales PC-Netz mit ATM-Technologie.

Im Gegensatz zur herkömmlichen Bus- und Ringstruktur sind die DEE **sternförmig** angeordnet. Im Knoten befindet sich ein ATM-Router oder ATM-Switch. Sie sind auch die Vermittlungsstelle zu B-ISDN (s. Bild).

Die ATM-Übertragungstechnik kann intern das TCP/IP Protokoll verwenden. Diese Umsetzung der Adressinformation, die von TCP/IP kommt, wird als Cell Relay bezeichnet. Die Funktion eines konventionellen LAN's wird **emuliert**. **MAC-Adressen** werden in ATM-Zieladressen umgewandelt und umgekehrt. Vorhandene Kupferdoppeladern (TP-Kabel) können weiterhin genutzt werden.

Das ATM-Netz besteht aus den:

- ATM-Vermittlungsstellen. Sie sind das Herzstück des ATM-Netzes. Sie vermitteln ATM-Zellen und alle angeschlossenen Engeräte müssen ATM-fähig sein
- Anschluss- und Verbindungsleitungen
- angeschlossenen Endeinrichtungen
- ATM-Multiplexern
- ATM-Konzentratoren
- ATM-Cross-Connects



Mit ATM ist es möglich für jeden Zweck die optimale Verbindung herzustellen. Das Aushandeln der einzelnen Parameter kann für jede einzelne Verbindung erfolgen und geschieht beim Aufbau der Verbindung.

So können folgende unterschiedliche Bitraten, auch für zeitkritische Anwendungen, bereitgestellt werden:

- **Constant Bit Rate (CBR/Forum)** = Deterministic Bit Rate (DBR/ITU-T)
Konstante Bitrate pro Zeiteinheit für Video-on-Demand, Multimedia
- **Variable Bit Rate – Non Real Time – (VBR-NRT)**
Bitrate ist variabel; für z.B. LAN-Verknüpfung
- **Variable Bit Rate – Real Time – (VBR-RT)**
für zeitkritische Anwendungen
- **Available Bit Rate (ABR)**
für Text- und Datenübertragung, auch TCP/IP
- **Unspecified Bit Rate (UBR)**
für TCP/IP