

## □ ATM-Cross-Connect

- Verbindungsschaltung innerhalb des Koppellements wird durch Mechanismen der Managementebene gesteuert (nur PVCs)
- In der Praxis überwiegend für VP-Vermittlung eingesetzt (z.B. im Backbone großer Netzwerke)

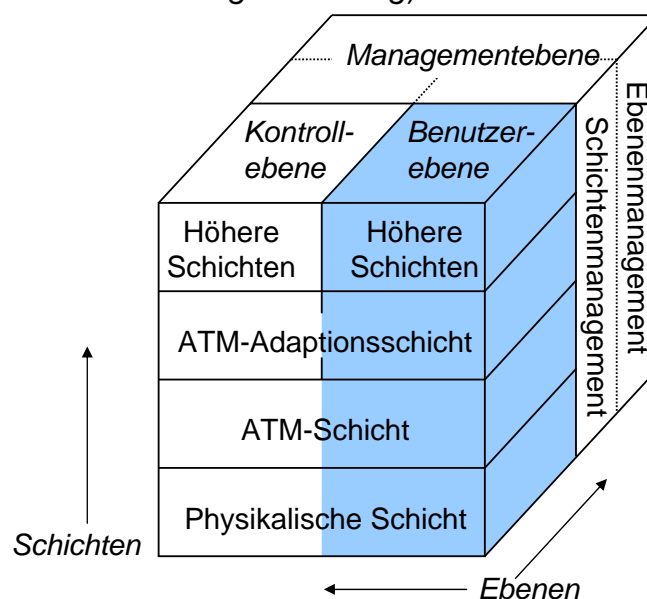
## □ ATM-Switch

- Verbindungsschaltung innerhalb des Koppellements wird durch die Kontrollebene (Signalisierung) gesteuert (vorrangig SVCs)
- In der Praxis überwiegend für VP/VC-Vermittlung eingesetzt



- 3-dimensionales Referenzmodell
- Drei vertikale **Ebenen (Säulen)**
  - Benutzerebene
  - Kontrollebene
  - Managementebene
- Drei hierarchische **Schichten**
  - Physikalische Schicht
  - ATM-Schicht
  - ATM-Adaptionsschicht

Kontrollinformation wird getrennt von Benutzerdaten übertragen (*Out-of-Band-Signalisierung*)



## Funktionen der Ebenen

### □ Benutzerebene

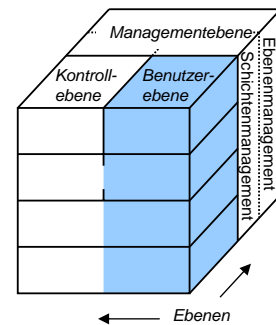
- Übertragung von Benutzerdaten
- Überprüfung und Regulierung des Datentransfers
- Entspricht dem B-Kanal im (Schmalband-) ISDN

### □ Kontrollebene

- Übertragung von Signalisierungsinformation
- Aufbau, Abbau und Überwachung von Verbindungen
- Entspricht dem D-Kanal im (Schmalband-) ISDN

### □ Managementebene

- Übertragung von Managementinformation
- Unterteilung in zwei Kategorien
  - **Ebenenmanagement:** Management des Gesamtsystems, Koordination zwischen den verschiedenen Ebenen
  - **Schichtenmanagement:** Management einer spezifischen Schicht (z.B. Verwaltung des Pufferspeichers)



## Funktionen der Protokollschichten

### □ Physikalische Schicht

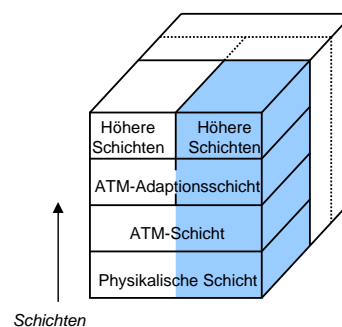
- Bitübertragung
- Generieren/Wiederherstellen der Übertragungsrahmen
- Entkoppeln der Zellraten
- Erkennen von Zellgrenzen

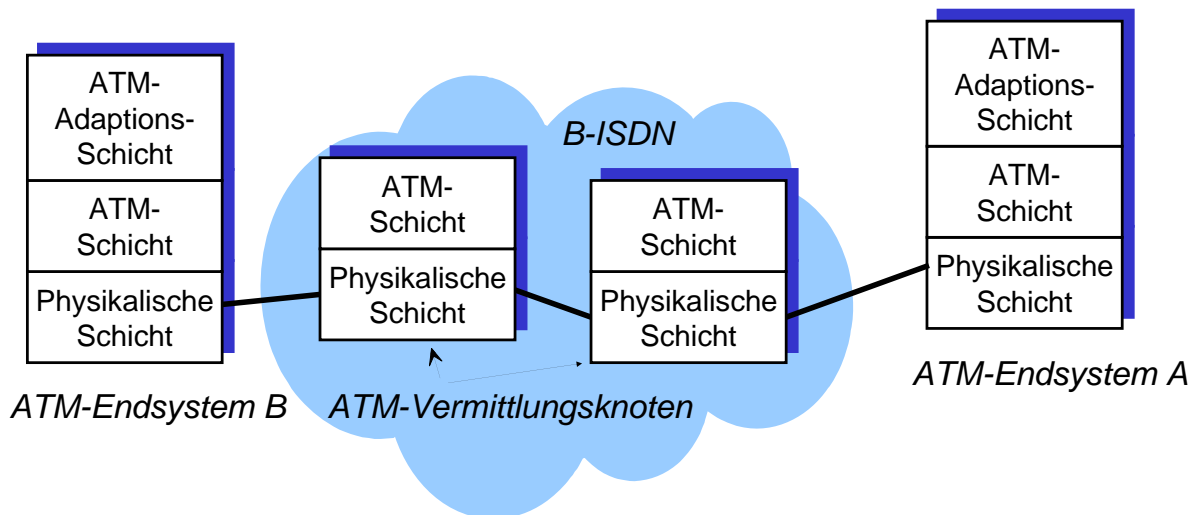
### □ ATM-Schicht

- Transport von **ATM-Zellen** (Dateneinheiten der ATM-Schicht)
- Adressieren von virtuellen ATM-Verbindungen
- Multiplexen/Demultiplexen von ATM-Zellen
- Fluss- und Zugangskontrolle

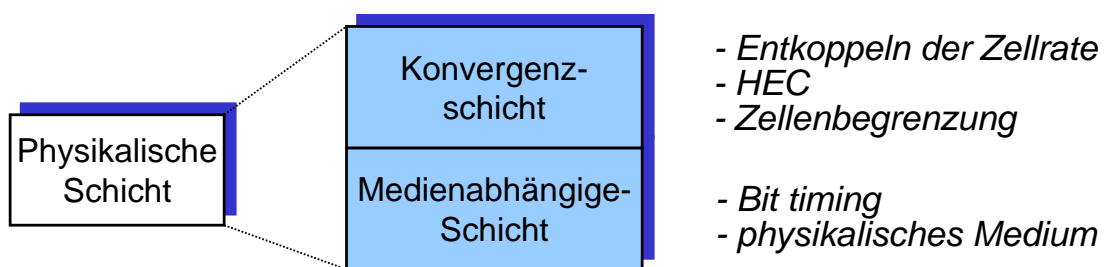
### □ ATM-Adaptionsschicht

- Unterstützung unterschiedlicher Transportdienste
- Konvergenzfunktionen (z.B. Fehlerkontrolle, Synchronisation,...)
- Segmentieren und Reassemblieren



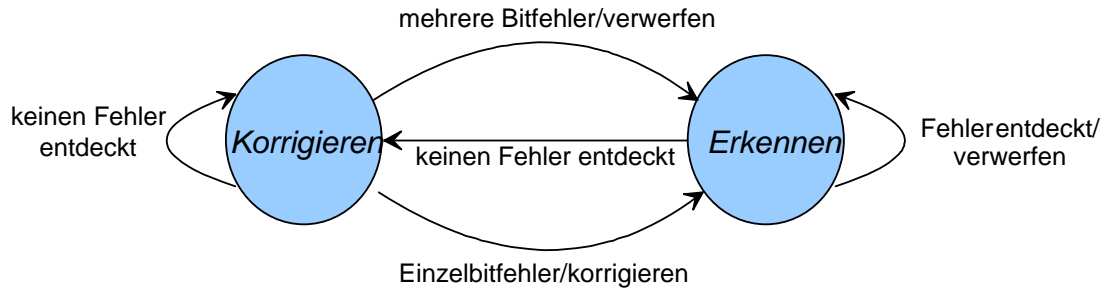


- ❑ **Datenübertragung (Benutzerebene):**
  - ❑ netzinterne ATM-Vermittlungsknoten realisieren nur die physikalische Schicht und die ATM-Schicht
  - ❑ Vermittlung der Zellen auf ATM-Ebene



- ❑ **Konvergenzschicht unterscheidet 5 verschiedene Zelltypen:**
  - ❑ *Leere Zellen*: werden eingefügt/entfernt, um die Zellrate konstant zu halten
  - ❑ *Ungültige Zellen*: sind fehlerhaft und werden verworfen
  - ❑ *Gültige Zellen*: weisen keine Fehler auf
  - ❑ *zugeordnete Zellen*: gehören zu einer Anwendung
  - ❑ *Nicht zugeordnete Zellen*: Sind keiner Anwendung zugeordnet. Sie enthalten Informationen für die ATM-Schicht
- ❑ nur gültige Zellen werden an die ATM-Schicht weitergeleitet

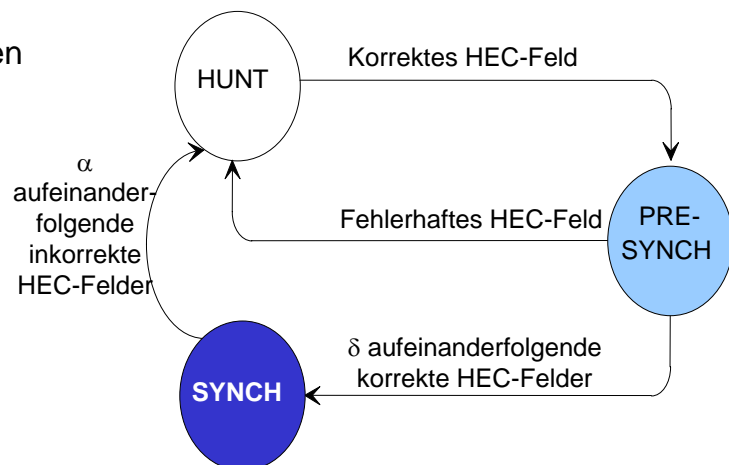




- ❑ Berechnen und Überprüfen des *HEC-Feldes* im Zellkopf in jedem Knoten (Generatorpolynom:  $x^8 + x^2 + x + 1$ ):
  - ❑ Erkennen und Korrigieren von Einzelbitfehlern
  - ❑ Erkennen von Mehrbitfehlern  $\Rightarrow$  Zelle verwerfen
- ❑ Zustände auf der Empfangsseite:
  - ❑ **Korrigieren:** Einzelbitfehler korrigieren, Mehrbitfehler erkennen
  - ❑ **Erkennen:** Verwerfen aller Zellen mit Fehlern
  - ❑ auf Charakteristiken von Glasfaserübertragung zugeschnitten; Mischung aus Einzelbitfehlern und relativ langen Bündelfehlern



- ❑ Zum Erkennen der Zellgrenzen wird beim Empfänger ein auf einem endlichen Automaten basierender Algorithmus eingesetzt:
  - ❑ *HUNT*: Bitweise Überprüfung des Datenstromes
  - ❑ *PRESYNCH*: Zellenweise Überprüfung
  - ❑ *SYNCH*: Betriebszustand (zellenweise Überprüfung)
- ❑ *PRESYNCH* Zustand ist notwendig, da kein Bitstopfen wie bei HDLC verwendet wird.



ITU-T Vorschlag für die zellenbasierte Übertragung:

- ❑  $\alpha = 7$
- ❑  $\delta = 8$



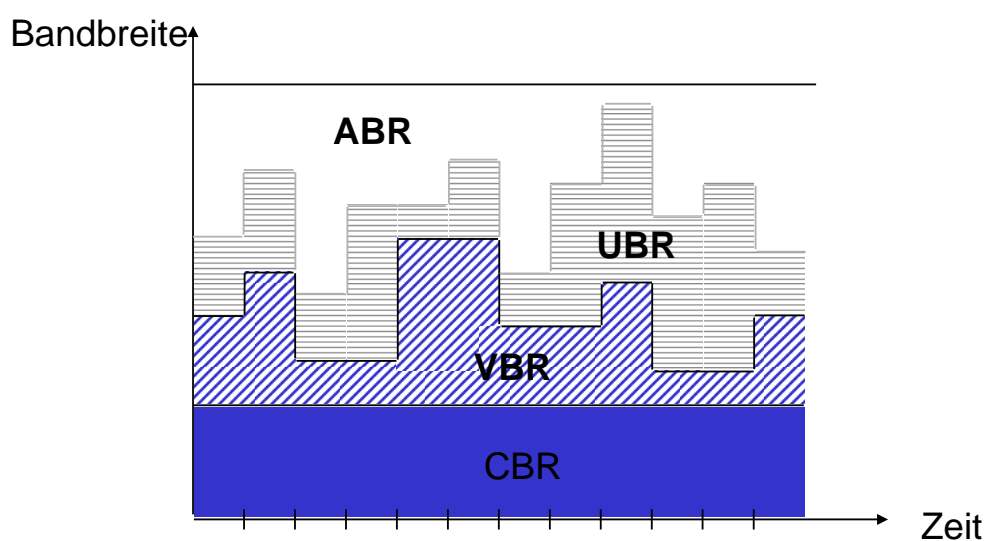
- ❑ Die ATM Schicht ist unabhängig vom physikalischen Medium
- ❑ Funktionen der ATM-Schicht:
  - ❑ Multiplexen/Demultiplexen von Zellen
  - ❑ Vermitteln von Zellen durch VPI/VCI-Übersetzung
  - ❑ Generieren/Extrahieren von Zellköpfen
  - ❑ Generische Flusskontrolle (GFC am UNI)
- ❑ An der Dienstschnittstelle werden folgende Dienstprimitive zur Verfügung gestellt
  - ❑ ATM-DATA.Request
  - ❑ ATM-DATA.Indication
- ❑ Austausch von Zellen zwischen der physikalischen Schicht und der ATM-Schicht
  - ❑ PH-DATA.Request
  - ❑ PH-DATA.Indication



- ❑ *UNI-Spezifikation 4.0* (User-Network-Interface) vom Juli 1996 und *TM-Spezifikation 4.0* (Traffic Management) des ATM-Forums vom April 1996 spezifizieren die folgenden *Dienstkategorien* für die ATM-Schicht:
  - ❑ **CBR (Constant Bit Rate)**: für Echtzeit-Anwendungen mit konstanter Bitrate und hohen Anforderungen an Verzögerung und Jitter
  - ❑ **rt-VBR (Real-Time Variable Bit Rate)**: für Echtzeit-Anwendungen mit variabler Bitrate und hohen Anforderungen an Verzögerung und Jitter
  - ❑ **nrt-VBR (Non-Real-Time Variable Bit Rate)**: für Anwendungen mit burstartigem Verkehr, die eine niedrige Fehlerrate erwarten
  - ❑ **UBR (Unspecified Bit Rate)**: bestmögliche Übertragung für Anwendungen, die keine Dienstgarantien benötigen
  - ❑ **ABR (Available Bit Rate)**: für Anwendungen, die ihre Datenrate an die Netzlast anpassen können; als „Belohnung“ gibt's weniger Datenverluste



- ❑ Ziel: schneller Zugriff auf die aktuell freie Übertragungsbandbreite
- ❑ ABR-Dienst
  - ❑ Spezifikation von maximaler und minimaler Zellrate
  - ❑ Sender erhält **Rückmeldungen** zur Auslastung des Netzwerks
  - ❑ **minimale Zellrate wird garantiert**, sofern sich der Dienstnehmer an die Rückmeldungen vom Netzwerk hält
  - ❑ nicht zur Unterstützung von Echtzeit-Anwendungen geeignet
  - ❑ Jitter und Verzögerung nicht definiert
  - ❑ geringe Zellverlustrate gefordert, aber kein konkreter Wert spezifiziert
  - ❑ typische Anwendungen: Filetransfer
- ❑ Feedback-Signale vom Netzwerk dienen zur Anpassung der Senderate an die aktuellen Netzcharakteristiken



- ❑ *ABR-Anwendungen* steht die aktuell freie Bandbreite zur Verfügung



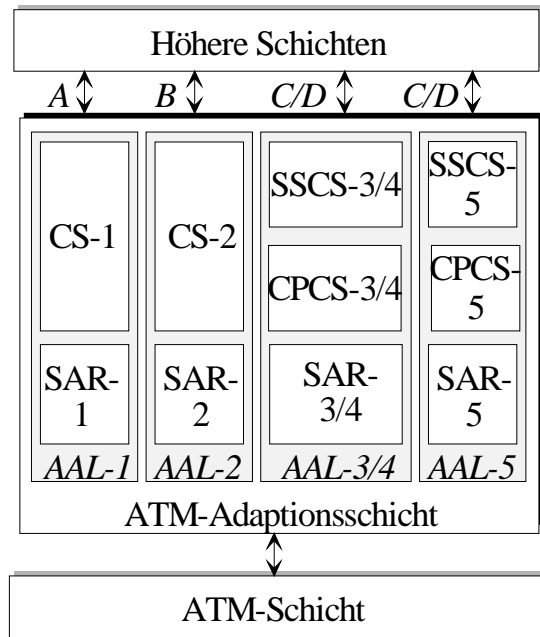
- ATM-Adaptionsschicht bietet ein vielfältiges Dienstespektrum an
- Ursprüngliche (veraltete) Gliederung in 4 *Dienstklassen* (A-D) basierend auf:
  - **Bitrate:**
    - konstante Bitraten: z.B. Sprachverkehr, unkomprimiertes Video
    - variable Bitraten: z.B. klassische Datenkommunikation
  - **Zeitbeziehung zwischen Sender und Empfänger:**
    - Dienste mit Zeitbeziehung: z.B. Echtzeitdienste, Sprach-, Videoübertragung
    - Dienste ohne Zeitbeziehung: z.B. Dateitransfer
  - **Verbindungsmodus:**
    - verbindungsorientiert
    - verbindungslos



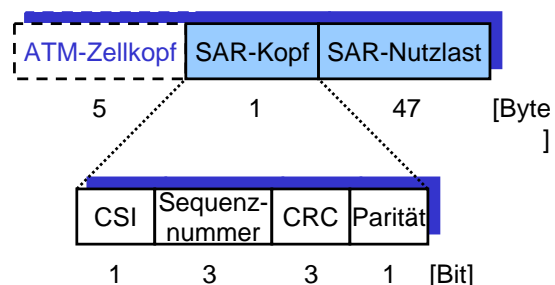
Dienstklasse	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
Bitrate	konstant	variabel		
Zeitbeziehung	benötigt		nicht benötigt	
Verbindungsart	verbindungsorientiert			verbindungslos
Beispiele	Isochrone Dienste (Sprache, unkomp. Video)	Variable Bitrate mit Zeitbeziehung (komp. Video)	Verbindungsorientierte Datenübertragung	Verbindungslose Datenübertragung (LAN)
AAL-Diensttyp	AAL-1	AAL-2	AAL-3/4	
			AAL-5	



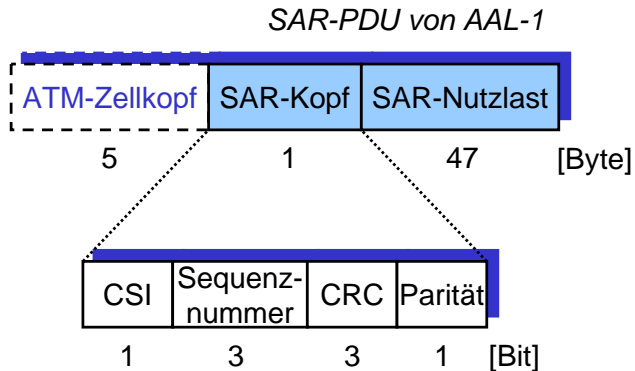
- Die AAL ist in zwei Unterschichten gegliedert:
  - **Convergence Sublayer (CS):**  
dienstabhängige Anpassung
    - Service Specific Convergence Sublayer (SSCS)
    - Common Part Convergence Sublayer (CPCS)
  - **Segmentation and Reassembly Sublayer (SAR):**  
zum Segmentieren und Reassemblieren von Dateneinheiten in ATM-Zellen
  
- Einzelne Unterschichten können auch leer sein



- **AAL-1 - Bereitstellung eines Dienstes mit konstanter Bitrate (z.B. Audio)**
- CS-Schicht: ITU-T: I. 363: Video- und Sprach-Dienst
  - Abbildung zwischen AAL-SDUs (Bitstrom, Bytes) auf 47-Byte-Blöcke (d.h. direkte Abbildung auf SAR-PDU, keine eigene CS-PDU)
  - Vollständige und reihenfolgegetreue Datenübertragung
  - Ausgleich von Verzögerungsschwankungen zwischen Zellen und Nutzdaten
  - Zwischenspeichern der Daten; bei fehlenden Daten evtl. "Dummy-Bits" einfügen
  - Auslieferung mit konstantem Zeitabstand
  - Liefern von Taktinformation
  - Anzeige von Fehlern
- SAR-Schicht:
  - Bearbeiten der SAR-PDUs
  - Einfügen einer Sequenznummer (0..7)
  - Absicherung durch CRC und Parität





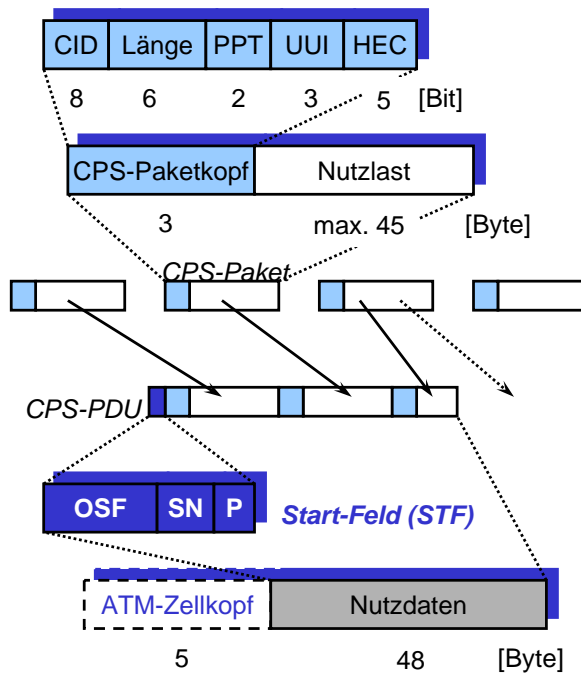


- ❑ CSI (Convergence Sublayer Indication): Übermittlung von Taktinformation (seriell in Zellen mit ungerader Sequenznummer)
- ❑ Sequenznummer: Reihenfolgeerhaltung der Nutzdaten
- ❑ CRC: Absicherung von CSI und Sequenznummer (Polynom:  $x^3 + x + 1$ )
- ❑ Parität: deckt CSI, Sequenznummer und CRC ab; erkennt damit Fehler in CRC



- ❑ **AAL-2 - Dienst mit sehr geringer Bitrate und kurzer Verzögerung**
  - ❑ völlig anderes Einsatzgebiet als ursprünglich vorgesehen (nicht Video-Übertragung mit variablen Bandbreiten)
  - ❑ Anwendungsbereich: z.B. Wireless ATM
  - ❑ effektive Datenübertragung mit **geringer Geschwindigkeit** und Verzögerung
  - ❑ **Multiplexen mehrerer Anwendungsverbindungen** auf eine AAL2-Verbindung
- ❑ SAR-Schicht
  - ❑ nicht notwendig wegen der wesentlich kleineren Größe der Benutzerdateneinheiten im Vergleich zu ATM-Zellen
- ❑ CS-Schicht
  - ❑ Benutzerdaten in kleinen CPS-Paketen (Common Part Sublayer)
  - ❑ Verteilen der aneinandergereihten CPS-Pakete auf den Nutzdatenbereich der ATM-Zellen
  - ❑ Start-Feld (STF) bestimmt die Anordnung der CPS-Pakete in der Zelle





- **Common Part Sublayer (CPS)-Kopf:**
  - Channel Identifier (CID): Multiplexen von Verbindungen
  - Länge der Nutzlast
  - Payload Types (PPT): Nutzdaten oder Management
  - User-to-User-Information (UUI): zwischen AAL2-Instanzen
  - Fehlerkontrolle (HEC)
- **Start-Feld (STF):**
  - Offset-Feld (OSF): zeigt zum Beginn des CPS-Pakets
  - Sequenznummer (SN): für jede CPS-PDU
  - Parität (P): Sicherung des Start-Feldes



- AAL-3/4: stellt einen traditionellen Dienst für die Datenübertragung zur Verfügung (variable Bitrate, keine Zeitbeziehung zwischen Sender und Empfänger)
- Die Konvergenzschicht (CS) ist in zwei Unterschichten gegliedert:
  - Common-Part-CS (CPCS) ist immer vorhanden
  - Service-Specific-CS (SSCS) kann auch leer sein
- Jede Teilschicht verwendet eigene Dateneinheiten
- Funktionen
  - reihenfolgetreue Auslieferung
  - Fehlererkennung und -anzeige
  - Multiplexen auf eine ATM-Verbindung

AAL-Schicht vom Typ 3/4

