

ATM Referenzmodell

KURZFASSUNG

19 Seiten

INHALT

1	Übersicht.....	2
2	Allgemeines	3
3	Physikalische Schicht - Physical Layer	5
4	ATM Vermittlungsschicht - ATM Layer	7
5	ATM Anpassungsschicht – ATM Adaptation Layer	8
5.1	ATM Anpassungsschicht 1 - ATM Adaptation Layer 1 - AAL1	9
5.2	ATM Anpassungsschicht 2 - ATM Adaptation Layer 2 – AAL2	11
5.3	ATM Anpassungsschicht 3/4 - ATM Adaptation Layer 3/4 – AAL3/4	13
5.4	ATM Anpassungsschicht 5 - ATM Adaptation Layer 5 – AAL5	14
6	Höhere Schichten - Higher Layers.....	15
6.1	Nutzdaten	15
6.2	Signalisierungsdaten.....	17
7	Kontrollfragen	18
8	Bilder und Tabellen.....	18
9	Abkürzungen	19
10	Literatur	19

1 Übersicht

Die ATM-Übermittlungstechnik wurde von ITU-T im Hinblick auf die Realisierung des Breitband-ISDN vorgeschlagen und definiert — es ist aber nicht die einzige Anwendung des ATM-Verfahrens. Durch die sehr flexible Art der Bandbreitenzuordnung je Verbindung und Bedarf einer Anwendung ist dieses Verfahren auch zur Grundlage der nächsten Generation lokaler Netze geworden.

ATM bildet für die öffentliche Technik die Basis der Evolution vom Schmalband-ISDN zu einem wirklich integrierten Netz mit einer breitbandigen Erweiterung — dem Breitband-ISDN. In der LAN-Technologie stellt die Einführung des ATM-Verfahrens eine Revolution dar. LAN-Architekturen verlassen das gemeinsame Übertragungsmedium (ihr bisheriges Rückgrat) und führen in einer Sternkonfiguration ein zentrales Koppelfeld ein. Das ATM-Netz ermöglicht Millionen von parallelen Schaltvorgängen pro Sekunde — in der Paketvermittlungstechnik sind es nur Tausende von Paketen pro Sekunde. ATM ermöglicht aufgrund der Festlegungen extrem hohe Datenraten bei geringen Verzögerungen im Übermittlungsnetz. Vorteilhafte Anwendungen zeigen sich aber auch in bestehenden Systemen durch den Einsatz eines ATM-Backbone-Netzes für verschiedene vorhandene LANs und andere Einrichtungen. Die vorhandene Infrastruktur wird um einen Hochgeschwindigkeitskern erweitert, der verschiedenste lokale Netze und Dienste (z. B. Frame Relay und SMDS) effektiv durch eine bedarfsgerechte Zuordnung der Übertragungskapazität im Hochgeschwindigkeitsnetz unterstützt. Ein weiterer Vorteil ist die nahtlose Nutzung der gleichen Technologie in den privaten und öffentlichen Netzen, so dass auch diese Infrastruktur flexibler genutzt werden kann, als zum Beispiel gemietete Festverbindungen dies ermöglichen.

Die Erweiterung der ISDN-Infrastruktur um einen Hochgeschwindigkeitsanteil setzt sich auch im Privatnetz fort. Dies führt zur Einführung von ATM-TKANl, die neben den herkömmlichen Schnittstellen auch ATM-Schnittstellen zum öffentlichen Netz und zu Endeinrichtungen unterstützen. Die flexible Art der Bandbreitenzuordnung und die dadurch effektivere Nutzung von Verbindungsleitungen zwischen entfernten Standorten macht ATM auch zu einer idealen Plattform zur Bildung standortübergreifender Privatnetze (Corporate Networks).

ATM ist eine der wichtigsten Technologien zukünftiger Kommunikationssysteme. Eine durchgängige ATM-Infrastruktur bietet durch die bedarfsgerechte Zuordnung der Übermittlungsbandbreite eine sehr hohe Übermittlungsgeschwindigkeit und die Unterstützung von Echtzeitanwendungen. Basierend auf dieser Technik werden Kommunikationsnetze der Zukunft Kommunikations-Ressourcen anbieten wie Strom aus der Steckdose — bedarfsgerecht und anwendungsunabhängig.

Schlüsselwörter

ATM-Vermittlungsschicht, ATM-Anpassungsschicht, Plane Management, Layer Management, Transmission Convergence Sublayer, Physical Medium Dependent Sublayer, Dienstypen, Convergence Sublayer, Segmentation and Reassembly Sublayer

2 Allgemeines

(1) Das ATM-Referenzmodell wurde in Anlehnung an das OSI-Referenzmodell (ITU-T X.200) aus vier voneinander unabhängigen Kommunikationsebenen (Schichten oder Layers) zusammengesetzt. Diese vier Schichten werden über drei Ebenen (Planes) miteinander verbunden.

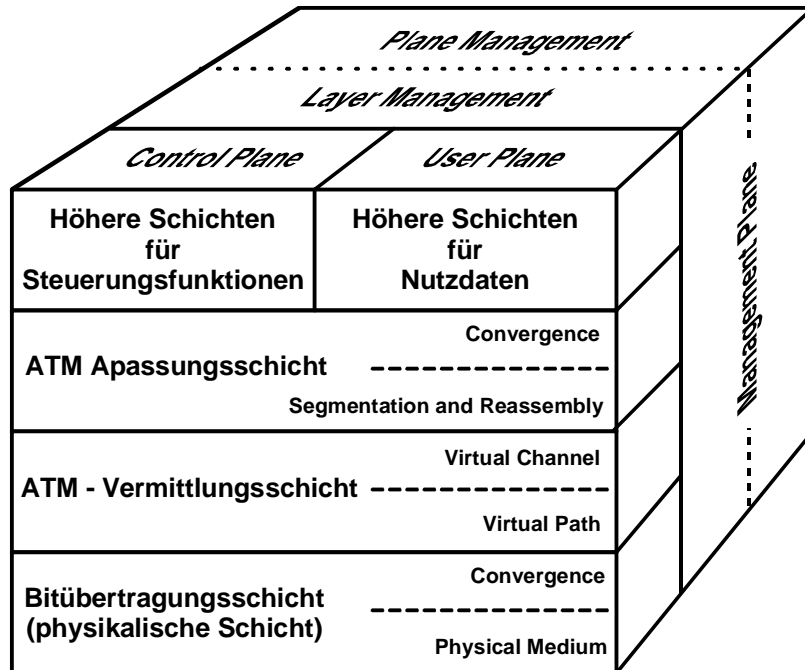


Bild 1 ATM Referenzmodell

Die Durchschaltung einer ATM-Verbindung und der Transport von ATM-Zellen über diesen Verbindungsweg entspricht im OSI-Referenzmodell den untersten beiden Protokollschichten, wodurch ATM-Verbindungen in der Lage sind Schicht 3-Protokolle nach OSI, wie z.B. TCP/IP, zu transportieren.

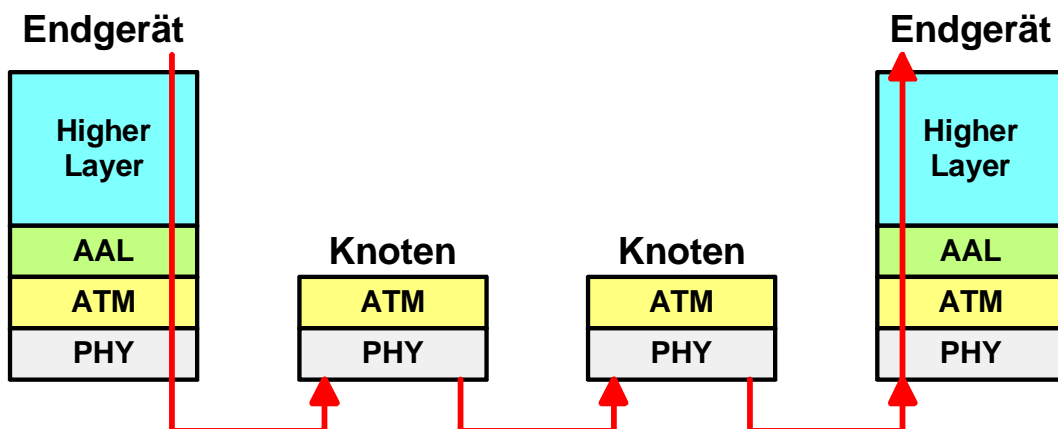


Bild 2 ATM-Wegedurchschaltung

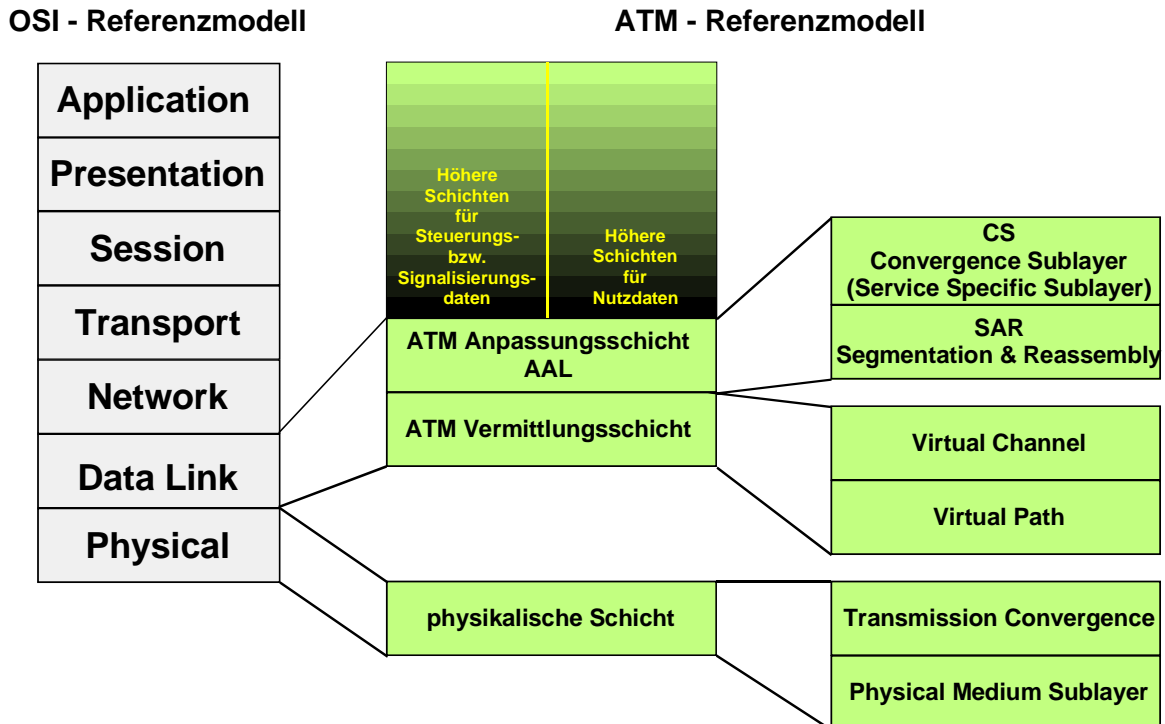


Bild 3 Zusammenhang OSI-Referenzmodell – ATM-Referenzmodell

- (2) Die vier Schichten des ATM-Referenzmodelles und ihre grundsätzlichen Aufgaben sind:
- **Anwendungsschichten (Higher Layers):**
Higher Layers stellen die eigentliche Anwenderebene dar. Zu den ersten Applikationen für B-ISDN Anwendungen gehören Cell Relay, Frame Relay, SMDS/CBDS, B-ISDN Signalisierung, Netzwerkmanagement für B-ISDN, sowie diverse Videodienste.
 - **ATM Anpassungsschicht (ATM Adaption Layer AAL):**
Die ATM-Adaptionsschicht AAL (ATM Adaption Layer) enthält vor allem die Maßnahmen zur Unterstützung unterschiedlicher TK-Dienste in einem ATM-Netz. Innerhalb dieser Schicht werden ATM-Zellen gebildet.
 - **ATM Vermittlungsschicht, ATM Schicht (ATM Layer):**
Innerhalb der ATM-Schicht werden Zellen konstanter Länge übertragen. Zu den wichtigsten Funktionen dieser Schicht gehören u.a.: der dienstunabhängige Transport von ATM-Zellen und die Identifikation der virtuellen ATM-Verbindungen.
 - **Physikalische Schicht (Physical Layer):**
Die Bitübertragungsschicht ist vom Übertragungsmedium abhängig (z.B. Glasfaser oder Koaxialkabel). Diese Schicht umfasst die Funktionen der Bitübertragung, wie die Festlegung der Bitrate, die Umsetzung auf den Leitungscode und die Bearbeitung von Synchronisationsinformationen.
- (3) Die drei Ebenen des ATM-Referenzmodelles sind,
- **Die Anwenderebene (User-Plane)**
Die Anwenderebene (User-Plane) stellt einer Anwendung den Transport von Nutzdaten zur Verfügung. Sie nutzt die Bitübertragungsschicht, die ATM-Schicht und die ATM-Anpassungsschicht, verläuft also über alle vier ATM-Schichten. In der Anpassungsschicht werden für die vorgesehenen Anwendungen unterschiedliche Adaptionsdienste bereitgestellt.
 - **Die Steuerebene (Control-Plane)**
Die Steuerebene (Control-Plane) dient dem Aufbau, der Unterhaltung und dem Abbau von Nutzverbindungen (Anwenderverbindungen). In der Schicht oberhalb der Anpassungsschicht werden die Funktionen der Steuerung und des Managements der ATM-Verbindungen durchgeführt.

ungsschicht wird hierfür ein spezielles Signalisierungsprotokoll verwendet, vergleichbar dem D-Kanal- bzw. ZGV7-Protokoll im ISDN.

Z.B. für die UNI Schnittstelle bzw. Ende zu Ende: „UNI 3.1“

- **Die Managementebene (Management-Plane)**

Sie regelt das Hinzufügen und Entfernen von Stationen im Netz, und das Konfigurieren von Netzkomponenten von einer zentralen Stelle aus. Mit Ihren Funktionen können Netzengpässe, Protokollverletzungen Fehlpläne so wie Konfigurationsveränderungen bei Teilnehmern rasch erkannt werden.

Die Managementebene (Managementplane) gliedert sich in zwei Teilbereiche: eine Ebene für das Ebenenmanagement (Plane Management).

eine Ebene für das Schichten-Management (Layer Management) und

Das Ebenenmanagement überwacht und koordiniert das Zusammenwirken der Teilnehmer und Knoten im Netz selbst.

Das Schichtenmanagement übernimmt die Überwachung und die Koordination der einzelnen Protokollschichten und ihres Zusammenwirkens (auch zwischen Nutzerebene und Steuerebene). Ferner ist es zuständig für die Meta-Signalisierung und OAM¹-Funktionen, welche die Leistungsfähigkeit des Netzes überwachen und das Fehlermanagement auf der ATM-Schicht durchführen.

3 Physikalische Schicht - Physical Layer

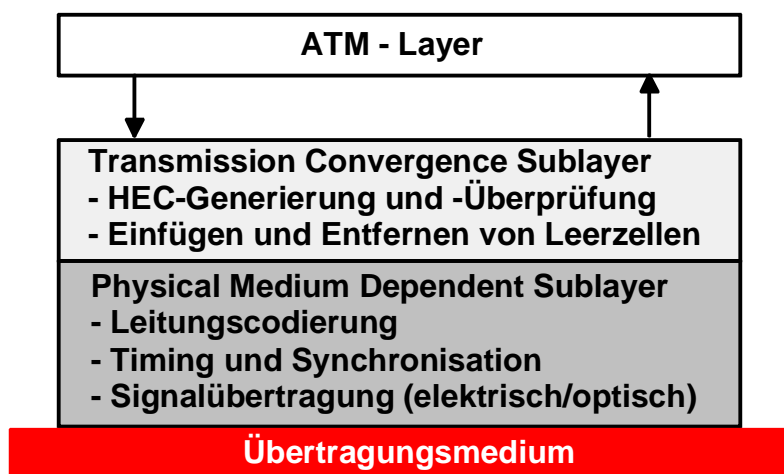


Bild 4 Aufgaben der Schicht 1

Das ATM-Übermittlungsverfahren ist von seiner Grundfunktion unabhängig von der Art der physikalischen Übertragung. Für die Übertragung von ATM-Zellen sind entsprechend mehrere Übertragungsmedien und Übertragungsformen vorgesehen. Im Breitband-ISDN werden vorzugsweise Glasfaserstrecken als Übertragungsmedien vorgesehen, in bestimmten Fällen auch Koaxialkabel. In Privatnetzen werden Glasfaserstrecken, Koaxialkabel oder Kupferdoppeladern verwendet, da in diesen Anwendungen geringere Anforderungen an die Reichweite gestellt werden. Abhängig vom Übertragungsmedium muss ein geeigneter Leitungscode zur Bitübertragung festgelegt werden.

Viele Schnittstellen sehen eine zeitliche Rahmenbildung mit einer festen Wiederholfrequenz vor, meist in einem 125-µs-Abstand. Im Breitband-ISDN ist die Zellenübertragung in Rahmen der Synchronen Digitalen Hierarchie (SDH, bzw. SONET), in der Anfangsphase werden auch

¹ OAM: Operation and Maintenance

Systeme der Plesiochronen Digitalen Hierarchie (PDH), beispielsweise 34- oder 2-Mbit/s-Systeme verwendet. Innerhalb von Privatnetzen können neben dem oben beschriebenen Verfahren auch reine ATM-Zellenströme ohne Rahmenstruktur verwendet werden.

(4) Der Physical Layer – auch Bitübertragungsschicht oder physikalische Schicht genannt – stellt den höheren Schichten die Übertragung von Signalen in Abhängigkeit vom Übertragungsmedium zur Verfügung und ist für die Synchronisation zwischen Sender und Empfänger verantwortlich. Ferner sorgt er für einen kontinuierlichen Zellenstrom und die Erzeugung des HEC-Bytes im Zellenkopf zur Überwachung einer fehlerfreien Übertragung.

Die physikalische Schicht wird nochmals in zwei Teilschichten aufgeteilt.

(5) Transmission Convergence Sublayer (TCS)

- Der Transmission Convergence Sublayer generiert beim Senden die Prüfsumme HEC (Header Error Check, Header Error Control Sequence) der ATM-Zellen. Mittels dieser Prüfsumme wird der Zellenkopf beim Empfangen auf Übertragungsfehler überprüft, wobei einzelne Bitfehler korrigiert werden können, bei mehrfachen Bitfehlern die Zelle jedoch verworfen wird.
- Detektion der Zellengrenzen (Cell Delineation, ITU-T I.432) Ermöglicht dem Empfänger die Zellengrenzen zu erkennen
 1. Hunt-Zustand: Bitweise Suche nach einem korrekten HEC-Feld
 2. PreSync-Zustand: Zellenweise Kontrolle der HEC-Felder, bei einem Fehler sofort wieder Hunt-Zustand
 3. Synch-Zustand: Bei mehrmaligen HEC-Fehlern wird wieder in den Hunt-Zustand gewechselt. Außerdem sorgt der TCS an der Sendeseite für die Erzeugung von Leerzellen, um die geforderte Übertragungsrate, d.h. einen kontinuierlichen Zellenstrom bei der Zellenübertragung zu erreichen. In den Leerzellen ist der Nutzlastteil (Informationsfeld) leer. Die Leerzellen werden innerhalb der physikalischen Schicht an der Sendeseite besonders markiert und an der Empfangsseite von Nutzzellen getrennt und vom VSt-Rechner nicht weiter bearbeitet.
- Da ATM-Zellen im direkten Bitstrom auf dem Medium zur Zeit nur zwischen ATM-Switches verwendet werden erfolgt eine Anpassung an den Übertragungsrahmen, dh. das Einpacken von ATM-Zellen in Envelops / Container:
 - Synchrone Digitale Hierarchie² (ITU-T G.709)
 - Plesiochrone Digitale Hierarchie (ITU-T G.703)
 - Fiber Distributed Data Interface (FDDI) nur für UNI

(6) Physical Medium Dependent Sublayer (PMDS)

Der PMDS realisiert die Leitungskodierung, d.h. erzeugt aus dem von der TCS empfangenen Bitstrom die zu sendenden Digitalsignale und sorgt für korrektes Timing und Synchronisation auf dem Signalniveau. In dieser Teilschicht wird das Übertragungsverfahren und das physikalische Medium festgelegt.

Eine Zusammenstellung von wichtigen Übertragungsmedien und -verfahren in ATM-Netzen zeigt folgende Übersicht:

² Digitale Hierarchien sind Multiplexstrukturen, in denen bestimmte Grundkanäle in mehreren Stufen zu leistungsfähigeren Bündelsystemen zusammengefasst werden.

Bitrate [Mbit/s]	Verfahren	Medium	Standard
155.52	SDH/STM-1	SM Glasfaser	ITU-T I.432
622.08	SDH/STM-4	SM Glasfaser	ITU-T I.432
1.544	PDH/DS 1 (T1)	Kupferkabel	ITU-T I.432
2.048	PDH/E1	Kupferkabel	ITU-T I.432
6.312	PDH/DS2 (T3)	Kupferkabel	ITU-T I.432
34.368	PDH/E3	Kupferkabel	ITU-T I.432
44.736	PDH/DS3	Kupferkabel	ITU-T I.432
139.264	PDH/E4	Kupferkabel	ITU-T I.432
100	FDDI-PMD	MM Glasfaser, Kupferkabel	ATM Forum
51.84	SDH	UTP	ATM Forum
155.52	---	MM Glasfaser	ATM Forum
155.52	---	STP	ATM Forum

MM: Mono Mode; SM: Single Mode

Tabelle 1 Übertragungsmedien und Übertragungsverfahren

4 ATM Vermittlungsschicht - ATM Layer

(7) Die Hauptaufgabe des ATM Layers besteht darin, die ihm vom übergeordneten ATM Adaption Layer übergebenen Daten über virtuelle Verbindungen an ihren Bestimmungsort zu transportieren; er sorgt also für den diensteunabhängigen Zellentransport inklusive der Vermittlung von ATM-Zellen in den Netzelementen.

Sie stellt alle Funktionen bereit, die sich im Zellenkopf wieder finden:

- Bearbeitung, Identifizierung der virtuellen Kanäle (VC) und der virtuellen Kanalbündel (VP) – Auf- und Abbau von Verbindungen
- Sicherung der Zellenkopfinformation – Zellenkopf- Erzeugung bzw. Auswertung
- Kennzeichnung von „Leerezellen“,
- Überwachung der maximalen Übertragungsrate, die von höheren Schichten für eine bestimmte Verbindung gefordert wurde.
- Multiplexen zwischen verschiedenen ATM-Verbindungen

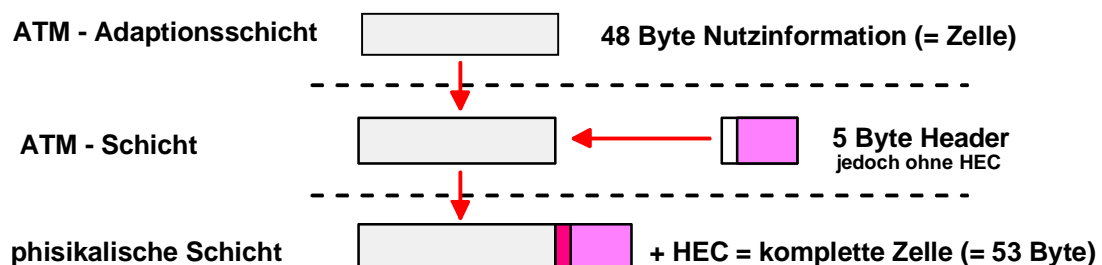


Bild 5 Hinzufügen des Zellenkopfes

5 ATM Anpassungsschicht – ATM Adaptation Layer

(8) Der ATM Adaption Layer (AAL) hat die Aufgabe, die Datenströme der Anwendungsschichten ("higher layers") in 48 Byte lange Segmente zu zerteilen, bzw. aus ATM-Zellen wieder die ursprünglichen Datenströme zu regenerieren. Die Adaptionsschicht ist das also das Bindeglied zwischen den zu übertragenden Nutzdaten und der zellenorientierten Übertragung durch die ATM-Schicht. Die Funktionen des AAL hängen von der Charakteristik der übergeordneten Anwendung, der sog. Dienstklasse ab; AAL-1 für konstante Bitrate: Sprache, Video

- AAL-3/4 für variable Bitrate
- AAL-5 oder SEAL (Simple and efficient adaptation layer)
Simple: im Vergleich zu anderen AALs, Efficient: alle 48 Bytes werden f. Nutzdaten verwendet

Die Adaptionsschicht stellt daher den höheren Schichten z.B. folgende Funktionen zur Verfügung:

- Abbilden von Nutzinformationen auf ATM-Zellen.
- Ausgleichen von Zellenlaufzeiten, abhängig von der Art des Dienstes. Zum Beispiel: Sammlung von Sprachproben zur Zellenbildung und Umwandlung von empfangenen Zellen in kontinuierliche Informationen.

Diensttypen

Die Nutzdaten werden in der Adaptionsschicht in Blöcke begrenzter Länge aufgeteilt. Für die höheren Schichten stehen z.Z. vier unterschiedliche Diensttypen (1, 2, 3/4, oder 5) der Nutzinformationsübermittlung zur Verfügung.

	AAL1 (Class A)	AAL2 (Class B)	AAL3 (Class C)	AAL4 (Class D)	AAL 5 (SEAL)
Synchronisation	erforderlich		nicht erforderlich		
Bitrate	konstant	variabel			
Verbindungsart	verbindungsorientiert			verbindungslos	verbindungsorientiert/-los
Beispiele	Sprache Video	Paketierte Sprache bzw. Video	Datex-P (X.25) Frame Relay	LAN- Protokolle	AAL3/4 Dienste

Tabelle 2 ATM Dienstklassen

Je nach gewählter Dienstklasse werden den Nutzinformationen zusätzliche Steuerdaten je Zelle angefügt. Die Steuerdaten sind notwendig, weil die Nutzdaten der höheren Schichten ggf. aufgeteilt worden sind, damit sie innerhalb des ATM-Nutzfeldes transportiert werden können.

Diese Steuerdaten sind einem Sublayer (Untereinteilung) der AAL-Schicht zugeordnet, dem SAR-Sublayer (SAR - Segmentation and Reassembly). Beim Empfänger muss die Adaptionsschicht (SAR-Sublayer) die Nutzdaten wieder in die ursprüngliche Form zurückführen. Die Zellenreihenfolge wird durch die ATM-Schicht sichergestellt. Den Nutzdaten wird zusätz-

lich eine Sequenznummer (SN) angefügt, wodurch der Empfänger den Verlust von Zellen erkennen kann. Das SN-Feld ist bei allen Dienstypen vorhanden. Die Sequenznummer wird beim Dienstyp 1 zusätzlich noch gesichert (SNP). Bei den Dienstypen 2 und 3 /4 werden auch die Nutzdaten durch die Übertragung von Sicherungsdaten (CRC) gesichert. Weiterhin können beim Dienstyp 3/4 auch unterschiedliche Segmenttypen (Beginn, Fortsetzung und Ende der Nutznachricht bei einer segmentierten Nutznachricht) unterschieden und eine Multiplex-Identifizierung den Nutzdaten angefügt werden. Diese zusätzlichen Steuerdaten können bis zu vier Oktett umfassen, je nach gewähltem Dienstyp. Nur beim Dienstyp 5 werden alle 48 Oktetts ohne weitere Protokollelemente zur Informationsübertragung durch den SAR-Sublayer verwendet.

5.1 ATM Anpassungsschicht 1 - ATM Adaptation Layer 1 - AAL1

(9) Beim ATM-Adaptation Layer 1 ist der Convergence Sublayer nicht erforderlich. Zur Erkennung eines eventuellen Zellenverlustes erhält jede Zelle eine, mittels CRC gesicherte Folgennummer, wodurch die Nutzlast der Payload auf 47 Byte beschränkt wird.

Diese ein Byte lange Steuerinformation setzt sich wie folgt zusammen:

- Bit 7 - 4: Folge-Nummer, die für jede Zelle um eins erhöht wird, um beim Empfänger verloren gegangene Zellen zu detektieren bzw. die Datenrate an den Empfänger anzupassen
- Bit 3 - 0: 4 Bit CRC-Prüfsumme, um die Folge-Nummer auf Gültigkeit zu prüfen

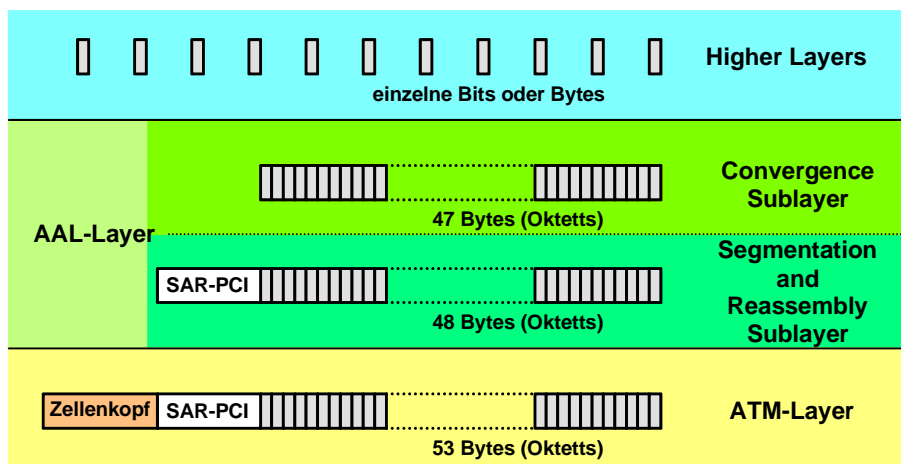


Bild 6 AAL1 – Segmentation and Reassembly

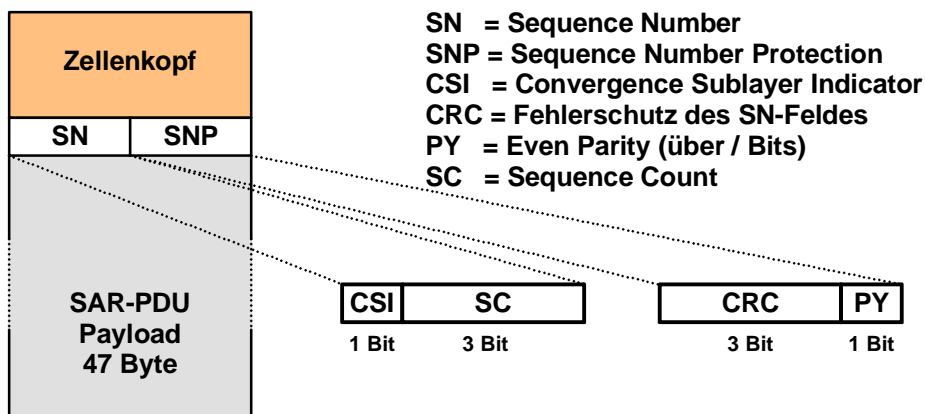


Bild 7 AAL1 Protokollelemente

Beispiel einer Sprachübertragung

Beim Empfang von ATM-Zellen hat die Adaptionsschicht die Aufgabe, die empfangenen Zellen zu kontinuierlichen Datenströmen umzuwandeln. Da die einzelnen Zellen je nach Netzbelastung sehr unterschiedliche Laufzeiten im Netz haben können, müssen diese durch die Adaptionsschicht ausgeglichen werden. Der Ausgleich kann z.B. so erfolgen, dass beim Empfänger ein fester zeitlicher Versatz erzeugt wird, um so die variierenden Laufzeiten auszugleichen.

Bei der Sprachübertragung wird der Adaptionsschicht alle 125 µs eine Sprachprobe zur Verfügung gestellt (Pulsmodulation). Die Adaptionsschicht sammelt sie, bis eine ATM-Zelle gebildet werden kann und übergibt sie an die ATM-Schicht. Diese Zellen treten also in einem festen Zeitraster auf, erfordern jedoch einen relativ geringen Durchsatz. Mit Hilfe der Sequenznummer werden die produzierten Zellen durchnummeriert, wodurch der Empfänger den vollständigen Empfang und die richtige Reihenfolge erkennen kann.

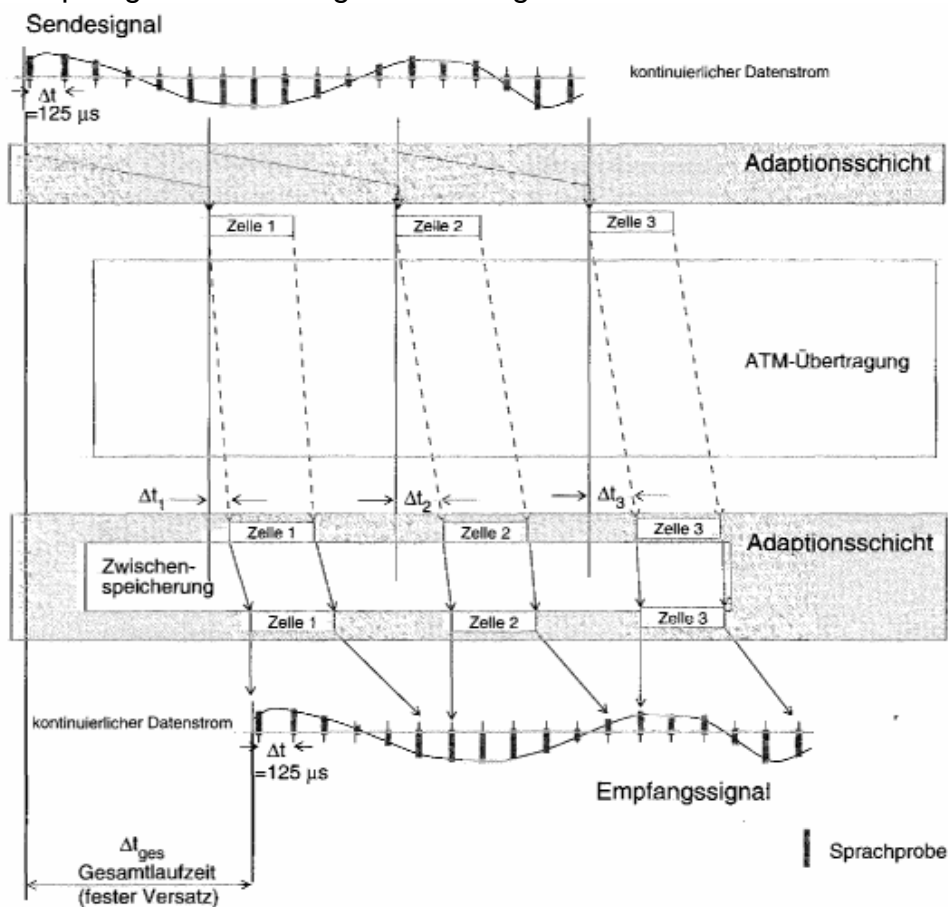


Bild 8 Laufzeitausgleich bei Sprachübertragung

5.2 ATM Anpassungsschicht 2 - ATM Adaptation Layer 2 – AAL2

Ausgangspunkt für den AAL-2 war die Unterstützung variabler Videocodierung. Da für Videocodierung heute jedoch MPEG favorisiert wird, welches eine feste Bitrate liefert wurden die Arbeiten für eine variable Videocodierung eingestellt. Für eine Video-Codierspezialisten wird daher entweder AAL-1 oder AAL-5 verwendet.

Da die ursprüngliche Anwendung des AAL-2 nicht weiter verfolgt wurde die Forderung „composite information“, also Informationen unterschiedlicher Quellen in einer Zelle zu transportieren mit dem AA-L2 realisiert. Die Forderung nach „composite information transport“ resultiert aus den zu hohen Verzögerungen beim Transport von Sprache mit geringer Datenrate, wie sie z. B. im Mobilfunk auftritt. Die Lösung dafür ist ein kleiner Pakettyp, der in die Zelle gemultiplext wird und Mikro-Zelle genannt wird.

Für diesen Einsatz gibt es wieder keine eigentliche Segmentation and Reassembly, da es sich um das Aufsammeln von Mikro-Zellen handelt (der Ausdruck ist nicht ganz korrekt, aber anschaulich, deshalb wird er weiter verwendet). Man nennt diese Schicht daher jetzt „Common Part Sublayer“ (CPS).

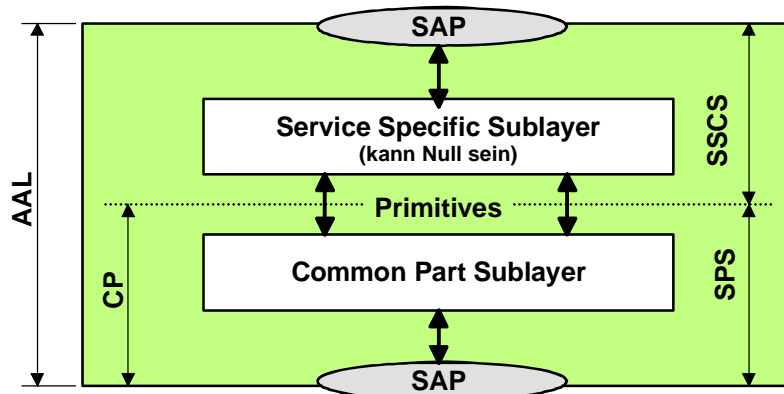


Bild 9 Common Part Sublayer (CPS)

Wie die beiden folgenden Bilder zeigen gibt es gibt aus diesem Grund sowohl Protokoll-Elemente pro Zelle als auch Protokoll-Elemente pro Mikro-Zelle.

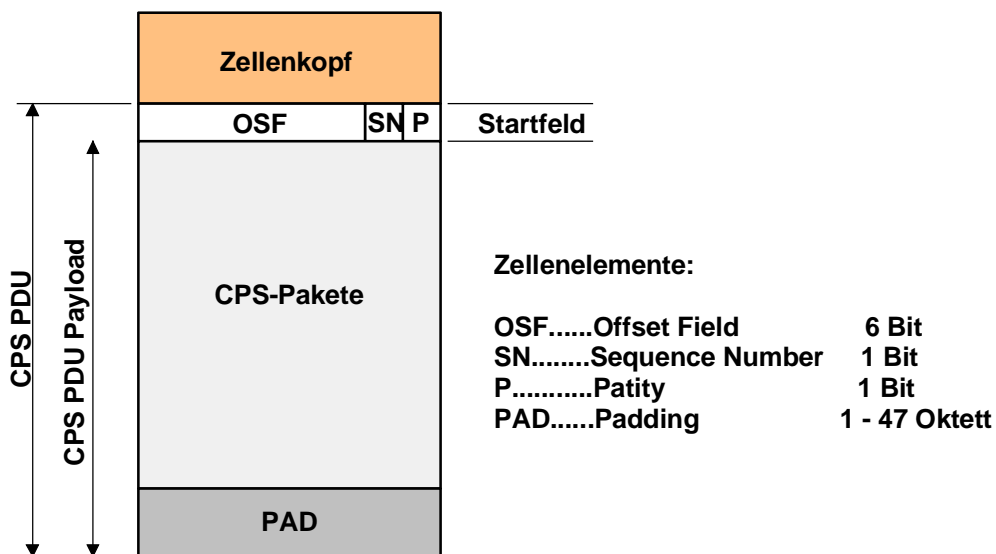


Bild 10 AAL-2 Common Part Sublayer (CPS)

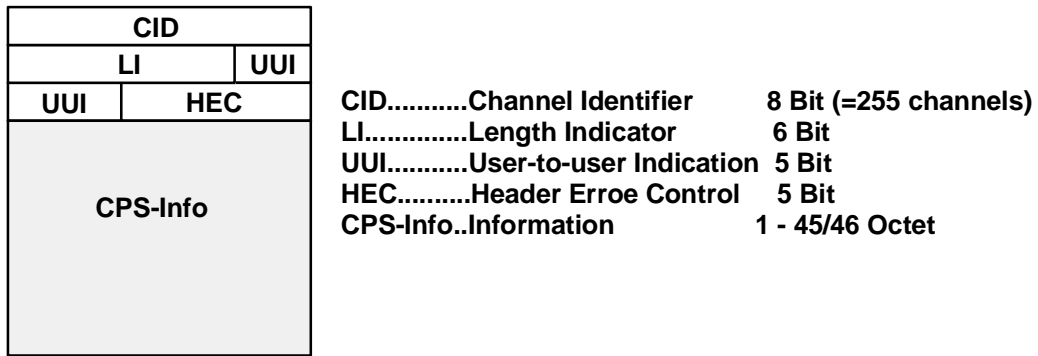


Bild 11 AAL-2 „Mikro-Zelle“

Wie man sieht, kann die Nutzinformation in der Mikro-Zelle die Länge 1 bis 45 (oder sogar 64) Oktett haben. Damit ergibt sich die Kuriosität, dass die Mikro-Zelle sogar größer sein kann als die ATM-Zelle selbst. Das folgende Bild zeigt, wie Micro-Zellen mit einer Länge von 16 Oktett in ATM-Zellen gepackt werden.

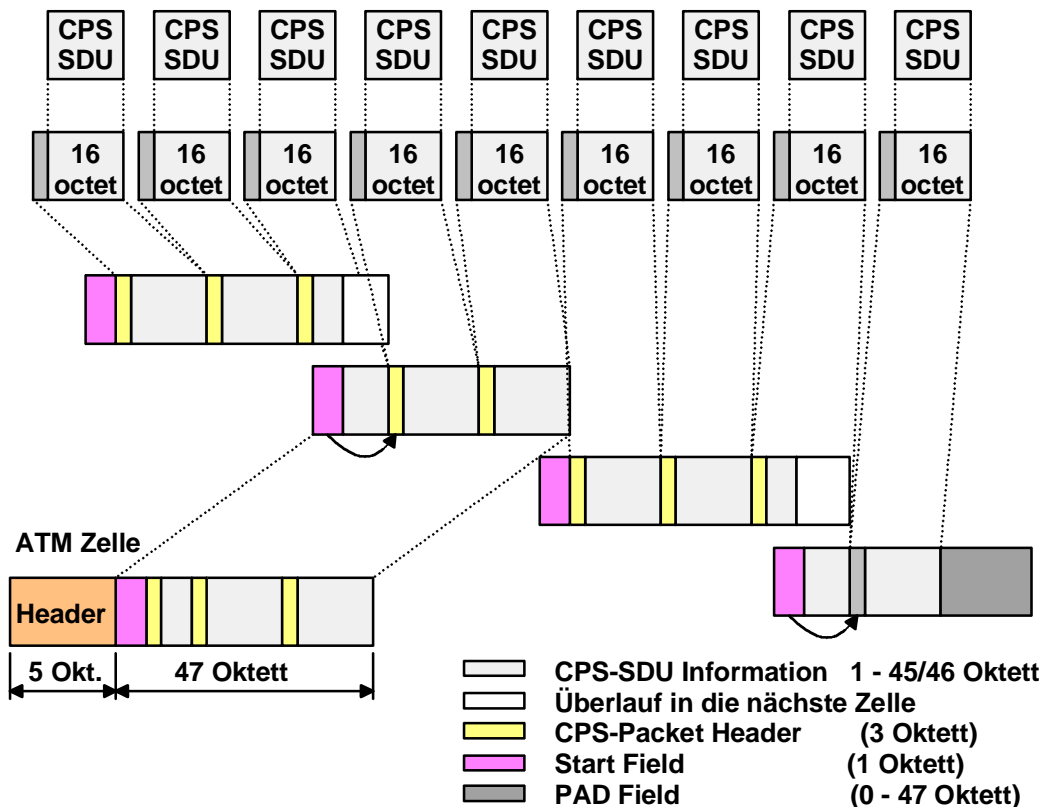


Bild 12 Multiplexen von AAL-2 Mikro-Zellen

Hauptanwendungsgebiet für die AAL-2 ist (bis jetzt) der Transport von Sprachinformation, wobei die verschiedenen Sprachverbindungen durch einen sog. Message Identifier unterschieden werden. Vorläufig gibt es auch nur die Beschreibung von Service Specific Sublayers für diesen Fall:

- Allgemeine Beschreibung der SSCS der AAL Type 2 ,
- Transport von Schmalband-Informationen (Sprache, 3,1 kHz Audio, Daten,...) auf AAL Type 2 ,
- Anwendung für Mobilbetrieb
- Anwendung für Zugangsnetze („Local Access“)

5.3 ATM Anpassungsschicht 3/4 - ATM Adaptation Layer 3/4 – AAL3/4

Zu Beginn der Diskussionen um die AALs wurde eine AAL-3 für verbindungsorientierten Datentransport und eine AAL-4 für die Unterstützung des verbindungslosen Datentransportes spezifiziert. Die Formate, die sich sehr stark an die Protokollelemente anlehnten, wie sie beim DQDB-MAN zu Anwendung kommen, waren aber so ähnlich, dass es sinnvoll erschien, sie vollends anzugleichen und die beiden Typen zu einem einzigen Typ zu vereinigen, dem AAL-3/4, wobei eine Optimierung für nicht verbindungsorientierten Datentransfer vorgenommen wurde.

Innerhalb des AAL-3/4 werden zwei Protokollebenen mit jeweils eigenen Protokollelementen unterschieden:

- Convergence Sublayer (CS) mit Protokollelementen in jedem Datenpaket, und
- Segmentation und Reassembly Sublayer (SAR) mit Protokollelementen in jeder Zelle.

Der Convergence Sublayer bietet zwei unterschiedliche Dienste an:

- Message Mode Service: Eine CS-SDU wird direkt in einer CS-PDU transportiert.
- Streaming Mode Service: Eine CS-SDU wird aufgeteilt und in Form einer oder mehrerer Segmente übergeben. Alle diese Segmente einer CSSDU werden dann wiederum in einer CS-PDU transportiert. Die Segmente können dann mit Zeitabstand aufeinander folgen. Der Streaming Mode beinhaltet eine Abbruch-Funktion, mit der eine teilweise gesendete CS-PDU verworfen werden kann.

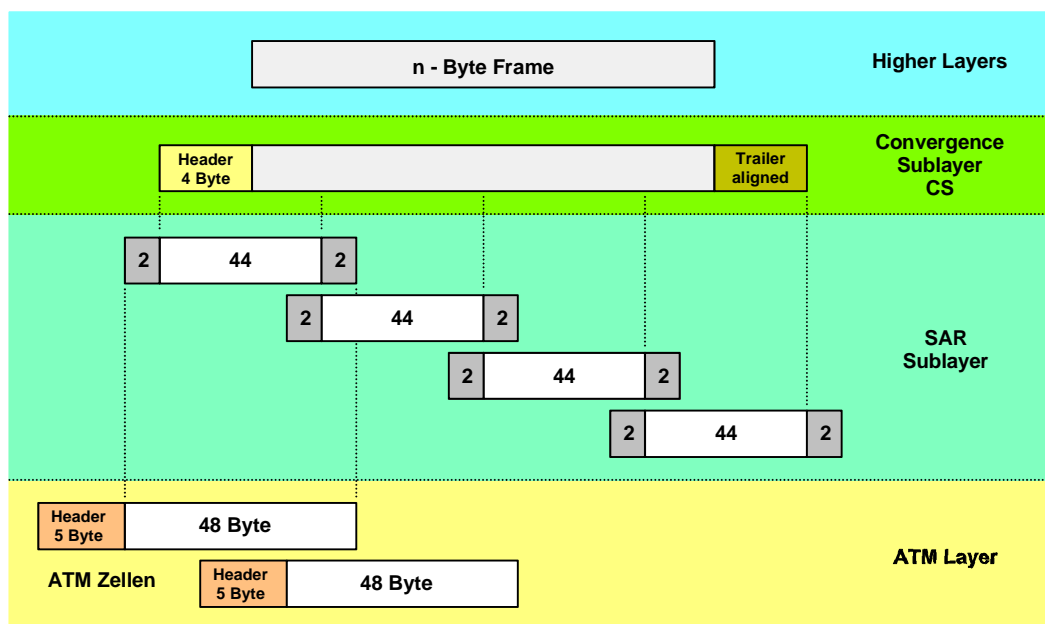


Bild 13 Segmentierung beim AAL-3/4

(10) Den zwei Protokollebenen entsprechend erfolgt die Bildung von ATM-Zellen durch den AAL-3/4 in zwei Schritten:

1. Schritt: Convergence Sublayer

- Die „Native Information“ wird mit Header und Trailer ergänzt und auf ein Vielfaches von 44 Bytes aufgefüllt (Padding)
- Header und Trailer enthalten Information um:
 - Datenverlust zu detektieren
 - Der empfangenden AAL mitzuteilen wie viel Speicher reserviert werden muss
 - Länge der „Native Information“

2. Schritt: SAR Sublayer

- Der SAR Sublayer ergänzt die 44 Byte Segmente um einen 2 Byte Header und 2 Byte Trailer (CRC-10 Prüfsumme)
- Header:
 - Segment Type (ST): BOM ... Beginning of message
COM ... Continuation of message
EOM ... End of messages
 - Sequence Number: Reihenfolge der Zellen sicherstellen
 - Multiplexing Identifier (MID): alle Segmente der gleichen CS-PDU bekommen den gleichen MID

5.4 ATM Anpassungsschicht 5 - ATM Adaptation Layer 5 – AAL5

(11) Wegen des hohen Overheads für die Protokollelemente von 4 Oktett pro Zelle wurde ein neuer AAL-Typ geschaffen, der AAL Type 5, dessen Anwendung der verbindungsorientierte Datentransport ist.

Es gibt keine Protokollelemente pro Informationsfeld sondern nur eine Kennung für das Ende des Datenpaketes, also für die letzte Zelle, die Informationen dieses Datenpaketes enthält, wofür eine Kennung im Payload-Type-Feld des Zellenkopfes benutzt wird.

Der Typ 5 bietet vergleichbare Funktionalität wie der Typ 3/4, allerdings ohne die Möglichkeit mehrere CPCS-Verbindungen auf eine ATM-Verbindung zu multiplexen. Es gibt ebenfalls einen Message Mode und einen Streaming Mode.

Bisher wurden vier Service Specific Convergence Sublayers (SSCS) spezifiziert:

- Abbildung der Frame-Relay-Schnittstelle DL-CORE-SAP auf AAL Type 5
- Abbildung der Connection Oriented Network Service (CONS) Schnittstelle nach X.213 CONS-SAP auf AAL Type 5
- Abbildung der Connection Oriented Transport Service (COTS) Schnittstelle nach X.214 COTS-SAP auf AAL Type 5 ,
- Abbildung der HDLC-Schnittstelle DL-FRAME-SAP auf AAL Type 5

(12) Den Protokollebenen entsprechend erfolgt die Bildung von ATM-Zellen für den AAL-5 in drei Schritten:

1. Schritt: Convergence Sublayer

- Die „Native Information“ wird um einen 8 Byte Trailer ergänzt und auf ein Vielfaches von 48 Bytes aufgefüllt (Padding)
- Trailer:
 - 1. Byte: End-to-End user information
 - 2. Byte: reserviert
 - 3. + 4. Byte: Payload-Länge, um sie von den Pad-Bytes trennen zu können
 - 5. - 8. Byte: 32 Bit CRC-Prüfsumme über den kompletten Rahmen

2. Schritt: SAR Sublayer

- Aufteilen des CS-PDUs in 48 Byte Segmente

3. Schritt: ATM Layer

- Einfüllen der Segmente in die Nutzlast-Bereiche der ATM-Zellen
- Setzen des 3. Bits im Payload-Type des Headers
 - „0“ ... weitere Zellen folgen
 - „1“ ... letzte Zelle dieses Rahmens (PDU)

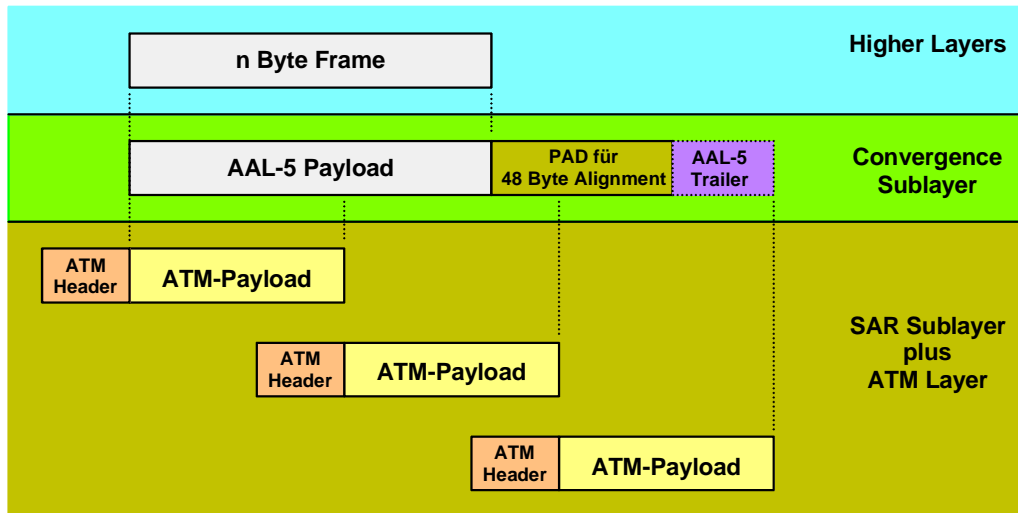


Bild 14 Segmentierung beim AAL-5

6 Höhere Schichten - Higher Layers

(13) Die höheren Schichten sind in einen Nutzinformationsteil und einen Steuerteil aufgeteilt. Im Nutz- oder Dienstteil werden alle erforderlichen Funktionen für die Informationsübermittlung bereitgestellt. Im Steuerteil wird die Signalisierung für den Nutzteil abgewickelt. Auch die Signalisierungsinformationen werden auf Informationsfelder der Zellen abgebildet. Die Übertragung der Nutzinformationen ist in vier Dienstypen unterteilt, die, je nach Anforderung der höheren Schichten, verwendet werden können. Die vier Dienstypen der Adaptionsschicht sind an Dienstzugangspunkten (Service Access Points SAP) für die höheren Schichten verfügbar.

Die höheren Schichten der Nutzinformationsübertragung und die höheren Schichten der Signalisierung sind nicht Bestandteil der ATM-Festlegung. Beide verwenden nur Dienste der Übertragung durch ein ATM-Netz. Je nach Übertragungsart können die höheren Schichten der Nutzdaten bei der Schicht 2 oder der Schicht 3 beginnen.

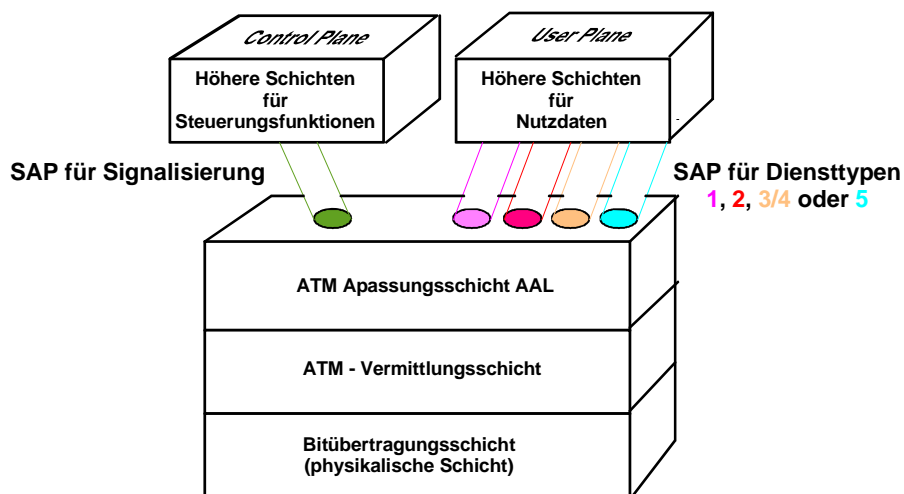


Bild 15 Höhere Schichten im ATM-Schichtenmodell

6.1 Nutzdaten

Zur Übertragung von Nutzdaten können zurzeit vier verschiedene Übertragungstypen der AAL-Schicht von den höheren Schichten gewählt werden.

Für die verbindungslose Kommunikation, unter Verwendung des AAL-Diensttyps 3/4, wird ein spezielles Protokoll in der Schicht über der AAL-Schicht vorgeschlagen; es ist das CLNAP-Protokoll - Connectionless Network Access Protocol und dient der verbindungslosen Datenübertragung in ATM-Netzen.

Beim Aufbau einer Nutzverbindung müssen Parameter zu dem geforderten Durchsatz (Bandbreite) und zu gewissen Qualitätsmerkmalen mitgegeben werden. Diese Parameter können im Verlauf der Verbindung auch verändert werden.

(14) Zu den Qualitätsmerkmalen einer ATM-Verbindung gehören:

- Zellenverzögerung - diensteabhängig
 - für Daten z.B. ist die Zellenverzögerung unkritisch
 - für Sprache und Video ist die Zellenverzögerung kritisch, weil dies zeitkontinuierliche Daten sind.
- Zellenverlustverhältnis
- mittlerer Durchsatz
- Spitzendurchsatz

Die erforderliche Bandbreite, bzw. der erforderliche Zellendurchsatz, muss beim Aufbau einer Verbindung von der Vermittlungsstelle angefordert werden. Während der Verbindung wird der Durchsatz von der Vermittlungsstelle überwacht, damit nicht ein höherer Durchsatz, als für die Verbindung angefordert, produziert wird.

6.2 Signalisierungsdaten

Um Nutzinformationen zwischen zwei ATM-Endsystemen austauschen zu können, muss eine Verbindung aufgebaut werden. Dafür ist es erforderlich, die entsprechenden ATM-Knoten mit Steuerinformationen zur Durchschaltung des Verbindungsweges zu versorgen. Die dafür notwendigen Regeln werden als Signalisierung bezeichnet. Die Signalisierung wird, wie die Nutzinformationen, über virtuelle Verbindungen zwischen den Endeinrichtungen und der Vermittlungsstelle bzw. zwischen den Vermittlungsstellen ausgetauscht. Signalisierungszellen werden vom ATM-Netz wie Zellen mit Nutzinformationen behandelt. Am Eingang der ATM-Vermittlungsstelle werden sie als Signalisierungszellen identifiziert und an die Steuerung der Vermittlungsstelle weitergegeben. Der Austausch von Signalisierungsnachrichten kann nach zwei Grundsätzen erfolgen:

- für die Signalisierung ist wie im ISDN ein separater Signalisierungskanal vorgesehen. Für diese Punkt-zu-Punkt-Signalisierung wird VCI = 5 für alle VPI-Werte - verwendet.
- für die Signalisierung ist kein separater Signalisierungskanal vorgesehen, d.h. es ist für jeden Signalisierungsablauf ein eigener Weg aufzubauen. Diesem Vorgang ist immer ein fester Wert für VCI und VPI zugeordnet, er wird Meta-Signalisierung genannt.

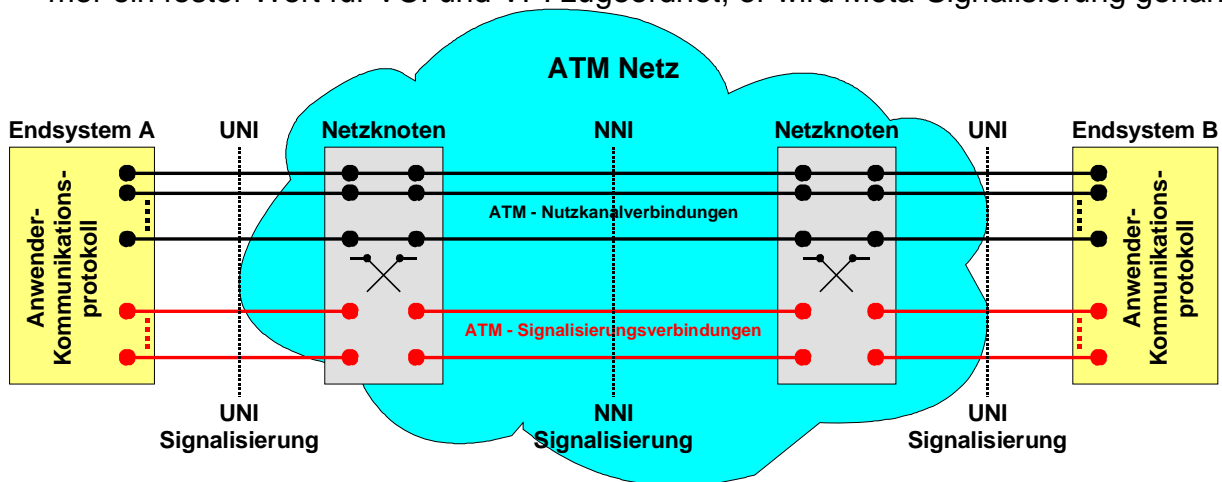


Bild 16 Signalisierungsbereiche in ATM-Netzen

(15) Im Allgemeinen kann die Signalisierung in ATM-Netzen in zwei Bereiche unterteilt werden:

- UNI-Signalisierung (UNI: User-Network Interface), d.h. die Signalisierung an der Netzzugangsschnittstelle UNI. Die Aufgabe dieser Signalisierung besteht in der Übertragung der Steuerinformationen zwischen Endsystemen und ATM-Netzknotten (Switches). Zu dieser Aufgabe gehört u.a. die Steuerung des Auf- und Abbaus von ATM-Verbindungen. Die UNI-Signalisierung entspricht der Benutzersignalisierung im S-ISDN nach dem D-Kanal-Protokoll.
- NNI-Signalisierung (NNI: Node-to-Node Interface³), d.h. die Signalisierung zwischen den ATM-Vermittlungsknoten. Diese Signalisierung regelt den Austausch der Steuerinformationen zwischen ATM-Vermittlungsknoten, die zum Auf- und Abbau von ATM-Verbindungen sowie zur Gewährleistung der angeforderten Qualitäts- und Verkehrsparameter nötig sind. Die NNI-Signalisierung entspricht der Zentralkanalsignalisierung im S-ISDN mit dem Zeichengabeverfahren Nr. 7.

³ In einigen Standards wird NNI auch Network-to-Network Interface genannt.

7 Kontrollfragen

1. [Aus wie vielen Schichten und Ebenen ist das ATM-Referenzmodell zusammengesetzt?](#)
2. [Beschreiben Sie die Aufgaben der Schichten des ATM-Referenzmodells.](#)
3. [Beschreiben Sie die Aufgaben der Ebenen des ATM-Referenzmodells.](#)
4. [Nennen Sie die allgemeinen Aufgaben des Physical Layers.](#)
5. [Beschreiben Sie die Aufgaben des Transmission Convergence Sublayers.](#)
6. [Beschreiben Sie die Aufgaben des Physical Medium Dependent Sublayers.](#)
7. [Nennen Sie die allgemeinen Aufgaben des ATM Layers.](#)
8. [Nennen Sie die allgemeinen Aufgaben des ATM Adaptation Layers.](#)
9. [Beschreiben Sie die Steuerinformation des AAL-1.](#)
10. [Beschreiben Sie die Bildung von ATM-Zellen durch den AAL 3/4.](#)
11. [Welche Eigenschaften weist der AAL-5 auf?](#)
12. [Beschreiben Sie die Bildung von ATM-Zellen durch den AAL 5.](#)
13. [Nennen Sie die allgemeinen Aufgaben der Higher Layers.](#)
14. [Nennen Sie die wichtigsten Qualitätsmerkmale einer ATM-Verbindung.](#)
15. [Beschreiben Sie die Signalisierungsbereiche im ATM.](#)

8 Bilder und Tabellen

Bild 1	ATM Referenzmodell	3
Bild 2	ATM-Wegedurchschaltung	3
Bild 3	Zusammenhang OSI-Referenzmodell – ATM-Referenzmodell.....	4
Bild 4	Aufgaben der Schicht 1	5
Bild 5	Hinzufügen des Zellenkopfes	7
Bild 6	AAL1 – Segmentation and Reassembly	9
Bild 7	AAL1 Protokollelemente	9
Bild 8	Laufzeitausgleich bei Sprachübertragung.....	10
Bild 9	Common Part Sublayer (CPS).....	11
Bild 10	AAL-2 Common Part Sublayer (CPS).....	11
Bild 11	AAL-2 „Mikro-Zelle“	12
Bild 12	Multiplexen von AAL-2 Mikro-Zellen	12
Bild 13	Segmentierung beim AAL-3/4.....	13
Bild 14	Segmentierung beim AAL-5.....	15
Bild 15	Höhere Schichten im ATM-Schichtenmodell	15
Bild 16	Signalisierungsbereiche in ATM-Netzen.....	17

Tabelle 1	Übertragungsmedien und Übertragungsverfahren	7
Tabelle 2	ATM Dienstklassen.....	8

9 Abkürzungen

AAL	ATM Adaption Layer
ATM	Asynchronous Transfer Mode, Asynchroner Transfer Modus
B-ISDN	Breitband-ISDN
CLNAP	Connectionless Network Access Protocol
CLP	Cell Loss Priority
CLS	Connentionless Servern
CRC	Cyclic Redundancy Check
FiFo	First in - First out
GFC	Generic Flow Control
HEC	Header Error Control
ISDN	Integrated Services Digital Network, digitales Netz mit Diensteintegration
ITU-T	International Telecommunication Union
ITU-T	Internationale Telegraphenunion, Abteilung Telekommunikation
IWU	Interworking Unit
LAN	Local Area Network
NNI	Network Node Interface
OAM	Operation, Administration, Maintenance
OSI	Open System Interconnection
PDH	Plesiochrone digitale Hierarchie (PCM-30 / PCM-24)
PT	Payload Type
SAP	Service Access Point
SAR	Segmentation and Reassembly
SDH	Synchrone digitale Hierarchie
SN	Sequenznummer
SONET	Synchronous Optical Network
UNI	User Network Interface
VC	Virtual Channel, virtueller Kanal
VCI	Virtual Channel Identification
VP	Virtual Path, virtueller Pfad
VPI	Virtual Path Identification
ZGV7	Zentrales Zeichengabeverfahren Nr. 7

10 Literatur

- [1] Ulrich Freyer, Nachrichtenübertragungstechnik, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, 1994, ISBN 3-446-17724-8
- [2] Anatol Badach, Integrierte Unternehmensnetze, 1. Auflage, Hüthig GmbH, 1997, ISBN 3-7785-2562-X
- [3] Gerd Siegmund, Technik der Netze, 3. Auflage, R.v.Decker's Verlag, 1996, ISBN 3-7685-2495-7
- [4] Taschenbuch der Telekommunikation 1999, Fachbuchverlag Leipzig