

**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:** B-ISDN-Protokoll-Referenzmodell

**Autor:** Merz, Pierre-André

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-875494>

### **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:** 13.01.2026

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

# B-ISDN-Protokoll-Referenzmodell\*

Pierre-André MERZ, Zürich

## 1 Einleitung

Breitband-ISDN ist eine vielschichtige Technik mit vielen neuen Aufgaben. Es ist deshalb nicht einfach, bei der Mannigfaltigkeit der zum Teil ineinandergreifenden Funktionen die Übersicht über das Geschehen zu behalten. Aus diesem Grunde wird versucht, im B-ISDN-Protokoll-Referenzmodell gemäss der CCITT-Empfehlung I.321 [17] eine Gliederung vorzunehmen, um die Funktionen der ATM-Technik übersichtlich zu ordnen. Dabei werden Gruppen von Funktionen, von der Anpassung an ATM über die Vermittlung bis zur Übertragung, in Schichten (Layers) zusammengefasst. Diese Schichtung erlaubt es, die Zusammenhänge der ATM-Technik bei der Anwendung, der Geräteentwicklung und dem Unterhalt besser zu verstehen.

Das B-ISDN-Protokoll-Referenzmodell berücksichtigt die Prinzipien des OSI-Referenzmodells gemäss der CCITT-Empfehlung X.200 [30], unterscheidet sich jedoch im Aufbau der Schichten und deren Modularität.

## 2 OSI-Referenzmodell

### 21 Mit dem OSI-Referenzmodell angestrebte Ziele

Das OSI-Referenzmodell bedeutet Ordnung und eine anerkannte Grundlage für die Normung der Kommunikationsschnittstellen und Protokolle. Im Modell ist festgehalten, welche Funktionen von den an einer Kommunikationsschnittstelle beteiligten Komponenten erwartet werden und wie diese aufeinander aufbauen.

### 22 Aufbau und Prinzipien des OSI-Referenzmodells

Der Aufbau des OSI-Referenzmodells ist in *Tabelle 1* wiedergegeben. Es beruht auf folgenden Prinzipien:

- *Protokollschichtung (Protocol Layering)*  
Das OSI-Referenzmodell hat sieben Schichten, jede mit spezifischen Funktionen.
- *Definition der Schichtdienste (Layer Service Definition)*  
Jede Schicht bietet der nächsthöheren Schicht ihre Dienste an.

\* Abkürzungen, Glossar und Bibliographie siehe Anhang Seite 238.

- *Elementarnachrichten für die Dienste (Service Primitives)*  
Die Kommunikation zwischen benachbarten Schichten geschieht mit Hilfe von «Primitives».
- *Modularität und Unabhängigkeit*  
Das OSI-Referenzmodell ist modular aufgebaut; Instanzen, die derselben Schicht angehören, kommunizieren nach einem gemeinsamen Protokoll (peer to peer communication). Die Funktionen einer Schicht sind unabhängig von jenen anderer Schichten.

## 3 B-ISDN-Referenzmodell

### 31 Grundmodell

Das B-ISDN-Referenzmodell ist in *Figur 1* wiedergegeben. Es besteht aus Ebenen und Schichten. Die Ebenen lassen sich in eine Anwenderebene (User Plane), eine Steuerebene (Control Plane) und eine Verwaltungsebene (Management Plane) unterteilen.

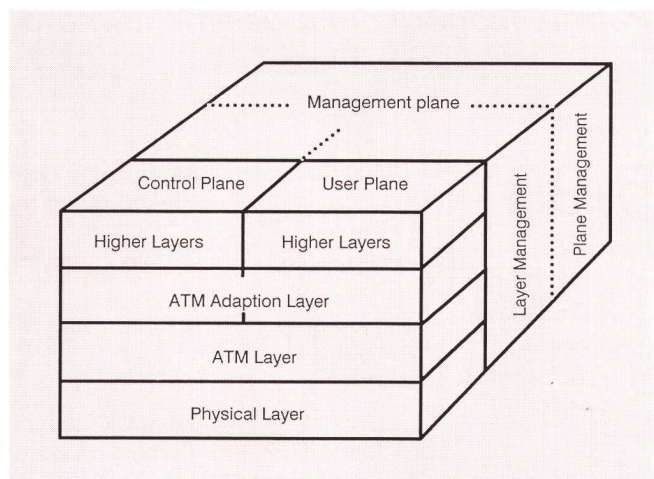


Fig. 1 B-ISDN-Protokoll-Referenzmodell

Ebenen:

- Anwenderebene (User Plane)
- Steuerebene (Control Plane)
- Verwaltungsebene (Management Plane)

Schichten:

- Physische Schicht (Physical Layer)
- ATM-Schicht (ATM Layer)
- ATM-Anpassungsschicht (ATM Adaptation Layer)

Höhere Schichten:

- Control Plane: Ruf- und Verbindungssteuerung (Call and Connection Control)
- User Plane: Informationstransfer des Anwenders (User Information Flow Transfer)

*Tabelle I. Aufbau des OSI-Referenzmodells*

Schicht	Funktion
Schicht 7 (Application Layer)	Konkretisierung, Ausführung der Aufgabe = Anwendungsschicht
Schicht 6 (Presentation Layer)	Festlegung der Bedeutung ausgetauschter Daten und damit das Schaffen von benützer- und geräteabhängiger Kommunikation = Darstellungsschicht
Schicht 5 (Session Layer)	Festlegung für die logische End-zu-End-Verbindung zwischen zwei Kommunikationspartnern und die Steuerung der End-zu-End-Verbindungen = Kommunikationssteuerungsgewicht
Schicht 4 (Transport Layer)	Festlegung der für den Datentransport auf der gesamten Strecke vom Sender- zum Empfängersystem erforderlichen Funktionen = Transportschicht
Schicht 3 (Network Layer)	Festlegungen zur Vermittlung und zum Aufbau des gesamten Übertragungsweges = Vermittlungsschicht
Schicht 2 (Link Layer)	Festlegung für eine gesicherte Übertragung auf den einzelnen Teilstrecken des gesamten Übertragungsweges = Sicherungsschicht
Schicht 1 (Physical Layer)	Die Festlegungen zur Steuerung des physischen Übertragungsmediums innerhalb des Kommunikationssystems = Bit-Übertragungsschicht (das für die Übertragung benützte Medium, z. B. Kupferadern, Koaxialkabel, Lichtwellenleiter, Funkstrecken usw. liegt logisch unterhalb der Schicht 1 und ist nicht Gegenstand des OSI-Modells)

ebene (Management Plane) einteilen. Bei den Schichten unterscheidet man eine physische Schicht, eine ATM-Schicht, eine ATM-Anpassungsschicht und höhere Schichten.

Die Funktionen der höheren Schichten gehören nicht zur eigentlichen ATM-Thematik und werden deshalb in diesem Artikel nicht behandelt.

## 32 Beschreibung der Ebenen

### *Anwenderebene (User Plane)*

Die Anwenderebene ist zuständig für den Informations-transfer des Anwenders (user information flow transfer), zusammen mit den zugeordneten Steuerfunktionen (z.B. flow control, recovery from errors). Diese Ebene hat eine geschichtete Struktur.

### *Steuerebene (Control Plane)*

Die Steuerebene ist zuständig für die Rufsteuerung (Call Control) und Verbindungssteuerung (Connection Control). Zudem wird die Signalisierung für Aufbau, Überwachung, Abbau von Ruf und Verbindung behandelt. Diese Ebene hat eine geschichtete Struktur.

### *Verwaltungsebene (Management Plane)*

Die Verwaltungsebene hat zwei Aufgaben, nämlich die Verwaltungsfunktionen der Ebenen (Plane Management) und der Schichten (Layer Management).

#### – *Plane Management Functions*

Diese sind für die Koordination aller Ebenen zuständig. Die Verwaltungsebene ist nicht geschichtet.

#### – *Layer Management Functions*

Diese sind für Managementfunktionen zuständig, die sich auf die Schichtressourcen und Parameter bezie-

hen. Im besonderen behandelt das Schichtenmanagement den schichtenspezifischen Informationsfluss für Betrieb und Unterhalt (Operation and Maintenance).

## 33 Aufbau der Schichten

*Tabelle II* zeigt die Funktionen und Schichten des B-ISDN-Protokoll-Referenzmodells.

- Die Funktionen der höheren Schichten (Higher Layers) sind Gegenstand weiterer Studien.
- Die ATM-Anpassungsschicht (ATM Adaptation Layer) dient der Anpassung einer Anwendung an ATM.
- Die ATM-Schicht (ATM Layer) gewährleistet den Transport und die Vermittlung der ATM-Zellen über das Netz.
- Die physische Schicht (Physical Layer) ist für die Übertragung der ATM-Zellen verantwortlich.

## 4 Funktionen der einzelnen Schichten

### 41 ATM-Anpassungsschicht (ATM Adaptation Layer AAL)

Diese Schicht dient der Anpassung der Dienste an das ATM-Prinzip (*Fig. 2*) in zwei Schritten. Im ersten Schritt werden die Daten aufbereitet (Convergence), und im zweiten werden sie in das Informationsfeld der ATM-Zellen eingefügt (Segmentation and Reassembly). Jedem Schritt ist eine eigene Teilschicht (Sublayer) zugeordnet. Die ATM-Anpassungsschicht ist in [5] detailliert beschrieben.

Tabelle II. Funktionen und Schichten des B-ISDN

Layer Management	Higher Layer Functions	Higher layers
	Convergence	CS ATM Adaptation Layer (AAL)
	Segmentation and reassembly	SAR
	Generic flow control Cell header generation/extraction Cell VPI/VCI translation Cell multiplexing and demultiplexing	ATM Layer
	Cell rate decoupling HEC sequence generation/verification Cell delineation Transmission frame adaptation Transmission frame generation/recovery	TC Physical Layer
	Bit timing Physical medium	PM

### 411 Convergence Sublayer (CS)

In diese Teilschicht werden die Daten beim Anwender an ATM angepasst und umgekehrt. Die wichtigsten Funktionen sind:

- Behandlung von Laufzeitunterschieden, die bei der ATM-Übertragung auftreten können
- Massnahmen gegen Informationsverlust
- Unterstützung von Anwenderfunktionen
- Wiederherstellung der Basistaktfrequenz (source clock frequency) der Gegenstelle
- Fehlerkorrektur in Vorwärtsrichtung (forward error correction) für Video- und Tonsignale (High Quality Audio)

- Erzeugung von Rapporten (Status Reports) über das End-zu-End-Verhalten (End to End Performance), wie Information über verlorene oder falsch eingefügte Zellen, Speicherüberlauf und Ereignisse infolge Bitfehler.

### 412 Segmentation and Reassembly Sublayer (SAR)

Hier werden die Daten sendeseitig zerstückelt und in das Informationsfeld von ATM-Zellen eingefügt. Empfangsseitig werden die Daten aus dem Datenfeld herausgelöst und wieder zum ursprünglichen Datensignal zusammengesetzt.

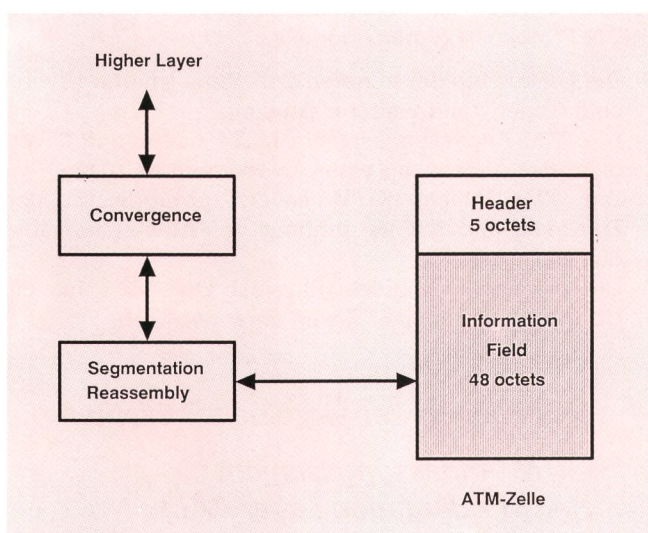


Fig. 2 ATM-Anpassungsschicht (ATM Adaptation Layer)

- Convergence Sublayer (CS)
- Anpassung der Dienste an das ATM-Prinzip
- Segmentation and Reassembly (SAR)
- Sendeseite: Zerstückelung und Einfügung ins Informationsfeld
  - Empfangsseite: Herauslösung aus dem Datenfeld und Zusammensetzung

### 42 ATM-Schicht

Die ATM-Schicht gewährleistet den Transport der ATM-Zellen über das Netz, unabhängig von der Übertragungsart und dem physischen Medium. Weitere Informationen darüber sind in [6] zu finden. Im folgenden sind die wichtigsten Funktionen der ATM-Schicht (Tab. II) wiedergegeben.

#### Generic flow control (GFC)

Diese Funktion steuert den Zellenfluss beim Anwender an der Teilnehmer-Netz-Schnittstelle UNI. Damit soll verhindert werden, dass das ATM-Netz überlastet wird. Die Funktion GFC wird in [9] näher untersucht.

#### Cell header generation/extraction

Sendeseitig übernimmt diese Funktion das Informationsfeld vom AAL und erzeugt einen dazu passenden Zellenkopf (ohne Bearbeitung der HEC-Sequenz). Empfangsseitig entfernt diese Funktion den Zellenkopf und übergibt das Informationsfeld dem AAL.

#### Cell Virtual Path Identifier (VPI) and Virtual Channel Identifier (VCI) translation

Diese Funktion kommt bei einer ATM-Vermittlungszentrale zum Tragen. Anhand des VPI/VCI-Wertes wird jede ankommende ATM-Zelle vermittelt. Abgehende Zellen erhalten neue VPI/VCI-Werte.

### Cell multiplexing and demultiplexing

Sendeseitig werden Zellen multiplexiert, d.h., Zellen von individuellen virtuellen Pfaden (VP) und virtuellen Kanälen (VC) werden zu einem nicht kontinuierlichen Fluss von Zellen zusammengefasst. Empfangsseitig werden die Zellen demultiplexiert, d.h. individuelle Zellen werden vom Zellenfluss an die entsprechenden VP oder VC geführt.

## 43 Physische Schicht

Die Dienste der physischen Schicht werden dazu benutzt, die in der ATM-Schicht erzeugten Zellen zur Gegenstelle zu übertragen. Sie ist in die zwei Teilschichten «Transmission Convergence Sublayer» und «Physical Medium Sublayer» unterteilt.

### 431 Transmission Convergence Sublayer (TC)

Diese Teilschicht ist verantwortlich für die Umwandlung des Zellenflusses der ATM-Schicht in einen Fluss von Datenbits, die über ein physisches Medium übertragen werden können, und umgekehrt. Folgende Funktionen werden hier ausgeführt:

#### Cell Rate Decoupling

Diese Funktion umfasst die Anpassung des Zellenflusses an die Kapazität des Übertragungssystems. Dies geschieht durch das sendeseitige Einfügen und empfangsseitige Entfernen von Leerzellen (idle cells).

#### Bearbeitung des Feldes «Header Error Control» (HEC sequence generation/verification)

Sendeseitig wird die HEC-Sequenz aus den Bits des Zellenkopfes berechnet und im HEC-Feld eingefügt. Auf der Empfangsseite wird der Zellenkopf auf Fehler überprüft. Einzelfehler werden korrigiert, Mehrfachfehler werden erkannt. Fehlerhafte Zellen werden eliminiert und nicht der ATM-Schicht übergeben.

#### Zellenabgrenzung (Cell Delineation)

Die Zellenabgrenzung ist nötig, um die übertragenen Zellen wieder zu identifizieren. Dafür ist ein selbstsynchronisierender Mechanismus definiert worden. Die Zellenabgrenzung wird mit Hilfe des Zellenkopfes und des HEC-Feldes durchgeführt.

#### Anpassung an den Übertragungsrahmen (Transmission Frame Adaptation)

Diese Funktion strukturiert den Zellenfluss sendeseitig so, dass er an die Übertragungsstruktur (payload structure) des Übertragungsrahmens angepasst wird. Auf der Empfangsseite wird der Zellenfluss wieder aus dem Übertragungsrahmen herausgelöst.

Je nach Übertragungsart ist eine andere Rahmenanpassung nötig. Bei der Übertragung über die synchrone digitale Hierarchie (SDH) werden die ATM-Zellen in einem entsprechenden Container übertragen. Bei der Übertragung über die plesiochrone digitale Hierarchie (PDH) müssen die ATM-Zellen an einen Rahmen gemäss der Norm G.703 [24] angepasst werden. Bei der reinen ATM-Übertragung (cell based transmission) besteht die Übertragungsstruktur aus einem kontinuierlichen Strom von ATM-Zellen.

### Transmission frame generation and recovery

Diese Funktion erzeugt sendeseitig den Rahmen für die eigentliche Übertragung und erkennt (synchronisiert) ihn auf der Empfangsseite wieder.

## 432 Physical Medium Sublayer (PM)

Diese Teilschicht behandelt Funktionen, die vom physischen Medium abhängig sind. Dazu gehören der Bit-Transfer und die empfangsseitige Bit-Synchronisation (bit alignment) sowie die Erzeugung des Leitungscodes einschliesslich einer allfällig nötigen elektrisch-optischen Signalumwandlung. Folgende Funktionen werden hier ausgeführt:

#### Bit timing

Diese Funktion umfasst folgende Teilfunktionen:

- Erzeugen von Wellenformen, die dem Übertragungsmedium angepasst sind
- Einfügen und Ausziehen der zeitlichen Information (Timing)
- Codierung und Decodierung eines passenden Leitungscodes.

#### Physical Medium

Diese Funktionen beziehen sich auf das eigentliche Übertragungsmedium und umfassen hauptsächlich die physischen Übertragungseigenschaften dieses Mediums (elektrische Leitungen, Lichtwellenleiter, Richtfunk).

## 5 Gegenüberstellung beider Referenzmodelle

Die Prinzipien, auf denen das OSI-Referenzmodell aufgebaut ist, sind allgemein auch beim B-ISDN anwendbar. Lediglich das Prinzip der Unabhängigkeit der Schichten wurde nicht voll angewendet. Beispielsweise

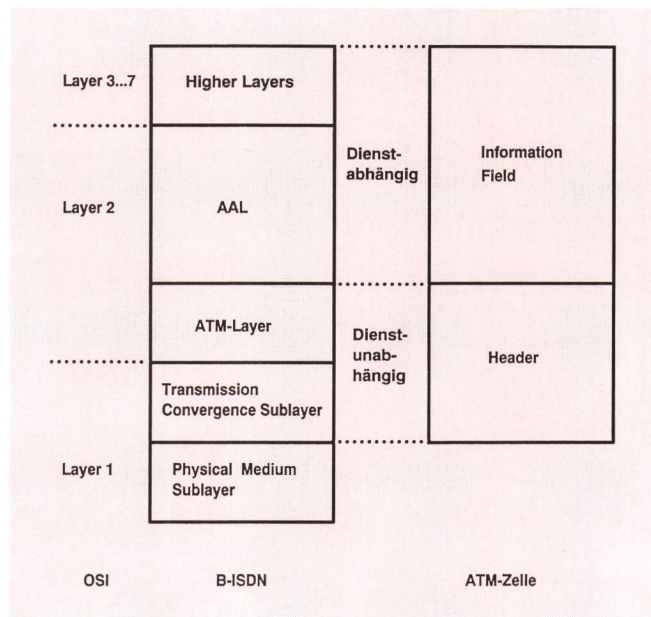


Fig. 3 Zusammenhang zwischen dem OSI-Referenzmodell, dem B-ISDN-Referenzmodell und einer ATM-Zelle

wird die Bearbeitung des Zellenkopfes einer ATM-Zelle nicht auf die ATM-Schicht beschränkt. Die Behandlung des HEC-Feldes wird in der physischen Schicht vorgenommen.

Die exakten Beziehungen zwischen den unteren Schichten 1 bis 3 des OSI-Referenzmodells und den Schichten ATM-Layer, AAL und Physical Layer des B-ISDN-Referenzmodells sind noch Gegenstand weiterer Studien.

Figur 3 zeigt eine Gegenüberstellung beider Referenzmodelle sowie die Zuordnung der Schichten zu einer ATM-Zelle:

- die Schicht 1 korrespondiert mit dem Physical Layer
- die Schicht 2 verteilt sich über den Physical Convergence Sublayer (Fehlerkorrektur HEC) bis zum AAL (Error Protection).

Bezüglich Zuordnung befindet sich die Schicht 1 ausserhalb der ATM-Zelle und ermöglicht deren Übertragung. Schicht 2 verteilt sich auf den Zellenkopf und das Informationsfeld. Die Schichten 3 bis 7 befinden sich im Informationsfeld.

## 6 Schlussbetrachtung

ATM ist eine neue Technik der Telekommunikation, die eine neue Denkweise erfordert. Das Protokoll-Referenzmodell bietet eine übersichtliche Gliederung der ATM-Funktionen. Bei der Ausarbeitung von Normen, Pflichtenheften und Spezifikationen wäre es wünschenswert, wenn diese Gliederung angewendet und allenfalls noch verfeinert würde.

### Zusammenfassung

#### *B-ISDN-Protokoll-Referenzmodell*

Der Autor befasst sich mit dem Protokoll-Referenzmodell im Breitband-ISDN gemäss der CCITT-Empfehlung I.321. Als erstes legt er die Prinzipien des OSI-Referenzmodells dar. Anschliessend beschreibt er das B-ISDN-Referenzmodell sowie die Funktionen der einzelnen Schichten näher und stellt beide Referenzmodelle einander gegenüber.

### Résumé

#### *Modèle de référence du protocole RNIS B*

L'auteur présente le modèle de référence du protocole propre au RNIS à large bande selon la recommandation I.321 du CCITT. En premier lieu, il décrit les principes du modèle de référence OSI. L'article se poursuit par une description plus détaillée du modèle de référence RNIS B ainsi que des fonctions des diverses couches et se termine par une comparaison entre les deux modèles de référence.

### Riassunto

#### *Modello di riferimento dei protocolli nella rete ISDN a larga banda*

L'autore descrive il modello di riferimento dei protocolli nella rete ISDN a larga banda conformemente alle raccomandazioni CCITT I.321. Egli presenta i principi del modello di riferimento OSI e descrive dettagliatamente il modello di riferimento ISDN a larga banda come pure le funzioni dei singoli strati. Fa quindi un confronto fra i due modelli di riferimento.

### Summary

#### *B-ISDN Protocol Reference Model*

The author deals with the protocol reference model in the broad band ISDN according to the CCITT recommendation I.321. First he explains the principles of the OSI reference model. Then he describes in detail the B-ISDN reference model as well as the functions of the individual layers and compares both reference models.

# Die ATM-Anpassungsschicht (AAL) und ihre Aufgaben\*

Pietro SCHICKER, Ringwil

## 1 Einleitung

Die ATM-Anpassungsschicht (ATM Adaptation Layer AAL) übernimmt die Anpassung bestehender Datenübertragungsanwendungen und -protokolle an die Besonderheiten der ATM-Übertragung (zellenweise Übertragung). Die Protokolle der Schicht sind dienstspezifisch je nach der zu unterstützenden Anwendung (z. B. Sprache oder Daten). Die Dienste der Schicht können sowohl in der Benutzerebene (User Plane), der Steuerungsebene (Control Plane) wie auch in der Verwaltungsebene (Management Plane) benützt werden.

Die Aufgaben, die die ATM-Anpassungsschicht zu erledigen hat, richten sich nach den Anforderungen der nächsthöheren Schicht, d. h., sie unterstützt verschiedene Protokolle, jedes an die Bedürfnisse der verschiedenen Benutzer des AAL-Dienstes angepasst. Im besonderen isoliert die Anpassungsschicht die höheren Schichten von den Übertragungs- und Fehler-Eigenarten der ATM-Schicht; z. B. werden Protokolldateneinheiten (PDU) der höheren Schichten auf ein oder mehrere Informationsfelder von ATM-Zellen und umgekehrt abgebildet.

Die Funktionen der AAL-Schicht sind grundsätzlich in zwei voneinander abhängige Teilschichten aufgeteilt. Diese werden SAR (Segmentation and Reassembly) und CS (Convergence Sublayer) genannt.

Die Klassifizierung der AAL-Dienste ist in der CCITT-Empfehlung I.362 [19] spezifiziert, die eigentlichen AAL-Protokolle in der CCITT-Empfehlung I.363 [20].

\* Abkürzungen, Glossar und Bibliographie siehe Anhang Seite 238.

## 2 Klassifizierung der AAL-Dienste

Um die Zahl der AAL-Protokolle klein zu halten, wird eine Dienstklassifikation eingeführt. Sie beruht auf folgenden Parametern:

- Ist eine zeitliche Beziehung zwischen dem Sender und Empfänger der Daten erforderlich?
- Muss die Bitrate konstant oder kann sie variabel sein?
- Ist die Art des Verbindungstyps der höheren Schicht verbindungsorientiert oder verbindungslos?

Andere Parameter wie die gesicherte Übertragung werden als Dienstqualitätsmerkmale behandelt und geben keinen Anlass, eine neue AAL-Klasse zu definieren.

Da nicht alle Kombinationen der genannten Parameter zu sinnvollen AAL-Diensten führen, werden vier Klassen unterschieden, deren Definition aus der *Tabelle 1* entnommen werden kann. Die letzte Reihe der Tabelle nennt Beispiele, wie die verschiedenen AAL-Klassen eingesetzt werden können.

## 3 Typ 1 der ATM-Anpassungsschicht

Der AAL Typ 1 enthält Funktionen, die Benutzer der definierten Klasse A benötigen. Dazu gehören im besonderen:

- Segmentierung (Segmentation) und Zusammenfügen (Reassembly) der AAL-Benutzerinformation
- Behandlung der Änderung der Zellenverzögerung (Cell Delay Variation)
- Behandlung der «Cell Payload Assembly Delay»
- Behandlung von Empfangslücken und falsch abgelieferten ATM-Zellen

Tabelle 1. Die Klassen von AAL-Diensten

	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
Zeitliche Beziehung	verlangt	verlangt	nicht verlangt	nicht verlangt
Bitrate	konstant	variabel	variabel	variabel
Verbindungsart	verbindungsorientiert	verbindungsorientiert	verbindungsorientiert	verbindungslos
Beispiel	Emulation einer konventionellen Leitung	Video mit variabler Bitrate	verbindungsorientierte Datenübertragung	verbindungslose Datenübertragung

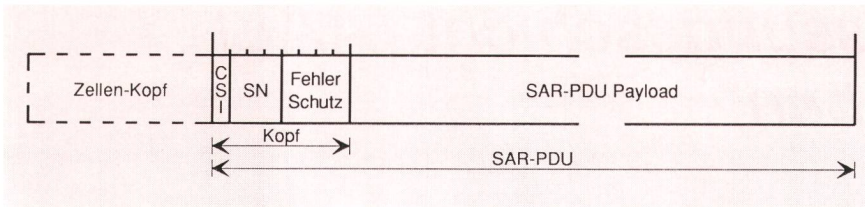


Fig. 1 Format der Protokolldateneinheit für Segmentierung und Wiederherstellung SAR-PDU für den AAL-Typ 1

- Wiederherstellung der Taktfrequenz der Quelle (Source Clock Frequency)
- Wiederherstellung der eventuellen Struktur der übermittelten Information
- Behandlung und eventuelle Korrektur von Übertragungsfehlern in den Feldern mit Protokollsteuerungsinformation (PCI) und
- Behandlung und eventuelle Korrektur von Übertragungsfehlern in den Informationsfeldern.

### 31 SAR-Protokoll

Eine Protokolldateneinheit für die Segmentierung und Wiederherstellung (SAR-PDU) ist 48 Oktette lang und passt genau in das Informationsfeld einer ATM-Zelle. Der Kopf dieser Einheit (SAR-PDU-Header) ist ein Oktett lang. Das erste Bit wird für besondere Angaben der CS-Teilschicht (CSI) und die nächsten drei Bit für einen Sequenzzähler verwendet. Die restlichen vier Bit dienen der Korrektur von Übertragungsfehlern im SAR-PDU-Header (Fig. 1).

Mit dem Überprüfen der Sequenznummer auf der empfangenden Seite können Zellenverlust oder falsch abgelieferte Zellen entdeckt werden. Die letzteren werden verworfen, andererseits wird ein Zellenverlust der CS-Teilschicht bekanntgegeben, die je nach gewählten Optionen eine Fehlerkorrektur veranlasst oder 47 Oktette mit einem vorgegebenen Bitmuster (z. B. alles «1») erzeugt.

### 32 Protokoll der Konvergenz-Teilschicht (Convergence Sublayer CS)

Das CS-Protokoll der ATM-Anpassungsschicht Typ 1 ermöglicht drei verschiedene Funktionen, die zum Teil miteinander kombinierbar sind.

### 321 Wiederherstellung der Taktfrequenz der Quelle (Source Clock Frequency)

Es wird die Methode «Synchronous Residual Time Stamp» (SRTS) angewendet, die bedingt, dass an beiden Enden der Verbindung ein gemeinsamer Takt vorhanden ist, der z. B. vom Netztakt abgeleitet werden kann. Dieser Takt ist so gewählt, dass Abweichungen des Quellentakts vom gemeinsamen Takt über 8 Zellen in 4 Bit dargestellt werden können. Diese 4 Bit werden in den CSI-Bit der Zellen mit den Sequenznummern 1, 3, 5 und 7 übertragen und am Empfangsende zu einem Wert verarbeitet, der die Wiederherstellung des Quellentaktes erlaubt.

Bei einer weiteren Methode, der adaptiven, wird die Taktfrequenz vom Empfänger je nach dem Füllungsgrad des Empfangspuffers korrigiert.

### 322 Übertragung der Struktur

Falls eine Struktur übermittelt werden muss, so kann bei allen Zellen mit gerader Sequenznummer das CSI-Bit gesetzt werden; das erste Oktett der SAR-PDU-Information (d.h. das zweite Oktett der Zelle) enthält dann einen Wert, der auf den Anfang der Struktur in den nächsten zwei Zellen zeigt. Mit dieser Methode kann z.B. der Anfang jeder 8-kHz-Struktur übertragen werden.

### 323 Korrektur von Übertragungsfehlern

Die Korrekturmethode kombiniert Vorwärts-Fehler-Korrektur mit der Reed-Solomon-Codierung (128,124) und der Oktett-Verschachtelung, was zur Struktur gemäss Figur 2 führt. Der Strukturbeginn wird mit dem Setzen des CSI-Bit angezeigt, wobei die erste Struktur in einer Zelle mit der Sequenznummer 0 beginnt. Bis zu vier fehlende Zellen innerhalb von 128 Zellen können ergänzt werden.

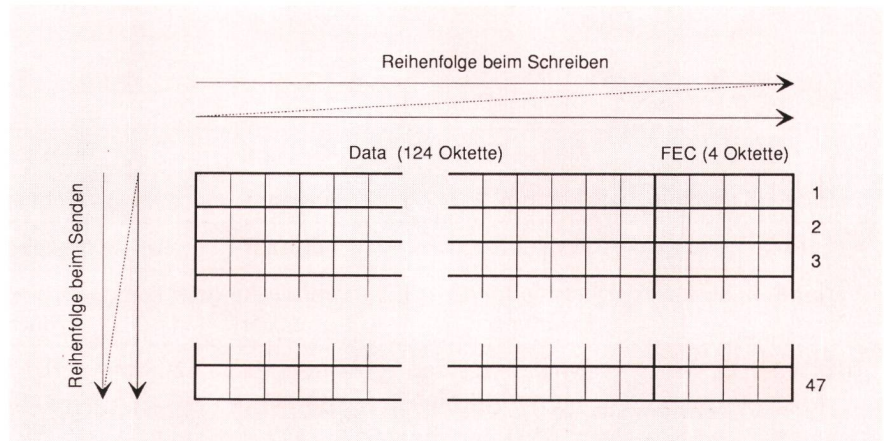


Fig. 2 Verschachtelungsschema für Fehlerkorrektur (Sender)



### 33 Anwendungen der ATM-Anpassungsschicht Typ 1

Zwei hauptsächliche Anwendungen sind vorgesehen, nämlich

- a) der *Transport von Information* mit Bitraten, die in der CCITT-Empfehlung G.702 festgelegt sind, d. h. 1,544, 2,048, 6,312, 8,448, 32,064, 34,368 und 44,736 Mbit/s.

Das CS-Protokoll erlaubt die Wiederherstellung der «Source Clock Frequency» und überträgt eventuell die 8-kHz-Struktur.

- b) der *Transport von Videosignalen*

Bei Videobeiträgen, die z. B. an Fernsehstudios übermittelt werden, oder bei Videoverteilung wird die Korrektur von Übertragungsfehlern angewandt; bei interaktiven Videoübertragungen verbietet die mit der Korrektur verbundene Verzögerung von 128 Zellen deren Anwendung.

#### 4 Typ 3/4 der ATM-Anpassungsschicht

Anfänglich war Typ 3 vorgesehen für die AAL-Klasse C, Typ 4 für die Klasse D (Tab. I). Die Definitionen beider Typen konnten einander immer mehr angeglichen werden, so dass kein Unterschied mehr besteht und diese Anpassungsschicht nun Typ 3/4 heisst.

Die allgemeine Strukturierung in Teilschichten wurde in dem Sinne erweitert, dass die CS-Teilschicht in eine weitere, dienstabhängige (Service Specific, SSCS) und eine dienstunabhängige (Common Part, CPCS) unterteilt wird. In der CCITT-Empfehlung I.363 sind die Teilschichten «SAR» und «CPCS» spezifiziert.

#### 41 Protokoll für die Segmentierung und Wiederherstellung (Segmentation and Reassembly SAR)

Eine SAR-Protokolldateneinheit ist 48 Oktette lang und passt genau in das Informationsfeld einer ATM-Zelle. Kopf und Abschluss der Einheit (Header und Trailer) sind je 2 Oktette lang (Fig. 3).

Das ST-Feld (Segment Type) im Header und das LI-Feld (Length Indication) im Trailer dienen der Begrenzung der zu übertragenden Protokolldateneinheiten CPCS-PDU.

Das Segmenttypfeld (ST) gibt an, ob der Informations- teil der Anfang (BOM), ein mittlerer Teil (COM) oder der letzte Teil (EOM) einer CPCS-PDU ist; ist dieser als Ein- segmentmeldung (SSM) codiert, so hat die CPCS-PDU in einer Zelle Platz. Der Längenindikator (LI-Feld) gibt an, wie viele Oktette Information die letzte Zelle einer CPCS-PDU enthält.

Das Feld CRC (Cyclic Redundancy Check) erlaubt die Er- kennung von Übertragungsfehlern. Zellenverlust oder falsch abgelieferte Zellen werden mit dem SN-Feld (Se- quence Number) entdeckt.

Das Feld *MID* (Multiplexing Identification) erlaubt, ver- schiedene Datenströme auf einer Verbindung gleichzei- tig zu übertragen. Bei verbindungslosen Anwendungen, vor allem bei Mehrpunktverbindungen im Teilnehmerbe- reich, können Protokolldateneinheiten der dienstunab- hängigen Konvergenzschicht von und zu verschiede- nen Endgeräten gleichzeitig, d. h. ineinander verschach- telt, übertragen werden.

#### 42 CPCS-Protokoll

Kopf und Abschluss der CPCS-Protokolldateneinheit sind je 4 Oktette lang. Das PAD-Feld ergänzt den CPCS- Informationsteil, der durch den Benutzer des dienstun- abhängigen Teils der Anpassungsschicht Typ 3/4 be- stimmt wird, auf ein ganzes Vielfaches von 4 Oktetten (Fig. 4).

Das CPI- und AL-Feld (Common Part Indicator und Alignment) werden gegenwärtig nicht verwendet und sind mit «0» codiert.

Die Felder *Btag* und *Etag* (Beginning Tag und End Tag) enthalten den gleichen Wert, der von PDU zu PDU ver- schieden sein muss. Vor allem wenn Kopf und Ab- schluss in verschiedenen Protokolldateneinheiten SAR- PDU, d. h. verschiedenen Zellen, übertragen werden, er- laubt ein Vergleich der beiden Werte eine weiterge- hende Beurteilung über Zellenverluste als dies durch das SAR-Protokoll allein möglich wäre.

Das Feld *BASize* (Buffer Allocation Size) gibt die maxi- male Länge der Einheit CPCS-PDU an. Auf der Emp- fangsseite kann diese Information für das Bereitstellen eines genügend grossen Empfangspuffers verwendet werden.

Das Feld *Length* gibt die Länge der übertragenen Nutz- information an. Da das PAD-Feld höchstens 3 Oktette lang ist, ergeben sich verhältnismässig kleine Grenzen

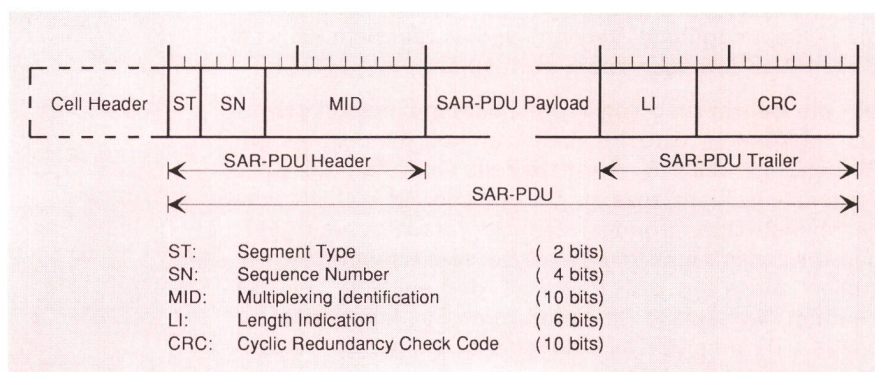
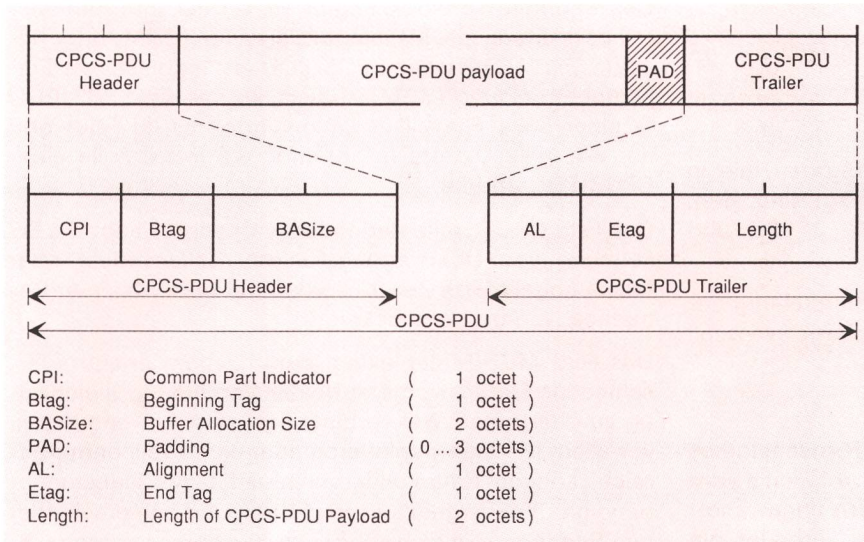


Fig. 3 Format der Protokolldaten- einheit für Segmentierung und Wiederherstellung SAR- PDU für den AAL-Typ 3/4

Fig. 4 CPCS-PDU-Format für den AAL-Typ 3/4



für den Wert dieses Feldes, wenn die tatsächlich empfangene Information berücksichtigt wird; eine zu grosse Abweichung deutet ebenfalls auf Zellenverluste hin.

In *Figur 5* ist eine Protokolldateneinheit CPCS-PDU abgebildet, die in einer Zelle Platz hat. Sowohl Kopf und Abschluss der beiden Protokolldateneinheiten CPCS-PDU und SAR-PDU finden darin Platz.

### 43 Anwendungen der ATM-Anpassungsschicht Typ 3/4

Der Typ 3/4 dient der Datenübertragung. In dem in der CCITT-Empfehlung I.363 [20] spezifizierten dienstunabhängigen Teil (Common Part) ist ein Protokoll für den ungesicherten Datentransfer definiert. Gesicherte Datenübertragung muss mit Protokollen in der dienstabhängigen Teilschicht gewährleistet werden.

Dieser Typ genügt auch den Anforderungen an die Datenübertragung, die von der Signalisierung für die Fehlererkennung, die Transparenz (Datenunabhängigkeit) und die Begrenzung der PDUs gefordert wird. Die Datensicherung gegen Fehler aus der ATM-Schicht muss auch in diesem Fall in einer (Teil-)Schicht oberhalb der ATM-Anpassungsschicht durchgeführt werden.

### 5 ATM-Anpassungsschicht Typ 5

Der Typ 5 steht gegenwärtig noch in Bearbeitung und ist in der veröffentlichten Empfehlung I.363 nicht enthalten. Folgende Ausführungen zeigen den Stand der Normierung, die endgültige Version wird voraussichtlich von diesen Ausführungen kaum abweichen.

Um die Begrenzung von Protokolldateneinheiten erkennen zu können, wird im SAR-Protokoll mindestens ein Bit benötigt, das z. B. die letzte Zelle einer PDU der Konvergenzschicht anzeigt. Da bei den für B-ISDN vorgesehenen Übertragungsraten mit Parallelbussen gearbeitet werden muss und 32-bit-Busse ein Minimum darstellen, muss ein SAR-Protokoll, das auch nur ein Bit benötigt, weitere 31 Bit opfern, um Bus-kompatibel zu bleiben. Daher ergibt sich genau die Struktur der Anpassungsschicht Typ 3/4.

Die verbleibenden 44 Oktette Nutzinformation sind leider zu 64-bit-Busstrukturen nicht mehr kompatibel. Auf Druck von Benutzern konnte im ATM-Zellenkopf ein Bit für den AAL definiert werden. Damit muss in der eigentlichen SAR-PDU keine Protokollsteuerungsinformation PCI übermittelt werden, und 48 Oktette stehen für CPCS-Information zur Verfügung.

Sonst erbringt der Typ 5 die selben Dienstleistungen wie der Typ 3/4 (ausser Multiplexierung).

### 51 SAR-Protokoll

Wie erwähnt ist das SAR-Protokoll bis auf die Interpretation des «ATM-Schicht-Benutzer-zu-Benutzer-Bit» (ATM-Layer-User to ATM-Layer-User Bit) leer (*Fig. 6*).

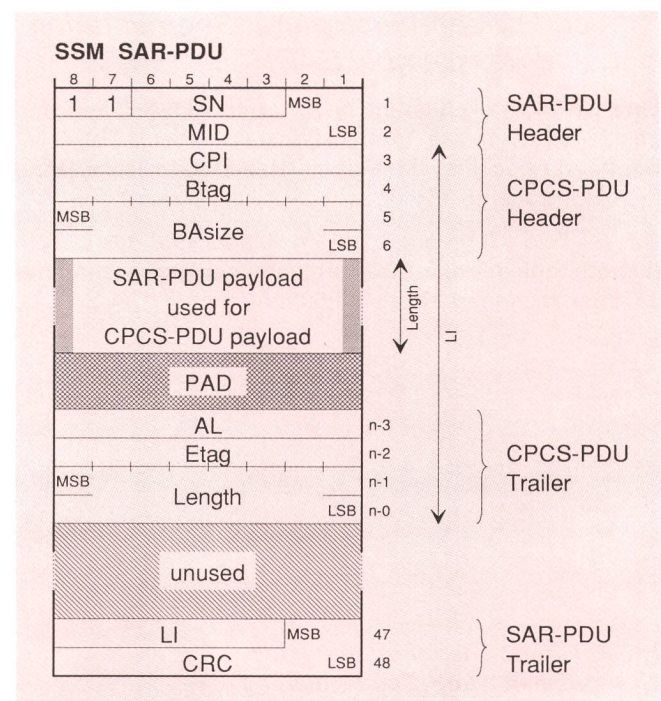


Fig. 5 Ein-Zellen-CPCS-PDU

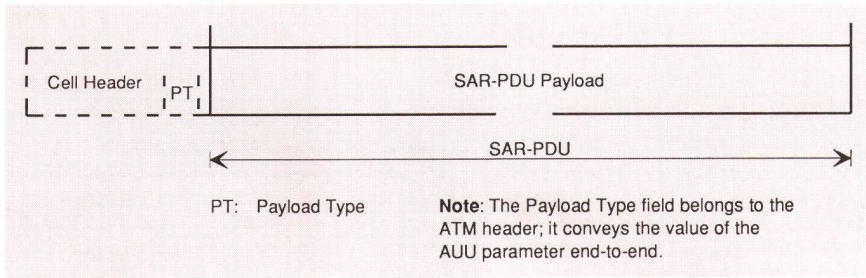


Fig. 6 SAR-PDU-Format für den AAL-Typ 5

## 52 Protokoll der dienstabhängigen Konvergenz-Teilschicht (CPCSD-Protokoll)

Da im SAR-Protokoll das LI- und CRC-Feld fehlen, muss der Abschluss (Trailer) der CPCSD-Protokoll-dateneinheit am Ende einer Zelle sein (damit er lokalisiert werden kann) und ein CRC-Feld enthalten (damit Bitfehler entdeckt werden können). Da dieser Abschluss immer am Ende einer Zelle übertragen wird, muss andererseits das PAD-Feld bis zu 47 Oktette lang sein und kann sich daher über mehr als eine Zelle erstrecken (Fig. 7).

Mit einem CRC-Feld von 32 Bit und einem «Length»-Feld von 16 Bit verbleiben bis zur geforderten 64-bit-Kompatibilität weitere 16 Bit Trailer-Information; der Trailer ist also 8 Oktette lang. Von den verbleibenden 16 Bit im Trailer werden 8 Bit für künftige Erweiterungen reserviert (CPI-Feld) und 8 Bit zur Übertragung kurzer Protokoll-Kontrollinformation den CPCSD-Benutzern zur Verfügung gestellt.

Ein CPCSD-PDU-Kopf (Header) ist nicht spezifiziert; wegen der 64-bit-Kompatibilität müsste er ebenfalls 8 Oktette lang sein, was vor allem für kurze Informationen ei-

nen viel zu grossen Anteil an Kontrollinformation ergeben würde.

## 53 Anwendungen der ATM-Anpassungsschicht Typ 5

Da der Typ 5 dieselben Dienste erbringt wie der Typ 3/4, kann er für die gleichen Anwendungen eingesetzt werden. Eine Verschachtelung mehrerer Protokoll-dateneinheiten ist nicht mehr möglich. Die primäre Anwendung ist daher der schnelle Datentransfer von Rechner zu Rechner. Dieser Typ ist auch zur Unterstützung der «Frame-Relay»-Dienste in B-ISDN vorgesehen.

## 6 Schlussbemerkung

Die ersten zwei Protokolle der ATM-Anpassungsschicht (AAL) sind fertig spezifiziert und werden der CCITT-Plenarversammlung zur Genehmigung vorgelegt. Damit ist für erste Anwendungen von B-ISDN eine Basis gelegt, in der sowohl der Ersatz konventioneller Leitungen mit praktisch beliebigen Bitraten (AAL Typ 1) als auch Anwendungen für verbindungsorientierte und verbindungslose Datenübertragungen verwirklicht werden können (AAL Typ 3/4).

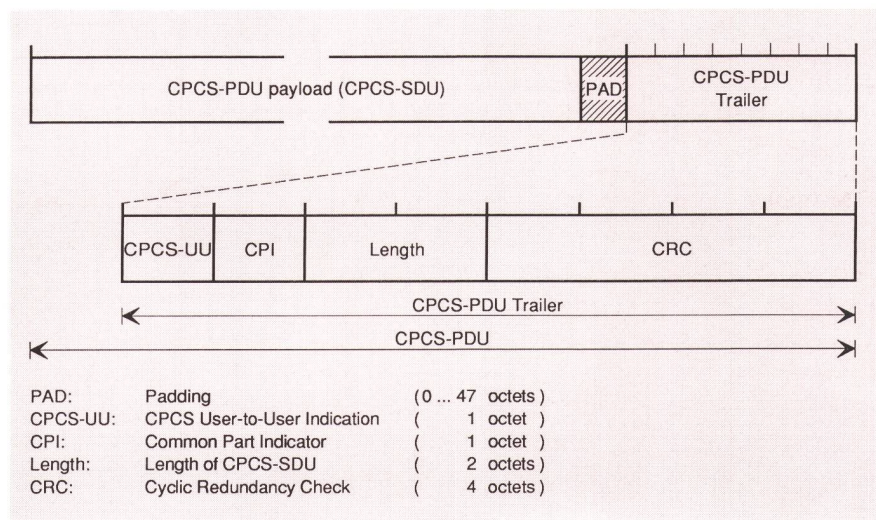


Fig. 7 CPCSD-PDU-Format für den AAL-Typ 5

## Zusammenfassung

### *Die ATM-Anpassungsschicht (AAL) und ihre Aufgaben*

Die ATM-Anpassungsschicht (ATM Adaptation Layer, AAL) übernimmt die Anpassung bestehender Datenübertragungsanwendungen und -protokolle an die Besonderheiten der ATM-Übertragung (zellenweise Übertragung). Ihre Aufgabe richtet sich nach den Anforderungen der nächsthöheren Schicht, d. h. die ATM-Anpassungsschicht unterstützt verschiedene Protokolle, jedes an die Bedürfnisse der verschiedenen Benutzer des AAL-Dienstes angepasst. AAL Typ 1 enthält Funktionen, die das Emulieren einer konventionellen Leitung ermöglichen. Typ 3/4 wie auch Typ 5 dienen der Anpassung verbindungsorientierter und verbindungsloser Datenübertragung.

## Résumé

### *La couche d'adaptation MTA (AAL) et ses tâches*

La couche d'adaptation MTA (ATM Adaptation Layer, AAL) est chargée de l'adaptation des applications et des protocoles de transmission de données existants aux particularités de la transmission MTA (transmission par cellules). Elle en réfère pour cela aux spécifications de la couche immédiatement supérieure; la couche d'adaptation MTA accepte donc un certain nombre de protocoles, suivant les besoins des différents utilisateurs du service AAL. La couche AAL de type 1 comprend différentes fonctions permettant d'émuler les particularités d'une ligne courante. Les couches de type 3/4 et de type 5 servent à l'adaptation de la transmission de données avec et sans connexion.

## Riassunto

### *Lo strato di adattamento ATM (AAL) e i suoi compiti*

Lo strato di adattamento ATM (ATM Adaptation Layer, AAL) svolge l'adattamento dei protocolli e delle applicazioni esistenti per la trasmissione dei dati alle particolarità della trasmissione ATM (trasmissione a celle). I suoi compiti si basano sulle esigenze dello strato immediatamente superiore. In altre parole, lo strato di adattamento ATM funge da supporto per i vari protocolli, ognuno dei quali è adattato ai bisogni dei diversi utilizzatori del servizio AAL. Il tipo AAL 1 comprende funzioni che consentono di emulare un circuito convenzionale. I tipi 3/4 e il tipo 5 servono all'adattamento della trasmissione dei dati orientata al collegamento e di quella senza collegamento prestabilito.

## Summary

### *The ATM Adaptation Layer (AAL) and its Functions*

The ATM Adaptation Layer AAL assumes the adaptation of existing data transmission applications and protocols to the features of the ATM transmission (cell-by-cell transmission). Its function complies with requirements of the next higher layer, that is, the ATM adaptation layer supports several protocols, each adapted to the requirements of the different users of the AAL service. AAL type 1 comprises functions which enable the emulating of a conventional line. Type 3/4 as well as type 5 serve for the adaptation of connection oriented and connectionless data transmission.