

# ATM-Übertragung

Autor(en): **Merz, Pierre-André**

Objektyp: **Article**

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**

Band (Jahr): **71 (1993)**

Heft 4

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875497>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# ATM-Übertragung\*

Pierre-André MERZ, Zürich

## 1 Einleitung

Zuständig für die Übertragung von ATM-Zellen ist die physische Schicht mit den beiden Teilschichten *Transmission Convergence* und *Physical Medium* [4]. Die Bitrate am Referenzpunkt  $T_B$  der Teilnehmer-Netz-Schnittstelle UNI beträgt 155 520 kbit/s oder 622 080 kbit/s.

Sendeseitig werden die Nutzzellen von der ATM-Schicht an die physische Schicht übergeben. Dort werden sie in ein kontinuierliches Übertragungssignal umgewandelt und über ein physisches Medium (Lichtwellenleiter, Metalleiter, Richtfunk) zur Gegenstelle übertragen. Das empfangene Signal wird wieder in ATM-Zellen zurückverwandelt, die dann der ATM-Schicht übergeben werden.

Die Funktionen für die Umwandlung der ATM-Zellen in ein kontinuierliches Übertragungssignal und umgekehrt sind in [21] definiert.

Für die eigentliche Übertragung sind heute drei Verfahren vorgesehen:

- Übertragung von ATM-Zellen über die synchrone digitale Hierarchie SDH
- Übertragung reiner ATM-Zellen (cell based transmission)
- Übertragung von ATM-Zellen über die bestehende plesiochrone digitale Hierarchie PDH.

Für das letztere Verfahren sind erst Entwürfe der internationalen Empfehlungen vorhanden, so dass noch technische Ergänzungen zu erwarten sind.

Die Teilschicht «Physical Medium Sublayer» behandelt die Funktionen der eigentlichen Übertragung über das Medium. Dazu gehören der Bit-Transfer und die empfangsseitige Bit-Synchronisation (bit alignment) sowie die Erzeugung des Leitungscodes einschliesslich einer allfällig nötigen elektrisch-optischen Signalumwandlung. Diese Funktionen gehören nicht zur eigentlichen ATM-Thematik und sind deshalb nicht Gegenstand dieses Artikels.

## 2 Transmission Convergence

Der Begriff Transmission Convergence steht für jene Funktionen, die für die eigentliche Übertragung von ATM-Zellen verantwortlich sind.

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

## 21 Cell Rate Decoupling

Diese Funktion ist verantwortlich für die Übernahme/Übergabe des nichtkontinuierlichen Zellenflusses an der Grenze zur ATM-Schicht. Durch das Einfügen/Entfernen von Leerzellen (idle cells) wird eine Anpassung an die Übertragungskapazität vorgenommen.

Leerzellen werden in der physischen Schicht erzeugt und mit einem definierten Zellenkopf versehen. Auf der Gegenseite wird dieser Kopf in der physischen Schicht erkannt, und die Leerzellen werden nicht an die ATM-Schicht übergeben.

## 22 Bearbeitung des Feldes «Header Error Control» (HEC)

Diese Funktion schützt den Zellenkopf vor Bitfehlern. Das Verfahren beruht auf einer Prozedur namens «Shortened Cyclic Code» SCC (gekürzter zyklischer Code) mit einer Korrekturmöglichkeit von Einzelbitfehlern und Erkennung von Mehrfachbitfehlern (Fig. 1). Als

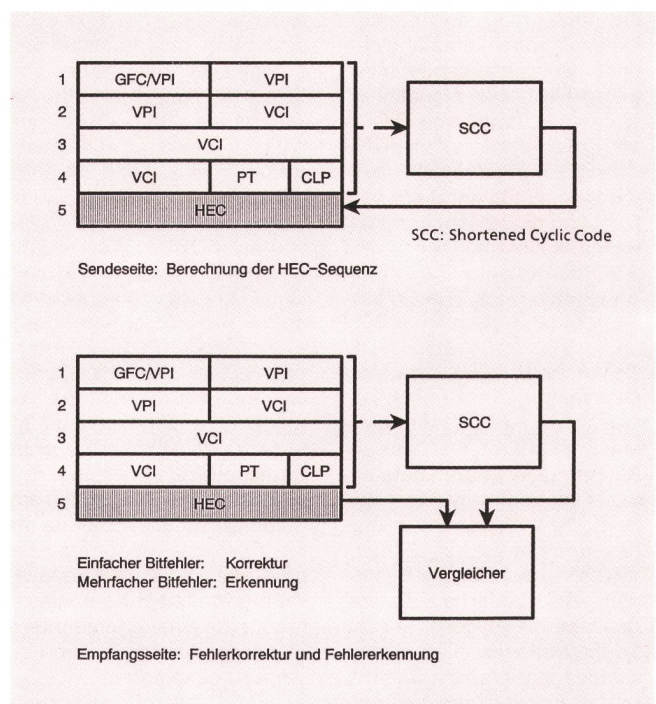


Fig. 1 Bearbeitung des HEC-Feldes

Grundlage dient dabei ein rückgekoppeltes Schieberegister mit einem Polynom der Form  $x^8 + x^2 + x + 1$ . Sendeseitig werden die vier ersten Byte des Zellenkopfes mit diesem Polynom multipliziert und modulo 2 dividiert; der berechnete Rest wird als HEC-Sequenz im HEC-Feld eingefügt. Empfangsseitig wird die HEC-Sequenz analog zur Sendeseite nochmals berechnet und mit dem übertragenen HEC-Feld verglichen. Einfache Bitfehler werden korrigiert und mehrfache Bitfehler erkannt. Zellen mit mehrfachen Bitfehlern werden als fehlerhaft weggeworfen.

### 23 Zellenabgrenzung (Cell Delineation)

Die Funktion Zellenabgrenzung (Cell Delineation) wird benötigt, um auf der Empfangsseite einer ATM-Übertragungsstrecke die Grenzen der ATM-Zellen wiederzufinden. Die Funktion wird mit Hilfe des Zellenkopfes und des HEC-Feldes durchgeführt. ATM-Zellen sind selbstsynchronisierend, das heisst, der Zellenanfang jeder Zelle ist unabhängig vom Übertragungsverfahren auffindbar.

Die Zellenabgrenzung wird mit einem besonderen Algorithmus (Cell Delineation Algorithm) vorgenommen. Er beruht auf der Korrelation zwischen den zu schützenden Zellenkopfbytes (4 Bytes) und dem Inhalt des HEC-Feldes durch Benützung der gleichen SCC-Prozedur, wie sie in 22 beschrieben ist. In *Figur 2* ist das Statusdiagramm der Zellenabgrenzungsprozedur wiedergegeben, die folgende Zustände umfasst:

- Im Suchzustand (*Hunt Status*) werden die Zellengrenzen gesucht. Der Prozess überprüft Bit für Bit. Nach dem Finden einer ersten Zelle geht die Prozedur in den Zustand *Presynch*. Bei der ATM-Übertragung über SDH und PDH werden auf der Empfangsseite alle acht Bits des HEC-Feldes zur Überprüfung verwendet, bei der Übertragung reiner ATM-Zellen (cell based transmission) nur deren sechs.
- Im Zustand *Presynch* muss das Funktionieren der Zellenabgrenzung bestätigt werden. Der Prozess überprüft Zelle für Zelle auf ein korrektes HEC-Byte. Falls hintereinander die Anzahl «Delta» korrekte HEC-Bytes gefunden werden, geht die Prozedur in den Zustand *Synch*, andernfalls in den Zustand *Hunt*.
- Im Zustand *Synch* ist die Zellenabgrenzung sichergestellt. Der Prozess überprüft Zelle für Zelle auf ein korrektes HEC-Byte. Falls hintereinander die Anzahl «Alpha» unkorrekte HEC-Bytes gefunden werden, wird eine Fehlfunktion der Zellenabgrenzung angenommen, und die Prozedur geht in den *Hunt*-Zustand.

Die Parameter *Alpha* und *Delta* sind so gewählt, dass der Zellenabgrenzungsprozess so robust und sicher wie möglich abläuft. Alpha ist für Robustheit gegen fehlerhaften Synchronisationsverlust infolge Bitfehlern verantwortlich, Delta für Robustheit gegen Fehlsynchronisation bei der Synchronisation. Die Werte von Alpha und Delta sind abhängig von der Art der ATM-Übertragung. Besonders die unterschiedliche Handhabung der HEC-Bits bei der Übertragung von ATM über SDH/PDH sowie der Übertragung reiner ATM-Zellen erfordert unterschiedliche Delta-Werte.

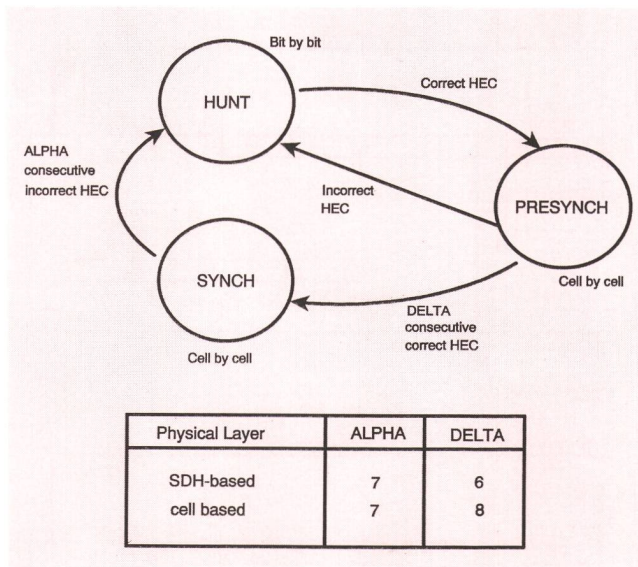


Fig. 2 Statusdiagramm der Zellenabgrenzung

### 24 Verwüfelung des Informationsfeldes (Scrambling)

Das Informationsfeld wird vor der Übertragung mit einem selbstsynchronisierenden *Scrambler* verwüfelt. Diese Verwüfelung verbessert den Zellenabgrenzungsmechanismus im Zellenkopf und das Übertragungsverhalten auf der Übertragungsstrecke. Die Wahl des Scramblers hängt von der Art der ATM-Übertragung ab.

#### 241 Scrambler für ATM über SDH und PDH

Bei der Übertragung von ATM über SDH oder PDH werden alle Informationsfelder mit einem selbstsynchronisierenden Scrambler der Sequenz  $x^{43} + 1$  verwüfelt. Dieses Polynom wurde gewählt, um die Fehlervervielfachung, die bei selbstsynchronisierenden Scramblern auftritt, möglichst klein zu halten.

In bezug auf die Zustände der Zellenabgrenzungsprozedur verhält sich der Scrambler folgendermassen:

- Der Scrambler verwüfelt nur die Bits des Informationsfeldes
- Während der fünf Bytes des Zellenkopfes wird der Scrambler angehalten
- Im Suchzustand ist der Descrambler ausser Betrieb
- Im Presynch- und Synch-Zustand ist der Descrambler in Betrieb für die 384 Bits des Informationsfeldes, und ausser Betrieb für die 40 Bits des Zellenkopfes.

#### 242 Scrambler für die Übertragung reiner ATM-Zellen

Bei der Übertragung reiner ATM-Zellen (Cell Based Transmission) wird ein *Distributed Sample Scrambler* mit dem Polynom  $x^{31} + x^{28} + 1$  verwendet. Er gehört zu einer Klasse von Scramblern, bei der die Verwüfelung der sendeseitigen Daten durch Modulo-Addition mit einer Pseudozufallssequenz erreicht wird. Die empfangsseitige Entwüfelung wird erreicht durch Modulo-Addition

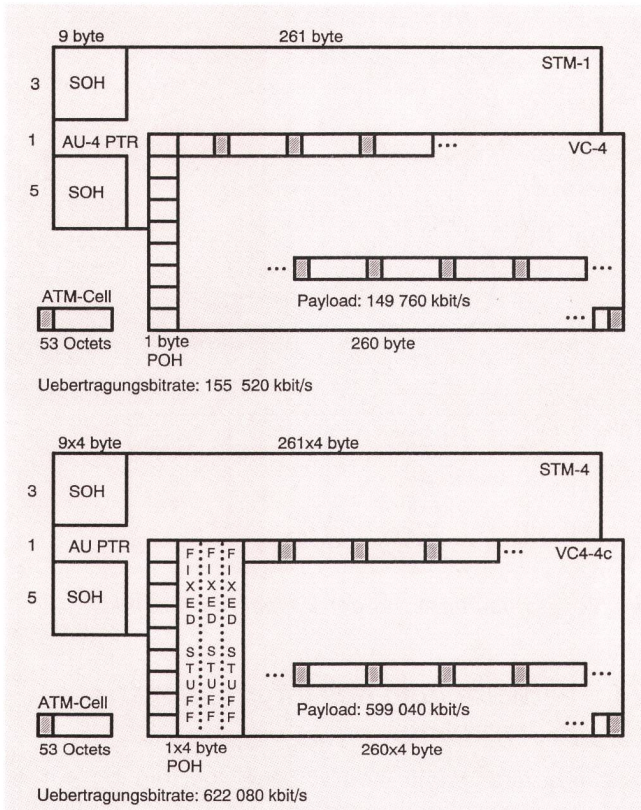


Fig. 3 Übertragung von ATM über SDH

mit einer identischen lokal erzeugten Pseudozufallssequenz, deren Phase mit der sendeseitigen synchronisiert ist. Für die Phasensynchronisation werden im HEC-Feld die beiden Bits HEC<sub>8</sub> und HEC<sub>7</sub> mitverwendet.

### 3 Übertragung von ATM über die synchrone digitale Hierarchie (SDH)

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

Bei der Übertragung von ATM-Zellen über SDH werden die ATM-Zellen in einem externen Rahmen, beruhend auf der synchronen digitalen Hierarchie SDH [26, 27 und 28] übertragen. Besonders der Rahmenaufbau ist in [28] definiert. Die verwendeten Rahmen für die Übertragung mit 155 520 kbit/s und 622 080 kbit/s sind in *Figur 3* wiedergegeben.

#### 311 Übertragung mit 155 520 kbit/s

Der ATM-Zellenstrom wird als erstes in den Container C-4 und anschliessend in den virtuellen Container VC-4 mit zugehörigem Pfadkopfteil (Path Overhead POH) geleitet. Die ATM-Zellengrenzen sind auf die Oktettgrenzen des synchronen Transportmoduls STM-1 ausgerichtet. Da die Kapazität des Containers C-4 mit 2340 Oktetten kein ganzzahliges Vielfaches der Zellenlänge von 53 Oktetten beträgt, können Zellen die C-4-Grenze überschreiten. Der Zeiger AU-4 (Administrative Unit Pointer) zeigt auf das erste Oktett des Kopfteils. Vom

POH werden bei der ATM-Übertragung die Oktette J1, B3, C2 und G1 verwendet.

#### 312 Übertragung mit 622 080 kbit/s

Der ATM-Zellenstrom wird als erstes in den Container C-4-4c und anschliessend in den virtuellen Container VC-4-4c mit zugehörigem Pfadkopf POH geleitet. Die ATM-Zellengrenzen sind auf die Oktettgrenzen des synchronen Transportmoduls STM-4 ausgerichtet. Da die Kapazität des C-4-4c-Containers mit 9360 Oktetten kein ganzzahliges Vielfaches der Zellenlänge von 53 Oktetten beträgt, können Zellen die C-4-4c-Grenze überschreiten. Der Zeiger AU (Administrative Unit Pointer) zeigt auf das erste Oktett des Kopfteils. Von diesen werden bei der ATM-Übertragung die Oktette J1, B3, C2 und G1 verwendet.

### 32 Erzeugung und Wiederherstellung des Übertragungsrahmens (Transmission Frame Generation and Recovery)

Diese Funktion erzeugt sendeseitig den Rahmen für die eigentliche Übertragung und synchronisiert diesen wieder auf der Empfangsseite. Sie wird durch die SDH-Übertragung [26, 27 und 28] wahrgenommen.

### 4 Übertragung reiner ATM-Zellen (Cell Based Transmission)

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

Bei der Übertragung reiner ATM-Zellen ist keine Anpassung an einen Übertragungsrahmen nötig. Die Übertragungsstruktur besteht aus einem kontinuierlichen Strom von ATM-Zellen (*Fig. 4*). Jede Zelle enthält 53 Oktette. Die Übertragungsbitrate beträgt 155 520 kbit/s oder 622 080 kbit/s.

In gewissen Abständen werden zusätzliche Zellen, die *Physical Layer Cells*, in den kontinuierlichen Fluss von Nutzzellen (ATM Layer Cells) eingefügt. Dies erlaubt eine Anpassung des Zellenflusses an die Übertragungsbitrate. Sie werden auch eingefügt, wenn keine Nutzzellen zur Verfügung stehen. Die Physical Layer Cells sind entweder Leerzellen (Idle Cells) oder solche, die für Be-

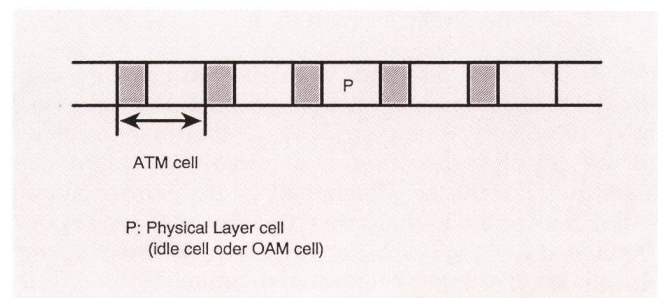


Fig. 4 Übertragung von ATM ohne Rahmenstruktur (Cell Based Interface)

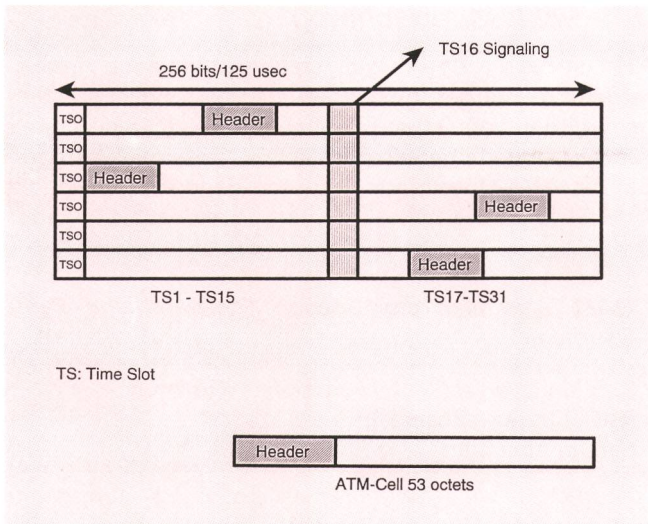


Fig. 5 Transport von ATM-Zellen in einem 2048-kbit/s-Rahmen

etriebs- und Unterhaltsfunktionen eingesetzt werden (PL OAM Cells) [12].

Bei der Übertragung reiner ATM-Zellen wird die Funktion «Transmission Frame Generation and Recovery» nicht benötigt.

## 42 OAM-Zellen der physischen Schicht (PL OAM Cells)

Physical Layer OAM Cells werden benützt, um Betriebs- und Unterhaltsinformation zur Gegenstelle zu befördern. Wie oft OAM-Zellen in den Zellenfluss eingefügt werden, hängt von den Anforderungen ab. Im normalen Betrieb ist dies in Intervallen von 27 bis 513 Zellen der Fall. In besonderen Fällen, zum Beispiel beim Hochlauf einer Verbindung, werden mehr Zellen zur Verbesserung des Systemverhaltens (System Response) benötigt.

## 5 Übertragung von ATM über die plesiochrone digitale Hierarchie (PDH)

Bestehende Übertragungsnetze beruhen auf der plesiochronen digitalen Hierarchie (PDH), wie sie in [23] definiert ist. Während einer Übergangszeit wird es demnach nötig sein, ATM-Zellen auch über bestehende PDH-Netze übertragen zu können. Beim CCITT werden erste Ideen für die Übertragung von ATM-Zellen über die PDH-Ausrüstungen der beiden Hierarchien 1544 und 2048 kbit/s diskutiert. Für Europa sind die Bitraten 2048 kbit/s, 34 368 kbit/s und 139 264 kbit/s von Bedeutung.

## 51 Transport von ATM-Zellen in einem Rahmen von 2048 kbit/s

Figur 5 zeigt einen möglichen Rahmenaufbau für den Transport von ATM-Zellen in einem 2048-kbit/s-Rahmen gemäss [25]. Die ATM-Zellen werden in die Zeitschlitze 1 bis 15 und 17 bis 31 eingefügt. Dabei wird die Byte-Struktur der ATM-Zellen auf die Byte-Struktur des Rahmens ausgerichtet.

## 52 Transport von ATM-Zellen in einem Rahmen von 34 368 kbit/s

Die bestehende 34 368-kbit/s-Rahmenstruktur gemäss [29] wurde zur Multiplexierung von vier Zubringern mit tieferer Bitrate entworfen und enthält als solche keine Überwachungs-kapazität zur Unterstützung von End-zu-End-(peer-to-peer-)Verkehr. Aus diesem Grunde wird beim CCITT eine neue Rahmenstruktur mit Zusatzinformation (Overhead) diskutiert.

Figur 6 zeigt einen möglichen Rahmenaufbau für den Transport von ATM-Zellen in einem 34 368-kbit/s-Rahmen. Gemäss diesem Vorschlag sind alle 125 ms 537 Bytes belegbar. Von diesen sind sieben Bytes für Overhead-Funktionen reserviert, und 530 Bytes stehen für den Transport von ATM-Zellen zur Verfügung. Die Byte-Struktur der ATM-Zellen wird dabei auf die Byte-Struktur des Rahmens ausgerichtet.

Die Overhead-Bytes dienen der Rahmensynchronisierung (Frame Alignment) und dem Transport von OAM-Funktionen.

## 53 Transport von ATM-Zellen in einem Rahmen von 139 264 kbit/s

In Figur 6 ist ebenfalls eine Rahmenstruktur mit Overhead für den Transport von ATM-Zellen in einem 139 264-kbit/s-Rahmen wiedergegeben. Dabei sind alle 125 ms 2176 Bytes belegbar. Davon sind 16 Bytes für Overhead-Funktionen reserviert, und 2160 Bytes stehen für den Transport von ATM-Zellen zur Verfügung. Die Byte-Struktur der ATM-Zellen wird dabei auf die Byte-Struktur des Rahmens ausgerichtet. Die Overhead-

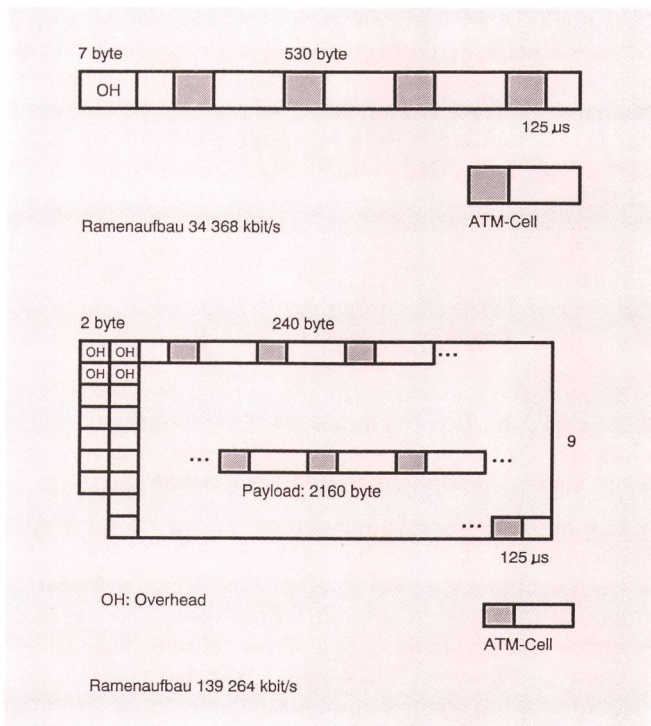


Fig. 6 Transport von ATM-Zellen in einem 34 368-kbit/s- und 139 264-kbit/s-Rahmen

Bytes dienen auch hier der Rahmensynchronisierung (Frame Alignment) und dem Transport von OAM-Funktionen.

## 6 Betriebs- und Unterhaltsfunktionen der physischen Schicht

Die OAM-Funktionen (Operating, Administration and Maintenance) sind in [22] definiert und in [12] näher beschrieben. Es werden fünf OAM-Ebenen und dazugehörige Flüsse F1 bis F5 festgelegt. Die physische Schicht ist für die drei untersten OAM-Ebenen verantwortlich mit folgenden Flüssen:

- F1: Regenerator Section Level
- F2: Digital Section Level
- F3: Transmission Path Level.

Der Mechanismus der OAM-Funktionen und deren Flüsse F1, F2 und F3 ist abhängig vom Verfahren der ATM-Übertragung.

### 61 OAM bei der Übertragung von ATM über SDH

Für die Flüsse F1 und F2 sind die Bytes im Section Overhead (SOH), für den Fluss F3 sind die Bytes im Path Overhead (POH) zuständig. In *Tabelle 1* sind die OAM-Funktionen des SOH und POH zusammengefasst.

### 62 OAM bei der Übertragung reiner ATM-Zellen

Für die Flüsse F1 und F3 werden OAM-Zellen der physischen Schicht (PL OAM) verwendet. Bei dieser Übertragungsart wird kein Fluss F2 benötigt, da kein Übertragungsrahmen vorhanden ist. Die definitive Zuordnung der OAM-Funktionen im Informationsfeld der PL-OAM-Zellen ist noch Gegenstand von Diskussionen beim CCITT.

### 63 OAM bei der Übertragung von ATM über PDH

PDH-Systeme werden vor allem auf der Netzseite (network side) von B-NT1 eingesetzt. Es genügt daher, vereinfachte OAM-Funktionen zu verwenden. Aus heutiger Sicht sind folgende Funktionen vorgesehen:

- Rahmensynchronisationsverlust (loss of frame alignment)
- Überwachung des Verhaltens (Performance Monitoring, CRC-4) beim 2048-kbit/s-Rahmen
- Bitfehlerüberwachung (Bit Error Monitoring, BIP-8) beim 34 368- und 139 264-kbit/s-Rahmen
- Übermittlung des Empfangsfehlers am entfernten Ende (Transmission of Far End Receive Failure, FERF) und Verlust der Zellenabgrenzung (Loss of Cell Delineation, LOC).

## 7 Schlussbetrachtung

ATM ist für die Übertragungstechnik eine neue Herausforderung. Bei den bisherigen Übertragungsausrüstungen wurden vorwiegend kontinuierliche digitale Signale verarbeitet und über ein physisches Medium übertragen. Bei der ATM-Übertragung müssen dagegen individuelle ATM-Zellen verarbeitet werden. Sendeseitig werden

### OAM-Funktionen des Section Overhead und Path Overhead

Section Overhead (SOH) Byte – Zusatzbyte je Abschnitt	Function – Funktion
A1, A2	Frame alignment – Rahmensynchronisierung
C1	STM-1 identifier – STM-1-Identifikation
B1, B2	Section error monitoring – Fehlerüberwachung im Abschnitt
H1, H2	AU pointer, Path AIS – Zeiger der administrativen Einheit AU, Bündel-Alarmanzeige AIS
H3	Pointer action – Zeigerfunktion
K2 (bits 6–8)	Section AIS/Section FERF – Abschnitts-Alarmanzeige/Empfangsfehleranzeige im Abschnitt
Z2	Section error reporting (FEBE) – Abschnitts-Fehlerrapport
<hr/>	
Path Overhead (POH) Byte – Zusatzbyte je Bündel	Function – Funktion
J1	Path ID/verification – Pfadidentifikation/Verifikation
B3	Path error monitoring – Pfadfehlerüberwachung
C2	Path signal label – Pfadsignalkennzeichen
G1 (bits 1–4)	Path error reporting (FEBE) – Pfadfehllerrapport
G1 (bit 5)	Path FERF (incl. loss of cell delineation) – Empfangsfehleranzeige im Pfad (einschl. Verlust der Zellenabgrenzung)
<hr/>	
AIS: Alarm Indication Signal	
FEBE: Far End Block Error	
FERF: Far End Receive Failure	

diese Zellen zu einem kontinuierlichen digitalen Signal zusammengefügt und empfangsseitig wieder zerlegt. Diese Technik erfordert, zusammen mit den zu verarbeitenden hohen Bitraten von 155 und 622 Mbit/s, modern-

ste Bauelemente und eine hochentwickelte Technologie. Diese neue Herausforderung verlangt eine sorgfältige Planung sowie eine enge Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern und Entwicklern.

## Zusammenfassung *Résumé*

### *ATM-Übertragung*

Der Autor behandelt die Übertragung von ATM-Zellen. Sendeseitig passt man die von der ATM-Schicht übernommenen Nutzzellen durch Einfügen von Leerzellen an die Übertragungskapazität an. Anschliessend werden die Fehlerkorrektur-Felder (HEC) erzeugt, die Informationsfelder verwürfelt und das erhaltene Signal an das Übertragungsverfahren angepasst. Empfangsseitig wird das Signal mit Hilfe der HEC-Felder wieder in Zellen aufgeteilt, die Informationsfelder werden entwürfelt, die fehlerhaften Zellen sowie die Leerzellen entfernt und die Nutzzellen der ATM-Schicht übergeben. Drei verschiedene Übertragungsverfahren sind bei ATM vorgesehen. Die Übertragung über die synchrone digitale Hierarchie SDH, jene reiner ATM-Zellen (cell based transmission) und das Übermitteln über die pliesiochrone digitale Hierarchie PDH. Es werden die Hauptfunktionen der Teilschicht «Transmission Convergence Sublayer» behandelt. Als erstes beschreibt der Verfasser die Umwandlung von ATM-Zellen in ein kontinuierliches Übertragungssignal und umgekehrt. Dann untersucht er die drei Übertragungsverfahren SDH, «cell based» und PDH näher.

### *Transmission MTA*

L'auteur s'est penché sur la transmission des cellules MTA. A l'émission, les cellules utiles de la couche MTA sont adaptées à la capacité de transmission par adjonction de cellules vides. Les champs de correction des erreurs d'en-tête (HEC) sont ensuite créés, puis les champs d'information sont assemblés et le signal obtenu adapté au mode de transmission. A la réception, le signal est à nouveau subdivisé en cellules grâce aux champs HEC, les champs d'information sont désassemblés, les cellules défectueuses ou vides sont retirées, et les cellules utiles sont enfin restituées à la couche MTA. Le mode de transfert asynchrone se fonde sur trois procédés de transmission différents: le premier fait appel à la hiérarchie numérique synchrone (SDH), le deuxième prévoit la transmission de cellules MTA simples (cell based transmission), et le dernier se fonde sur la hiérarchie numérique pliesiochrone (PDH). La seconde partie de l'article est consacrée aux fonctions principales de la sous-couche de convergence de transmission (Transmission Convergence Sublayer). L'auteur y expose la transformation des cellules MTA en signal de transmission continu et vice-versa, puis il décrit de façon détaillée les trois modes de transmission SDH, par cellules et PDH.

## *Riassunto*

### *Trasmissione ATM*

In questo articolo l'autore descrive la trasmissione di celle ATM. Dal lato della trasmissione, le celle utili riprese dallo strato ATM vengono adattate alla capacità di trasmissione mediante l'introduzione di celle vuote. In seguito vengono generati campi di correzione di errori (HEC) e «mischiati» i campi di informazione; il segnale ricevuto viene adattato al procedimento di trasmissione. In ricezione, il segnale viene di nuovo suddiviso in celle con l'aiuto dei campi HEC, i campi di informazioni vengono ricomposti, le celle errate e le celle vuote vengono eliminate e le celle utili vengono trasmesse allo strato ATM. Per l'ATM si prevedono tre diversi procedimenti di trasmissione: la trasmissione attraverso la gerarchia sincrona digitale SDH, quella di pure celle ATM (cell based transmission) e la trasmissione attraverso la gerarchia pliesiochrone digitale PDH. L'autore illustra le funzioni principali dello strato parziale «Transmission Convergence Sublayer». Egli descrive la trasformazione di celle ATM in un segnale di trasmissione continuo e viceversa. Analizza infine più da vicino i tre procedimenti di trasmissione SDH «cell based» e PDH.

## *Summary*

### *ATM Transmission*

In this article, the transmission of ATM cells is dealt with. From the transmission side the payload cells taken over from the ATM layer are adapted by the insertion of empty cells to the transmission capacity. Afterwards the header error control fields (HEC) are generated, the information fields scrambled and the obtained signal adapted to the transmission procedure. On the receiver side the signal is again divided into cells by means of the HEC fields, the information fields descrambled, the faulty cells as well as the empty cells removed and the user cells handed over to the ATM layer. Three different transmission procedures are planned with ATM: The transmission over the synchronous digital hierarchy SDH, that of the pure STM cells (cell based transmission) and the transmission via the pliesiochrone digital hierarchy PHD. The author explains the main functions of the transmission convergence Sublayer. First of all the conversion of ATM cells in a continuous transmission signal and vice versa is explained. Then the three transmission procedures SDH, «cell based» and PDH are examined in detail.