

Zeitschrift: Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

Herausgeber: Swisscom

Band: 74 (1996)

Heft: 7

Artikel: Verschiedene Anforderungen bei hoher Effizienz abdecken

Autor: Sellin, Rüdiger

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-876779>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.06.2025

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

ATM-MANAGEMENT (TEIL 1)

VERSCHIEDENE ANFORDERUNGEN BEI HOHER EFFIZIENZ ABDECKEN

Die bisher zumeist getrennten Welten der Daten- und der Telekommunikation verschmelzen auf der Netzebene mit der Einführung von B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network, Breitband-ISDN) weitgehend miteinander. Allerdings liegen die Anforderungen der verschiedenen Dienste an ein Universalnetz der Zukunft immer noch weit auseinander. Es gilt als sicher, dass das ATM-Verfahren (Asynchronous Transfer Mode, asynchroner Transfermodus) die Technik für die Realisierung des B-ISDN sein wird. Ein leistungsfähiges ATM-Netzmanagement muss darum in der Lage sein, die verschiedenen, dienstseitigen Anforderungen an das B-ISDN bei gleichzeitig hoher Effizienz im Netzbetrieb abzudecken. Die folgende, dreiteilige Artikelserie soll darüber Aufschluss geben, welche Managementverfahren heute für ATM existieren und wie sich diese weiterentwickeln.

B-ISDN ist als ein echtes Universalnetz für alle heute existierenden und künftig denkbaren Dienste konzipiert worden¹. Im Gegensatz zum heute existierenden N-ISDN (Narrow-

RÜDIGER SELLIN, BERN

band-ISDN, Schmalband-ISDN) mit seinen fixen Bandbreiten ($n \cdot 64$ kbit/s, $n = 2$ oder $n = 30$) und fixer QoS (Quality of Service, Dienstqualität) wird

¹ Die Grundlagen für B-ISDN werden hier nur kurz erläutert, da diese bereits in der B-ISDN-Sondernummer der «Techn. Mitteilungen PTT» (4/93) ausführlich dargestellt wurden.

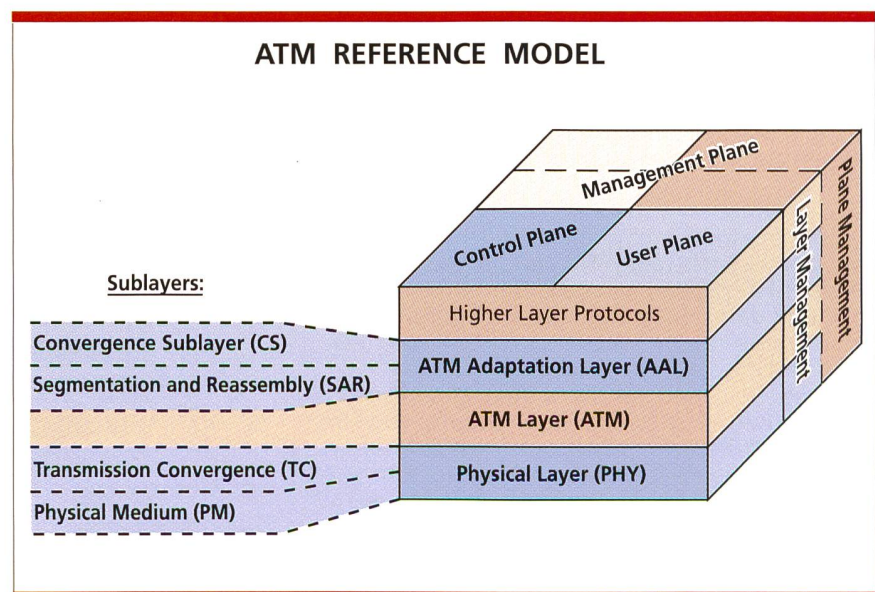


Bild 1. ATM Reference Model: Layers, Sublayers and Planes.

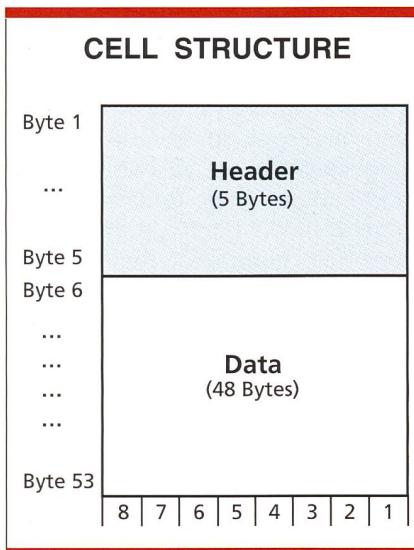


Bild 2a. Cell Structure at NNI and UNI [ITU-T I.361].

das B-ISDN entweder flexible oder fixe Bandbreite bei wählbarer QoS anbieten. Bild 1 zeigt das dreidimensionale ATM-Referenzmodell des ITU-T, dem eine Art Evolution bestehender Techniken zugrunde liegt. So kommen alle Grundprinzipien des OSI-Referenzmodells (z. B. die funktionale Aufteilung in Layers [Schichten]) sowie einige Prinzipien aus dem N-ISDN (z. B. die Aufteilung in Planes [Ebenen]) zur Anwendung.

Es werden drei Schichten unterschieden:

- ATM Adaptation Layer (AAL) (ATM-Anpassungsschicht)
- ATM Layer (ATM) (ATM-Schicht)
- ATM Physical Layer (PHY) (physikalische ATM-Schicht)

Die AAL bringt die verschiedenen Datenströme aus den oberen Layers (z. B. konstante oder variable Bitströme mit festem oder variablem Bandbreitenbedarf) in das einheitliche 48-Byte-Format der ATM-Zelle (sogenannte Payload, Nutzinformation). In der ATM-Layer wird der Zellkopf generiert, der Nutzinformation vorangestellt und so die eigentliche ATM-Zelle gebildet. Diese ATM-Zelle wird dann entweder transparent in der PHY-Layer übertragen oder vor der Übertragung in einen übertragungsnetzspezifischen Frame (Rahmen) eingebracht. Die PHY-Layer besteht im WAN-Bereich (Wide Area Network) zumeist aus PDH- oder SDH-Netzen

(PDH = Plesiochronous Digital Hierarchy, SDH = Synchronous Digital Hierarchy), auf denen die ATM-Layer aufsetzt. Der LAN-Bereich (Local Area Network) ist von Ethernet, Token Ring, Token Bus, FDDI und anderen Strukturen geprägt.

Wie bereits im N-ISDN wird auch im B-ISDN in drei Ebenen unterschieden (Bild 1):

- User Plane (Benutzerebene)
- Control Plane (Kontrollebene)
- Management Plane (Managementebene)

Während in der User Plane die Benutzerdaten behandelt werden, ist die Control Plane für die korrekte Signalisierung (z. B. für den Verbindungsauf- und -abbau) verantwortlich. Die Management Plane schliesslich umfasst alle statischen und dynamischen Managementprozesse und wird daher weiter in Plane Management (Ebenenmanagement) und Layer Management (LM) - (Schichtenmanagement) differenziert. Vor allem das LM hält viele Informationen bereit, die für das Management von grosser Bedeutung sind und daher auch für statisches Management (z. B. für Messungen der Performance) genutzt werden können.

Im engeren Sinn von ATM (→ *Asynchronous Transfer Mode*) findet ATM oberhalb der PHY-Layer statt, da dort die bestehenden (synchronen) Übertragungsnetze genutzt werden. So können in der ATM-Layer sogenannte Virtual Channels (VC) (virtuelle Kanäle) und Virtual Paths (VP) (virtuelle Pfade) geschaltet werden, was sich im Zellkopf durch Felder für Virtual Channel Identifier (VCI) und Virtual Path Identifier (VPI) manifestiert. VCI und VPI haben ausser für bestimmte Signalisierungszwecke keine netzweite, sondern nur lokale Bedeutung, so beispielsweise zwischen zwei ATM-Netzknoten. Bild 2a zeigt das ATM-Zellformat mit einem Header (Zellkopf) von 5 Byte und einem Body (Zellkörper) von 48 Byte. ATM-Zellen an der Benutzer-Netz-Schnittstelle User Network Interface (UNI) sind von ATM-Zellen am Network Network Interface (NNI) (Netz-Netz-Schnittstelle) verschieden, da das Feld für die Generic Flow Control (GFC) (generische Flusskontrolle) 4 Bit benötigt. Daher stehen für das VPI-Feld an der UNI nur 8 Bit zur Verfügung, während an der NNI 12 Bit zur VPI-Adressierung genutzt werden können (Bild 2b). Weitere Details können der ITU-T-Empfehlung I.361 entnommen werden [1].

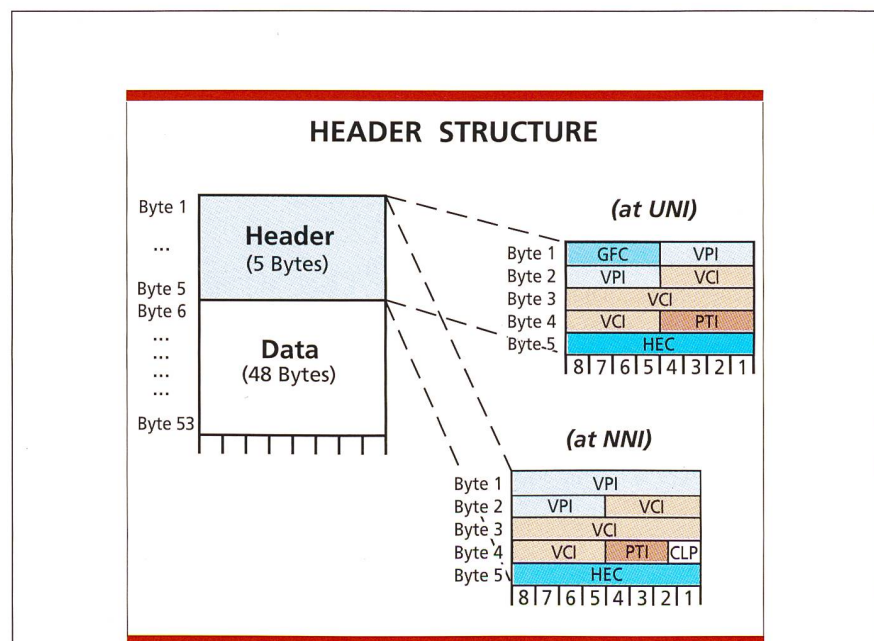


Bild 2b. Header Structure at NNI and UNI [ITU-T I.361]. VPI: Virtual Path Identifier, VCI: Virtual Channel Identifier, GFC: Generic Flow Control, PTI: Payload Type Identifier, CLP: Cell Loss Priority, HEC: Header Error Check, NNI: Network Node Interface, UNI: User Network Interface.

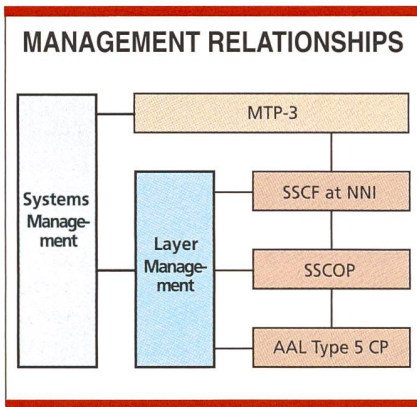


Bild 3. Relationships of layer management with other entities [ITU-T Q.2144]. MTP: Message Transfer Part, SSCOP: Service Specific Connection Oriented Protocol, SSCF at NNI: Service Specific Coordination Function for support of signaling at the Network-to-Network Interface, AAL 5 CP: ATM Adaption Layer Common Part.

ATM-Netzmanagement in WANs

Der Begriff Netzmanagement im klassischen Sinn bedarf bei ATM-basierten Netzen einer erweiterten Definition. Im Gegensatz zu heute existierenden Netzen stellt ATM viele neuartige Managementverfahren im Netz selbst bereit, die man in dieser Form bisher noch nicht kannte. Zudem stellt sich auch die Frage, ob man alle drei Schichten (AAL, ATM und PHY) getrennt betrachten oder homogen managen will. Prinzipiell ist beides möglich, jedoch zeichnet sich der Trend ab, dass sich – nicht zuletzt wegen der Liberalisierung im Telecombereich, Stichwort ONP (Open Network Provisioning) – verschiedene Organisationseinheiten für eine Netzschicht und das dazugehörige Management

verantwortlich zeichnen. So ist es nicht verwunderlich, dass sich auch das ATM-Management für den öffentlichen und für den privaten Bereich entsprechend der netzseitigen Unterscheidung WAN-LAN entwickelt. Während Teil 1 der Artikelserie vor allem auf den Bereich Management für ATM-WANs eingehen wird, wird Teil 2 dasselbe für den LAN-Bereich versuchen sowie Verbindungen zwischen beiden Welten aufzeigen. Für den Bereich WAN-Management hat sich das Konzept Telecommunications Management Network (TMN) auf breiter Ebene etabliert². TMN stellt Prinzipien und Werkzeuge zum einheitlichen Management von Netzen und Diensten zur Verfügung. TMN wurde von der ITU-T-Studiengruppe 4 entwickelt und erfährt laufend funktionale Erweiterungen, vor allem betreffend der Informationsmodelle, die für jede Managementanwendung spezifisch erstellt werden. Für TMN wurden daher auch eine funktionale, eine Informations- und eine physikalische Architektur entwickelt³. Eine ausführliche Beschreibung der TMN-Architektur findet sich

in [2]. Es kann heute davon ausgegangen werden, dass TMN wohl eher die statischen oder zeitlich unkritischen ATM-Managementprozesse behandeln wird, so beispielsweise die Schaltung vorbestellter VCs/VPs oder das VC/VP-Monitoring. Zeitkritische Managementaktivitäten sollten eher über die automatisierten Prozesse oder mit Hilfe der Signalisierung in Echtzeit abgewickelt werden. Über das bereits erwähnte LM kann die Management Plane beispielsweise mit der Control Plane kommunizieren und Signalisierungsprozesse für Managementzwecke nutzbar machen. Die ITU-T-Empfehlung Q.2144 [3] spezifiziert das LM für die sogenannte Signaling AAL (SAAL) am NNI, welche unter anderem Signale und Parameter zwischen den ATM-Signalisierungsprotokollen SSCOP (Service Specific Connection Oriented Protocol) sowie SSCF (Service Specific Coordination Function for support of signaling at the Network-to-Network Interface) und dem LM enthält. Im Prinzip geht es hier um das gezielte Management von Signalisierungslinks, die im ATM auf dem Common Part (CP) (gemeinsa-

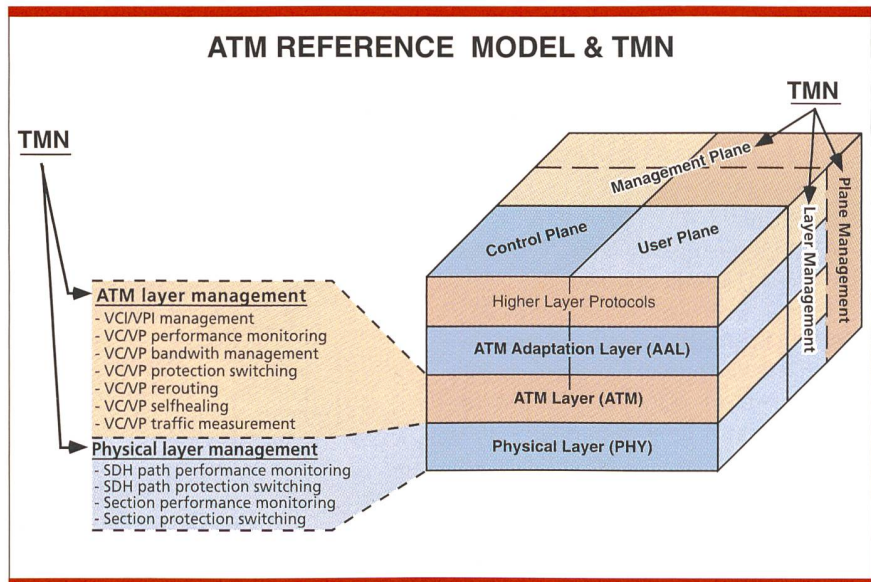


Bild 4. ATM Reference Model: Layers, Planes and Network Management. Definitions: Protection Switching is the establishment of a pre-assigned replacement connection by means of equipment without the NMC function. The equipment may either reside in the connecting and terminating points of related VP-level. Rerouting is the establishment of a replacement connection by the NMC function. When a connection failure occurs the replacement connection is routed depending on network resources available at that time. Selfhealing is the establishment of a replacement connection by network without the NMC function. When a connection failure occurs the replacement connection is found by the network elements and rerouted depending on network resources available at that time.

² Die TMN-Grundlagen wurden in der TMN-Artikelserie der «Techn. Mitteilungen PTT» 5-7/94 ausführlich behandelt.

³ Die Zusammenhänge zwischen diesen Architekturen und die stufenweise Überleitung sowie die Bedeutung der Informationsmodelle wurde im Artikel «TMN-Architektur vor dem Scheideweg» («ComTec» 10/95) ausführlich dargestellt.

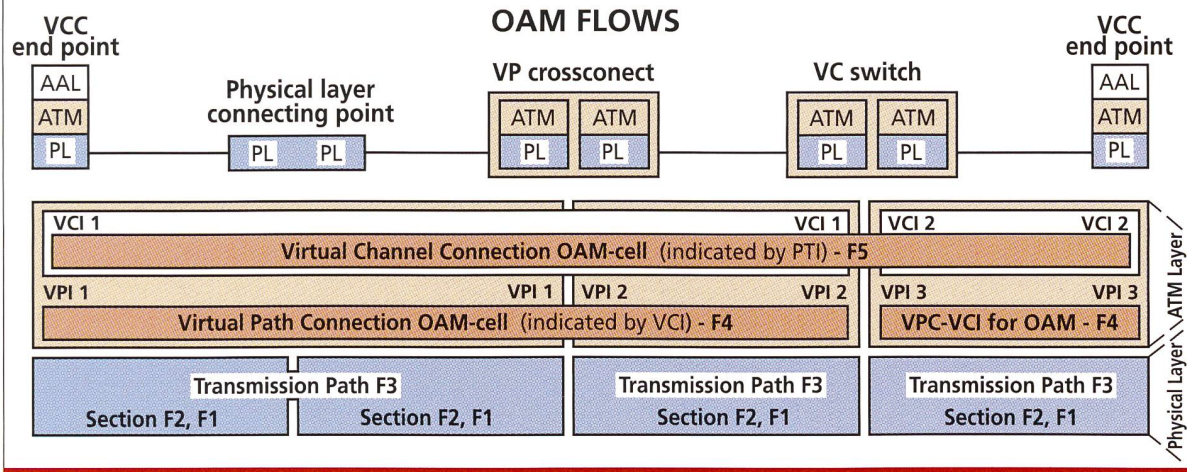


Bild 5. Example of mechanisms for OAM flows [ITU-T I.601].

men Teil) der AAL5 aufsetzen (Bild 3). Die heutigen Definitionen in [3] decken vor allem die Bereiche Fault und Performance Management ab. Wie das Beispiel in Bild 4 zeigt, sind auch für die ATM Layer und PHY Managementprozesse für das LM vorgesehen. Wenn nun in der ATM Layer VPs oder VCs ausfallen, versuchen die beteiligten ATM Switches zuerst ohne die Management Plane, Ersatz-VPs oder Ersatz-VCs zu schalten. Dies kann entweder über vordefinierte VPs/VCs geschehen (sogenannte Protection Switching) oder durch die automatisch ablaufende Suche nach möglichen Ersatz-VPs oder Ersatz-VCs (sogenanntes Selfhealing). Sollten sowohl Protection Switching als auch Selfhealing scheitern, tritt das sogenannte VC/VP Rerouting in Aktion. Hierbei werden über ein Network Management Center (NMC) (in der TMN-Terminologie ein Operations System [OS]) Ersatz-VPs oder Ersatz-VCs zwischen den Network Elements (NE) (Netzelemente) manuell geschaltet.

OAM Levels und OAM Functions

In der ITU-T-Empfehlung I.610 [4] sind verschiedene, sogenannte Operation And Maintenance (OAM) Levels (Be-

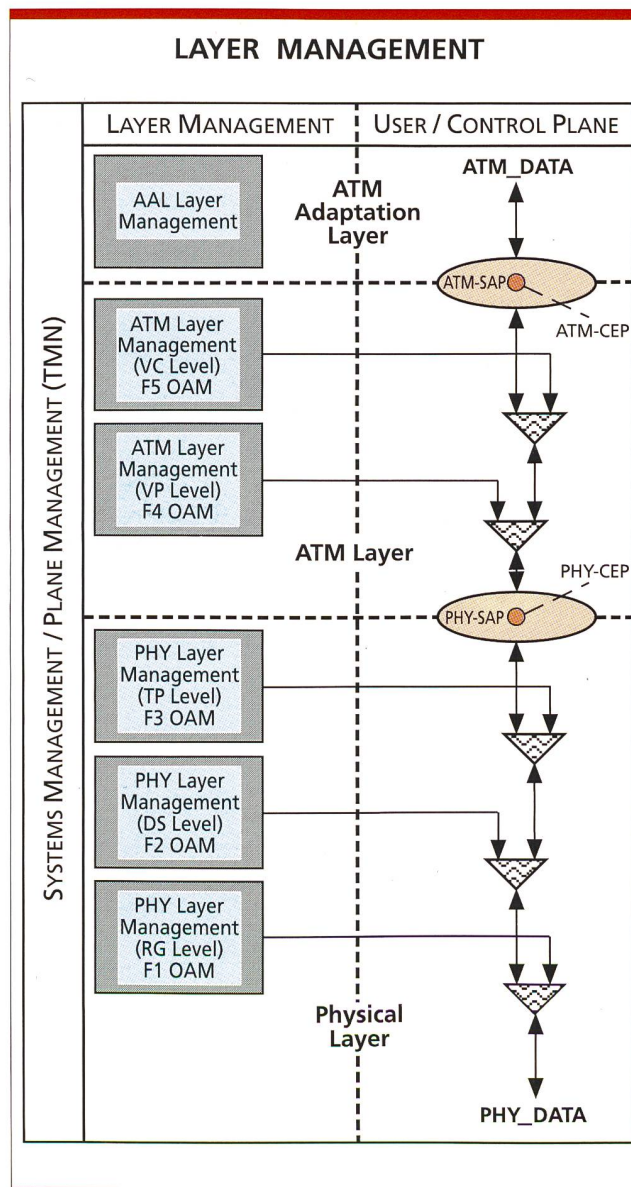


Bild 6. Layer Management (LM) on F5 to F1 OAM level.

etriebs- und Unterhaltsebenen) entsprechend der Hierarchie des ATM-Transportnetzes für die ATM Layer und PHY definiert (Bild 5) :

- F5: OAM für Virtual Channel Level (ATM Layer)
- F4: OAM für Virtual Path Level (ATM Layer)
- F3: OAM für Transmission Path Level (PHY)
- F2: OAM für Digital Section Level (PHY)
- F1: OAM für Regenerator Level (PHY)⁴

Diese Unterscheidung ermöglicht eine stufenweise Eingrenzung bei der Fehlersuche, da die einzelnen OAM Levels isoliert voneinander betrachtet werden können. Bild 6 gibt die Beziehung vom LM zu den einzelnen OAM Levels F5 bis F1 unter Berücksichtigung eines übergreifenden Systems Managements/Plane Managements wieder. Dazu werden beispielsweise vom TMN aus Managementprozesse im LM gestartet, welche zu weiteren Managementaktivitäten in der User bzw. Control Plane führen.

Dies geschieht in einer eher «unauffälligen» Weise. So werden beispielsweise bereits vorhandene Messdaten in einer Rückschau ausgewertet und neue Messungen vom TMN im LM beauftragt, ohne die Konfiguration des Zielsystems zwingend ändern zu müssen. Zudem sind diese Messungen im gewöhnlichen Format der jeweiligen

⁴ Die Levels F1 und F2 werden in den heute bekannten OAM-Funktionen als Section gemeinsam betrachtet.

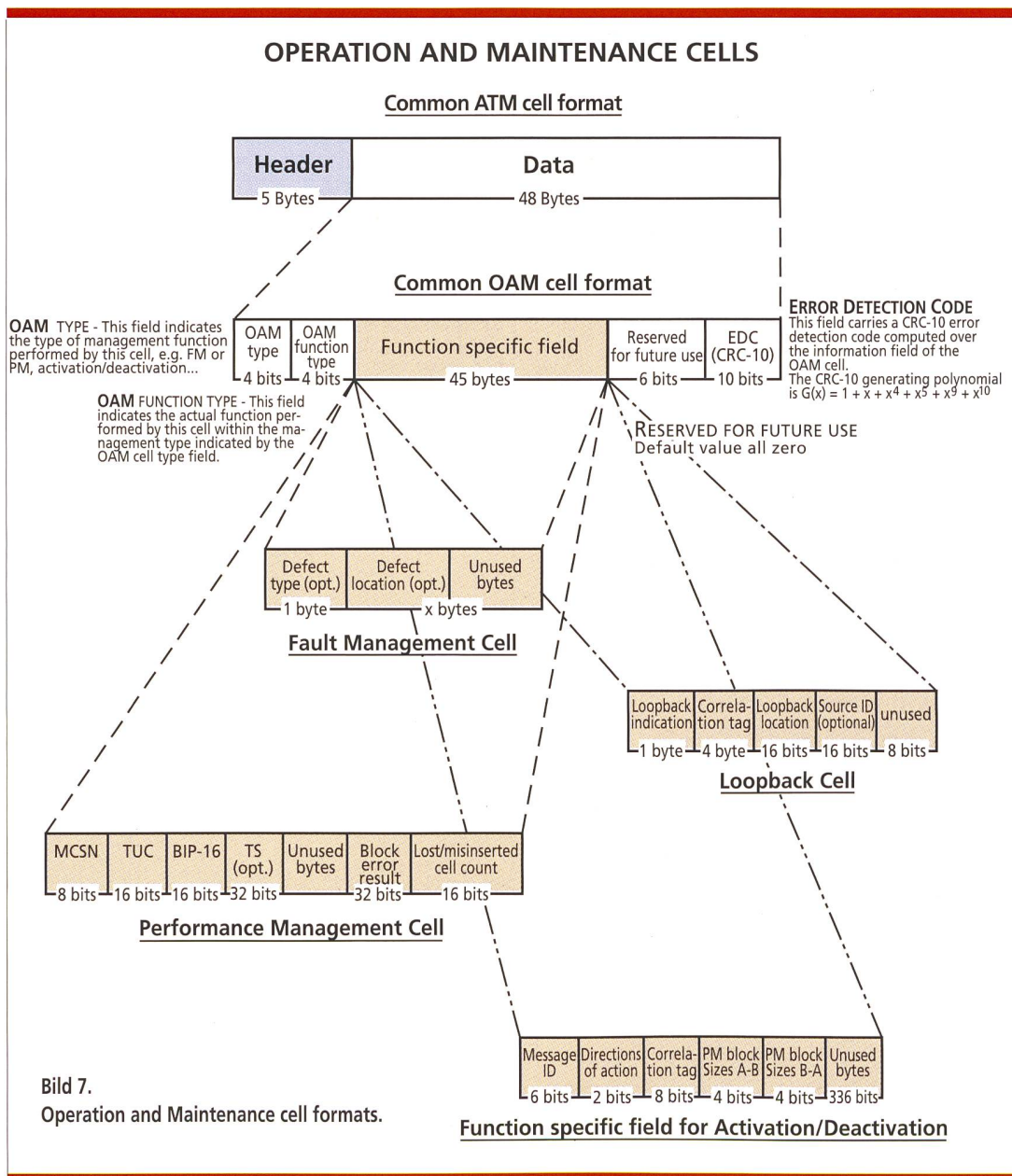


Bild 7. Operation and Maintenance cell formats.

OAM type	Coding	Function Type	Coding
Fault Management	0001	AIS	0000
	0001	RDI	0001
	0001	Continuity Check	0100
	0001	Loopback	1000
Performance Management	0010	Forward Monitoring	0000
	0010	Backward Reporting	0001
Activation/Deactivation	1000	Forward Monitoring and the associated Backward Reporting	0000
	1000	Continuity Check	0001
	1000	Forward Monitoring	0010
System Management	1111	(not standardized in I.610)	←

Tabelle 1. OAM type and function type indentifiers [ITU-T I.610].

Layer gewissermassen «eingepackt» (in der ATM Layer in Zellen, in der PHY beispielsweise im Falle von SDH in Rahmen). Das ATM-Management eröffnet einem Netzbetreiber darum andere Möglichkeiten, als man es etwa von N-ISDN oder X.25 bisher gewohnt war.

Für die Levels F4 und F5 werden spezielle OAM-Zellen benutzt, die auf F4 Level durch vordefinierte VCI-Werte und auf F5 Level durch vorgegebene PTI-Werte identifiziert sind. Liegen im Fehlerfall aus der PHY-Layer keine Fehlermeldungen vor (etwa aus dem Bereich des SDH-Managements), können gezielte OAM-Zellen auf VP oder VC Level eingespeist werden. OAM-Zellen können entweder zwischen zwei Endgeräten («end-to-end») oder auf einzelnen Teilstrecken (z. B. vom Endgerät zum lokalen ATM Switch oder zwischen zwei oder mehreren ATM Switches) eingefügt werden. Es besteht allerdings in grösseren ATM-Netzen und vor allem bei mehreren involvierten ATM-Netzen die Schwierigkeit, die beteiligten Netzknoten eindeutig zu identifizieren. Dies ist allerdings bei einigen Tests (z. B. Laufzeittests) unbedingt nötig, um eventuell überlastete Netzknoten zu lokalisieren.

Bis heute sind folgende Typen von OAM-Zellen definiert (Bild 7):

- Fault Management Cell
- Performance Management Cell
- Activation Cell (Performance Monitoring/Continuity Check)
- Systems Management Cell (noch nicht detailliert festgelegt)

Auch für OAM-Zellen gilt selbstverständlich die Aufteilung in einen 5 Byte Header und in einen 48 Byte Body. Allen OAM-Zellen gemeinsam ist die weitere Aufteilung der verfügbaren 48 Byte in einen 1 Byte OAM Header (zu Beginn der Zelle) und einen 3 Byte Trailer (am Ende der Zelle). Die verbleibenden 44 Byte OAM Body

werden von jedem OAM-Zelltyp verschieden genutzt (Bild 5). Die ersten 4 Bit des OAM Headers identifizieren den OAM Type, während die zweiten 4 Bit den OAM-Funktionstypen (Funktion innerhalb des OAM Type) festlegen. Zurzeit gelten die in Tabelle 1 [4] genannten Codes für die Felder OAM Type und OAM Function Type.

Die Originaldefinitionen der OAM Function Types gibt die Tabelle 2 wieder. Die OAM Function Types AIS (Alarm Indication Signal) und RDI (Remote Defect Indication) werden für die Fehlersignalisierung in Vorwärtsrichtung (d. h. vom Endgerät in Richtung lokaler ATM Switch) bzw. in Gegenrichtung (d. h. vom lokalen ATM Switch in Richtung Endgerät) gebraucht. – Ein Continuity Check (CC) wird für die dauernde Beobachtung oder für den Test der Verfügbarkeit einer ATM-Verbindung benötigt. – Interessante Möglichkeiten bietet der sogenannte Loopback, der das gezielte Senden einer OAM-Zelle mit deren anschliessender Rücksendung ermöglicht. Dadurch werden spezifische Fehlerlokalisierungen in beiden Richtungen, und zwar auch vor dem Senden «echter» ATM-Benutzerzellen, erst ermöglicht. – Performance Tests

OAM function type	Main application
AIS	● for reporting defect indications in the forward direction
RDI	● for reporting remote defect indications in the baxkward direction
Continuity check	● for continously monitoring continuity
Loopback	● for on-demand connectivity monitoring ● fault localization ● pre-service connectivity verification
Forward performance monitoring	● for estimating performance
Backward performance monitoring	● for reporting performance estimations in the backward direction
Activation / deactivation	● for activating / deactivation performance monitoring and continuity check
System management	● for use by end systems only

OAM: Operation and Maintenance, AIS: Alarm Indication Signal, RDI: Remote Defect Indication

Tabelle 2. OAM functions of the ATM layer [ITU-T I.610].

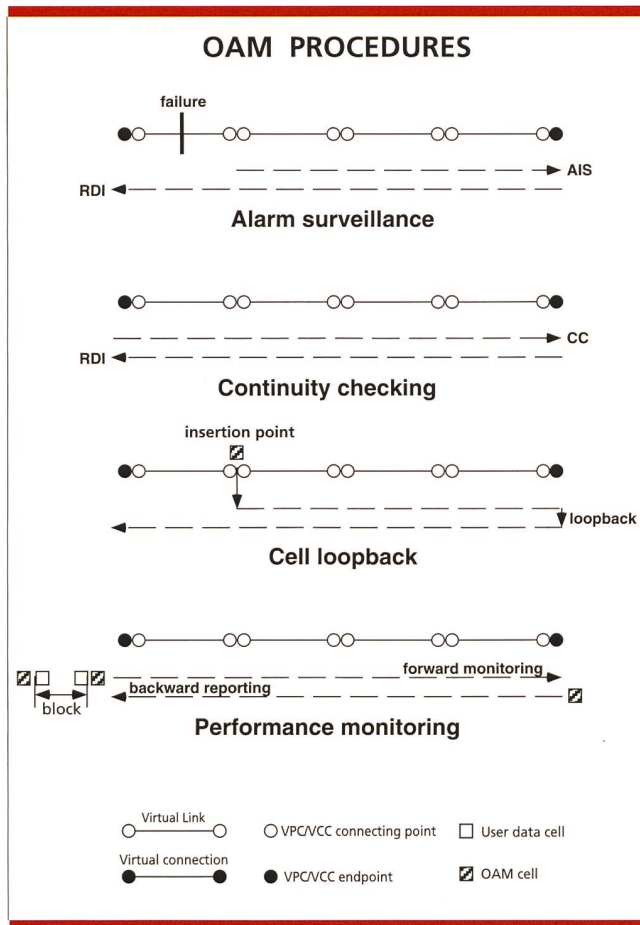


Bild 8. OAM procedures in ATM-based B-ISDNs.

Alarm surveillance (Fehlerüberwachung)

Bei Erhalt einer Fehlermeldung aus der PHY wartet der überwachende VPC/VCC Connecting Endpoint (CEP) eine kurze Zeit auf das automatische Protection Switching der PHY. Falls der Fehler weiter besteht, sendet der überwachende VPC/VCC CEP eine AIS-Zelle in Aufwärtsrichtung (= in die Richtung, in der der VPC/VCC gestört gemeldet ist). AIS-Zellen werden solange gesendet, bis der Fehler beseitigt ist. Bei Empfang einer bestimmten Anzahl von AIS-Zellen beginnt der VPC/VCC Endpoint, RDI in Abwärtsrichtung zu senden. Die Fehlerlokalisierung und -beseitigung wird initialisiert.

Continuity checking

Ein CC wird gebraucht, um die immer noch bestehende Funktion einer inaktiven VPC/VCC zu überprüfen. Wenn für eine bestimmte Zeit keine Benutzerzellen in Vorwärtsrichtung empfangen wurden, aber kein VPC/VCC-Fehler vorliegt, wird eine CC-Zelle in Rückwärtsrichtung gesendet. Wenn der sendende VPC/VCC Endpoint innerhalb einer bestimmten Zeit nicht mit einer CC-Zelle antwortet, wird die Verbindung als gestört gemeldet und eine RDI-Zelle zum sendenden VPC/VCC Endpoint gesendet.

in beiden Richtungen können mit Hilfe des Performance Monitoring (PM) durchgeführt werden. – Schliesslich dient der OAM Type Activation/Deactivation der Ein- und Ausschaltung der OAM-Funktionen CC und PM. – Der Begriff des Systems Management ist aus dem Bereich OSI Systems Management [2] hinreichend bekannt und wurde auch in Bild 3 gebraucht. Im Prinzip geht es hierbei um das Management von OSI-Systemen, zu denen auch ATM-Systeme gehören⁵.

Beispiele für OAM Function Types

Bild 8 zeigt Beispiele für die OAM Function Types. Ein Fehler auf einem VC oder VP wird mit zwei OAM-Zellen angezeigt:

- AIS oder
- RDI.

AIS-Zellen fließen wie die Benutzerzellen in Aufwärtsrichtung («downstream»), während RDI-Zellen in die Gegenrichtung («upstream») fließen. Sowohl AIS als auch RDI enthalten Felder mit dem Fehlertyp (1 byte) und dem Fehlerort (15 byte). In Bild 8 sind vier Funktionsbeispiele für ATM Management gezeigt, die nachfolgend erläutert werden.

⁵ Übrigens ist die Relation von ATM zum OSI-Referenzmodell noch nicht in allen Details geklärt, wiewohl alle OSI-Prinzipien auch für ATM gelten (z. B. Aufteilung der Kommunikationsfunktionen in Schichten, deren Unterteilung in Subschichten, Zugriff von Funktionen der einen OSI-Schicht auf Funktionen der darunterliegenden OSI-Schicht über SAPs (Service Access Points) usw.

Ausblick

Gemessen an den ersten Ergebnissen von 1993 sind die Bemühungen um ein einheitliches ATM-Netzmanagement recht weit fortgeschritten. Vor allem dank der Arbeiten des ATM-Forums und des ETSI NA5 sind die Arbeiten an Informationsmodellen im ITU-T inzwischen vorangegangen. Gleichwohl bleibt noch einige Arbeit zu erledigen, vor allem in Richtung Harmonisierung der teilweise verschiedenen Standards. Teil 2 und 3 der Artikelserie werden einige dieser Fragen zu beantworten versuchen.

Cell loopback

Mit diesem OAM-Zelltyp ist es möglich, auf Anforderung einzelne VPCs/VCCs zu testen, indem abschnittsweise OAM-Zellen in den Zellfluss eingespielen werden und mit Zusatzinformationen versehen wieder zum Sender zurückgelangen. Bei einem Test über die gesamte Strecke ist die Messung des sogenannten «round-trip cell transfer delays» möglich.

Performance monitoring (PM)

Die PM-Prozedur involviert die Einfügung von OAM-Zellen vor und nach gewöhnlichen Benutzerzellen bzw. vor und nach n Blöcken von Benutzerzellen ($n = 128, 256, 512$ oder 1024). Diese OAM-Zellen werden nur dann eingefügt, wenn freie Kapazität auf den VPC/VCC verfügbar ist (anstatt sogenannte «idle cells» werden PM cells eingefügt). PM kann in beiden Richtungen vollzogen werden. 9.4

SUMMARY

ATM management (part 1)

With the introduction of the broadband integrated services digital network (B-ISDN), the two mainly separate worlds of data- and telecommunications have largely blended. However, the demands made by the various services on a future universal network are still far apart. It is considered certain that asynchronous transfer mode (ATM) will be the technology for realizing B-ISDN. Effective ATM network management must therefore be capable of meeting the various service-side requirements of B-ISDN and at the same time maintain a high degree of efficiency in network operations. Compared with first results achieved in 1993, efforts towards uniform ATM management are quite far advanced. Thanks particularly to the work of the ATM Forum and ETSI NA5, work on the information models in ITU-T has in the meantime gone ahead. There is, however, still quite some work to be done, especially with regard to harmonizing the sometimes different standards.



Dipl. Ing. Rüdiger Sellin ist seit 1992 bei der Generaldirektion Telecom PTT, Direction Forschung und Entwicklung, tätig. Er leitet dort die Fachgruppe «Netzmanagement», welche verschiedene Kunden innerhalb der Telecom PTT berät sowie an der europäischen und internationalen Forschung beteiligt ist. Besondere Aufmerksamkeit erhalten zurzeit die Gebiete ATM-Management, Customer Network Management, AN-Management sowie übergreifende Netzmanagement-Konzepte und -Studien. Vor seiner Tätigkeit bei der Telecom PTT war Rüdiger Sellin in der Privatindustrie als Product Manager für Network Support Systems sowie als System Engineer für OSI-Applikationen angestellt.

Literatur

- [1] ITU-T recommendation I.361 – B-ISDN: ATM layer specification – Geneva, 1993
- [2] TMN – Die Basis für das Telekom-Management der Zukunft – v. Deckers Verlag, Heidelberg, 1995 – ISBN 3-7685-4294-7
- [3] ITU-T recommendation Q.2144 – B-ISDN: Layer Management for the signaling AAL (SAAL at the NNI) – Geneva, 1993
- [4] ITU-T recommendation I.610 – B-ISDN operation and maintenance principles and function – Geneva, 1993 (revision in April 1996)