

7. OAM -Fluß

In der ITU-T Empfehlung I.610 sind verschiedene, sogenannte Operation And Maintenance (OAM) Level entsprechend der Hierarchie des ATM-Transportnetzes für den ATM- und Physical-Layer definiert.

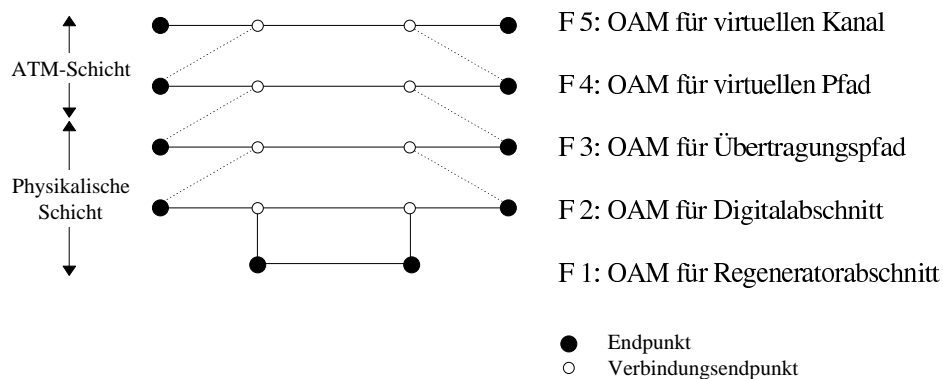


Abbildung 7.1: OAM-Hierarchie

Diese ermöglichen einen Fluß von Informationen zum Management und zur Überwachung von B-ISDN-Netzwerken während des Betriebes mit netzeigenen Mitteln. OAM-Funktionen dienen folgenden Zwecken:

- Fehlerüberwachung,
- Entdeckung von Defekten und Ausfällen,
- Schutz und Ersatzschaltungen,
- Informationen über Fehler und Ausfälle für das Netzmanagement und
- Fehlerlokalisierung im Netz.

Die Unterscheidung der OAM-Schichten ermöglicht eine stufenweise Eingrenzung bei der Fehlersuche, da die einzelnen Schichten isoliert voneinander betrachtet werden können.

Auf der physikalischen Schicht hängen die OAM-Flüsse (F1 bis F3) von der Art des Übertragungssystems (SDH, PDH, Cell based ATM, ...) ab. In SDH-Netzen werden die Informationsflüsse F1 und F2 durch die Bytes des Section-Overhead (SOH) der Transportmodule übertragen, F3 durch die Bytes des Path-Overhead (POH) des jeweiligen virtuellen Containers. PDH-basierende Übertragungssysteme müssen auf systeminterne Strukturen zurückgreifen. Im Fall der direkten Zellübertragung über das physikalische Medium, erfolgt die Übertragung der Informationsflüsse F1 bis F3 durch spezielle Physical-Layer-OAM-Zellen (PL-OAM), die ausschließlich für die physikalische Schicht reserviert sind. In den UNI-Spezifikationen des

ATM-Forums sind für die Belegung der PL-OAM-Zellen bisher 3 verschiedene Alarm/Kontrollmeldungen (155 Mbit/s) definiert:

- Alarm Indication Signal (AIS)

Durch das Setzen von Bit 3 im 6-ten Byte einer PL-OAM-Zelle wird flußabwärts ein auftretender Fehler (z.B. der Verlust der Rahmensynchronisation) gemeldet.

- Far End Receive Failure (FERE)

Durch das Setzen von Bit 1 im 6-ten Byte der PL-OAM-Zelle wird flußaufwärts ein flußabwärts aufgetretener Empfangs- oder Übertragungsfehler angezeigt.

- Errored Frame Indicator (EFI)

Durch das Setzen von Bit 2 im 6-ten Byte der PL-OAM-Zelle wird flußabwärts eine Verletzung des 8B/10B-Übertragungscode (155 Mbit/s) angezeigt.

Auf der ATM-Schicht gliedern sich die OAM-Funktionen in Funktionen der VP-Ebene (unterstützt durch den F4-Fluß) und der VC-Ebene (unterstützt durch den F5-Fluß) auf.

Ebene	Funktion	Fluß	Fehlersymptom
VP	Überwachung der Pfadverfügbarkeit	F 4	Pfad nicht verfügbar
	Netzwerkleistungsüberwachung		verminderte Netzwerkleistung
VC	Netzwerkleistungsüberwachung	F 5	verminderte Netzwerkleistung

Tabelle 7.1: Funktionen der Informationsflüsse F4 und F5

Für den Transport der Informationsflüsse F4 und F5 werden spezielle OAM-Zellen verwendet, die auf dem F4-Level durch vordefinierte VCI-Werte und auf dem F5-Level durch vorgegeben PTI-Werte identifizierbar sind. OAM-Zellen können entweder zwischen zwei Endgeräten (end-to-end) oder auf einzelnen Teilstrecken (segment) eingefügt werden.

F4-OAM-Zelle: VCI = 3 (segment)
 VCI = 4 (end-to-end)

F5-OAM-Zelle: PTI = 4 (segment)
 PTI = 5 (end-to-end)

Dementsprechend müssen End-to-end-OAM-Zellen zwischenliegende Netzwerkknoten unverändert passieren und von den jeweiligen Endstellen entfernt werden.

Gegenwärtig sind die folgenden Typen von OAM-Zellen definiert:

- Fault Management Cell,
- Performance Management Cell,

- Activation/Deactivation Cell und
- Systems Management Cell (noch nicht detailliert festgelegt).

Das Format der einzelnen Zellen ist in Abbildung 7.2 und die entsprechende Codierung in Tabelle 7.2 dargestellt.

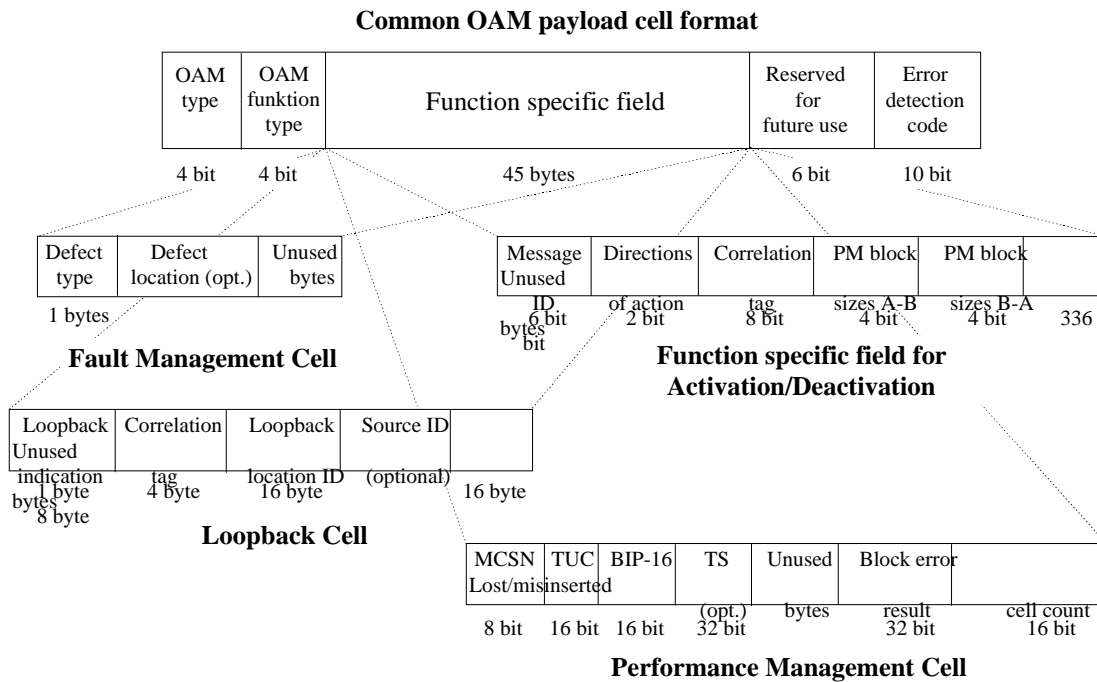


Abbildung 7.2: Formate für OAM-Zellen [NET 12/96]

OAM-Typ	Codierung	OAM-Funktionstyp	Codierung
Fault Management	0001	AIS: Alarm Indication Signal	0000
		RDI: Remote Defect Indication	0001
		Continuity Check (Durchgangsprüfung)	0100
		Loopback (Prüfschleifen)	0010
Performance Management	0010	Forward Monitoring	0000
		Backward Monitoring	0001
		Monitoring/Reporting	0010
Activation/Deactivation	1000	Performance Monitoring	0000
		Continuity Check	0001
System Management	1111	-	-

Tabelle 7.2: OAM-Typ- und Funktionstyp-Codierung [ATM 10/96]

7.1. Fault Management

Für das automatische Fehlermanagement in ATM-Netzen wurden die in Tabelle 7.2 aufgeführten Funktionen entwickelt.

OAM-Zellen, die Alarm- und Fehlerzustände (AIS, RDI) melden, werden nur bei Bedarf gesendet. Ein Beispiel für den Alarmfluß in der ATM-Schicht beim Auftreten einer Störung ist in Abbildung 7.3 gegeben.

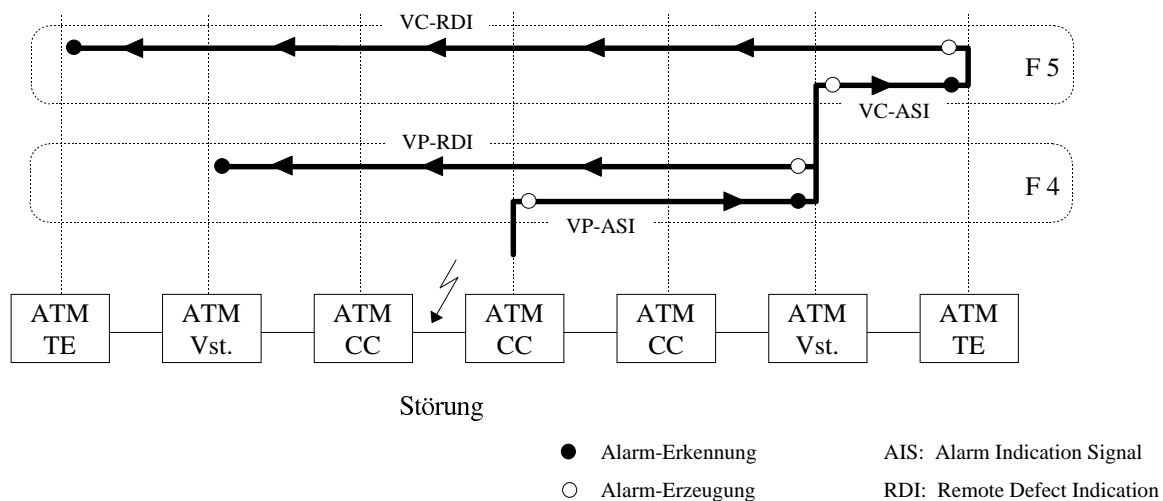


Abbildung 7.3: Fehleranzeige auf der ATM-Schicht

Bei Erhalt einer Fehlermeldung aus dem Physical Layer erfolgt in Vorwärtsrichtung (downstream) das Senden einer AIS-Zelle. Am Verbindungsendpunkt veranlaßt der Empfänger dieser Zelle die Generierung einer RDI-Meldung in Rückwärtsrichtung (upstream). Sowohl ASI- als auch RDI-Meldungen enthalten Felder für die Angabe des Fehlertyps (1 Byte) und des Fehlerortes (15 Bytes). Auf diese Weise werden Pfad- bzw. Kanalverbindungsendpunkte schnell über aufgetretene Störungen informiert und es können Maßnahmen zu deren Beseitigung eingeleitet werden.

Continuity-Check-Zellen (s. Abbildung 7.4) werden übertragen, wenn keine Nutzzellen gesendet werden. Damit besteht die Möglichkeit, die Verfügbarkeit einer inaktiven VPC/VCC zu überprüfen.

Wenn in einem festgelegten Zeitraum keine Benutzerzellen in Vorwärtsrichtung empfangen werden, aber kein VPC/VCC-Fehler vorliegt, wird eine Continuity-Check-Zelle in Rückwärtsrichtung gesendet. Antwortet der sendende VPC/VCC-Endpunkt nicht innerhalb einer

festgelegten Zeit mit einer Continuity-Check-Zelle, wird die Verbindung als gestört angenommen und eine RDI-Zelle zum VPC/VCC-Endpunkt gesendet.

Mit Hilfe der Loopback-Zellen (Prüfschleifen) besteht die Möglichkeit, auf Anforderung einzelne VPCs/VCCs zu testen, indem abschnittsweise OAM-Zellen in den Zellfluß eingespeist werden (siehe Abbildung 7.4), die mit Zusatzinformationen versehen, von wählbaren Punkten der Verbindung, zum Sender zurückkehren (Fehlerlokalisierung). Bei einem Test über die gesamte Strecke ist z.B. die Messung des 'round trip all transfer delays' möglich.

In den UNI-Spezifikationen des ATM-Forums sind bereits detaillierte Beschreibungen eines möglichen Loopback-Verfahrens aufgeführt. Demnach enthalten Loopback-Zellen (Funktionstyp = 0010) ein Loopback-Indication-Feld (LBI) von 2 Bit, in dem festgelegt wird, ob die Zelle zurückgesendet werden soll ($LBI \neq 0$) oder nicht ($LBI = 0$). Ist der Inhalt dieses Feldes ungleich Null, wird dieser im Empfänger um eins reduziert und die Zelle wird zurückgesendet. Anderenfalls wird die Zelle vom Empfänger entfernt. Mit Hilfe des 9 Byte langen Loopback-Location-ID-Feld erfolgt die Beschreibung der Punkte entlang einer Verbindung, an denen ein Loopback erfolgen soll. Um die rückgesendete Loopback-Zelle den gesendeten Zellen zuordnen zu können, erfolgt eine Kennzeichnung im Correlation-Tag-Feld (1 Byte), das von der Sendestation beliebig gewählt werden kann und von der Rücksendestation nicht modifiziert werden darf. Das Source-ID-Feld (9 Byte) dient der Identifizierung der von einer Station ausgesendeten Loopback-Zellen, so daß mit Hilfe des Correlation-Tag-Feldes eine Unterscheidung der verschiedenen Loopback-Schleifen möglich wird.

Eine Loopback-Zelle mit einem Loopback-Indication-Feld ungleich Null muß innerhalb einer Sekunde von der Empfängerstation zurückgesendet werden.

Das Aussenden der Zellen darf nur mit einer solchen Frequenz erfolgen, daß weniger als ein Prozent der Kapazität eines jeden an der Verbindung beteiligten Kanals oder Pfades durch die Management-Zellen ausgelastet wird. Es werden zwei Arten von Loopback unterschieden:

- End-to-End-Loopback

Die Rücksendung der Zellen erfolgt lediglich an den Endpunkten von Kanal- bzw. Pfadverbindungen, können aber von jedem Knoten innerhalb dieser Verbindung versendet und ausgewertet werden ($VCI = 4$ bzw. $PTI = 5$).

- UNI-Loopback

UNI-Loopback wird mit Segment-Loopback-Zellen durchgeführt ($VCI = 3$ bzw. $PTI = 4$) und erfolgt zwischen den UNI-Referenzpunkten der jeweiligen Benutzerstationen.

7.2. Performance Management

Besteht eine kaum benutzte Verbindung zwischen zwei ATM-Knoten, verbraucht diese Verbindung unnötig Ressourcen. Mittels spezieller OAM-Zellen besteht die Möglichkeit, nach einer konfigurierbaren Zeitspanne zu prüfen, ob die Verbindung noch aktiv ist oder ob lediglich der korrekte Abbau der Verbindung versäumt wurde. Tote Verbindungen können so schnellstmöglich beseitigt und die frei werdenden Ressourcen anderen Stationen zugänglich gemacht werden.

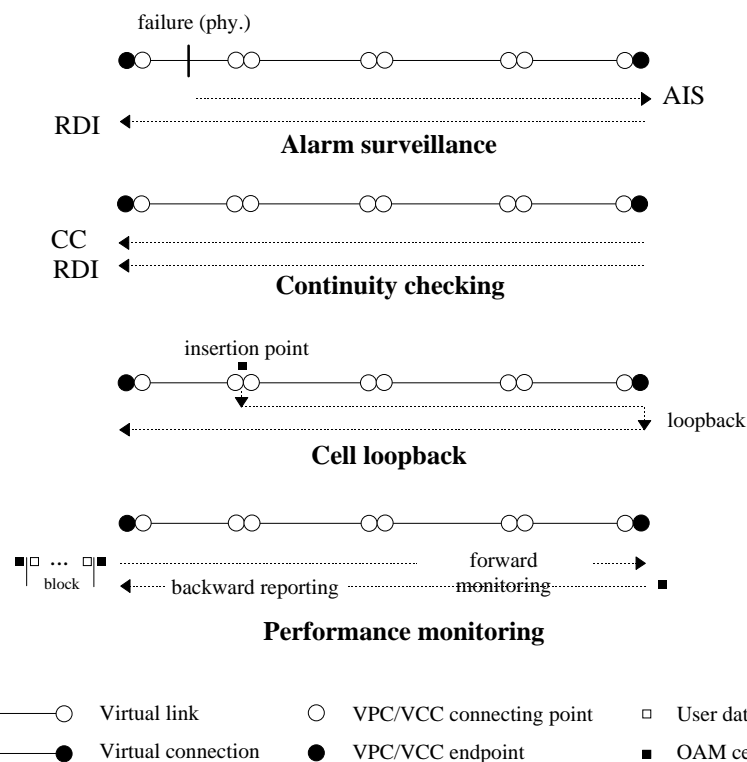


Abbildung 7.4: OAM-Prozeduren [NET 12/96]

Die Aufgabe der Qualitätsüberwachung von VP- und VC-Abschnitten übernehmen spezielle OAM-Zellen (Kontinuitätszellen) in periodischen Zeitabständen (s. Abbildung 7.4). Diese Zellen übertragen Testdaten, die auf der Empfangsseite zur Überwachung weiterverarbeitet werden (Performance Monitoring). Dazu werden Leistungsparameter (Zellensequenznummer, Gesamtbenutzerzellenzahl, Zeitstempel, Zellenverlustzähler) verwendet, die Auskunft über den Betriebszustand der jeweiligen ATM-Verbindung geben.

Mit Hilfe des Performance Monitoring (Überwachung der Übertragungsgüte) besteht die Möglichkeit der Erfassung folgender Fehlerereignisse:

- Bitfehler,
- Zellenverlust und
- Zelleneinfügungen.

Auf der Grundlage der erfaßten Fehlerquoten dieser Ereignisse werden Alarime im Netz ausgelöst. Monitoring-OAM-Zellen sind zur ständigen, systeminternen Überwachung vorgesehen und werden durch das Überschreiben von leeren Zellen (Idle-Zellen) in den Zellenstrom eingefügt. Typische Mindestblockgrößen, d.h. die Anzahlen von Benutzerzellen zwischen zwei OAM-Zellen, sind 128, 256, 512 oder 1024 Zellen.

Die Monitoring-OAM-Zellen ermöglichen über ein EDC-Datum (Error Detecting Code) in ihren Nutzdaten (BIP-16-Feld) das Erfassen von Bitfehlern in einem Block. Diese Messung besitzt nur dann ihre Gültigkeit, wenn in einem Zellenblock keine Zellenverluste oder Zelleneinfügungen aufgetreten sind. Ein zusätzliches TUC-Datum (Total Number of Transferred User Cells), welches die Anzahl der ausgesendeten Zellen auf der Datenverbindung beinhaltet, und die fortlaufende Monitoring-OAM-Zellennummerierung (MCSN - Monitoring Cell Sequence Number) modulo-256 erlauben die Registrierung von Zellenverlusten und Zelleneinfügungen. Laufzeiten können mit Hilfe des optional übertragenen Sendezeitstempels (TS - Time Stamp) bestimmt werden.

Auf der Empfängerseite führt dieser die gleichen Operationen über den Block aus und vergleicht die Ergebnisse mit denen in der Forward-Monitoring-Zelle. Da es nicht genügt, daß nur der Empfänger über das Ergebnis der Übertragungsgüteprüfung informiert ist, wird dieses über eine andere OAM-Zelle, die Backward-Reporting-Zelle, wieder zurückgesendet. Die Ergebnisse der Überprüfung im Empfänger werden hierzu in den entsprechenden Feldern BER (Block Error Result) und Loss/Misinserted Cellcount hinterlegt.

Forward-Monitoring- und Backward-Reporting-Zellen können an beliebigen Stellen zwischen Sender und Empfänger ausgewertet werden, damit auch dazwischenliegende Knoten über die Übertragungsgüte informiert sind.

Mit speziellen OAM-Zellen zur Aktivierung und Deaktivierung der Leistungsoptimierung werden diese Funktionen auf Anforderung einer ATM-Station ausgeführt.

Durch die im Netz implementierten und standardisierten OAM-Funktionen ist es möglich, einzelne Netzelemente verschiedener Hersteller in einem Netz einzusetzen und eine reibungslose Verständigung in Fehlersituationen zu ermöglichen. Mit OAM-Zellen werden repräsentative Stichproben im Signal genommen bzw. wird eine Fehlerabschätzung über Zellblöcke

durchgeführt. Diese Mechanismen dienen weniger zur Messung und zur Fehlerverfolgung, sondern vielmehr der Verfügbarkeitskontrolle für das Netzmanagement. Um präzise Messungen durchzuführen, bedient man sich spezieller Testzellen, die von Meßgeräten generiert werden und die nötigen Testdaten und Prüfmuster übertragen.

Mit Hilfe der aufgezeigten Mechanismen soll es in Zukunft u.a. möglich sein, eine weitestgehende Eigensteuerung in ATM-Netzen zu erzielen, die ohne ständige Überwachung und Konfiguration durch den Netzwerkverwalter auskommt.

[NET 10/96; ATM 10/96; NTZ 06/94; DAT 10/93]