

## **6. Kurzübersicht: ATM-Meß- und Analysemöglichkeiten**

### **6.1. Möglichkeiten der (klassischen) externen Meßtechnik**

Die Ausführungen in diesem Kapitel beschränken sich lediglich auf wesentliche Funktionen der ATM-Meßtechnik. (Eine umfassendere Betrachtung der Problematik und erweiterte Produktvergleiche sind in [GB 96] enthalten.)

#### **6.1.1. Hauptaufgaben und Grundansätze der ATM-Meßtechnik**

Die Hauptaufgabe der ATM-Meßtechnik besteht in der Definition von Qualitätsparametern für die ATM-Übertragung und dem Bestimmen dieser mittels geeigneter Meßverfahren. Der Erfassung von wesentlichen Störeinflüssen auf die ATM-Zellübertragung (Bitfehler, Übertragungsrahmenfehler, Verkehrsprofiländerungen und Zeitinvarianzstörungen, usw.) kommt dabei eine besondere Rolle zu, jedoch sind auch umfangreiche und komplexe Protokollanalysen von hohem Stellenwert.

Grundsätzlich kann man eine Dreiteilung der Meßtechnik vornehmen.

- Protokollmeßtechnik: - umfaßt alle verbindungsbezogenen Prozesse (wie Signalisierungsprozeduren) sowie Internetworkinganalysen zwischen verschiedenen Netz- und Anwendungsprotokollen
- Kanalmeßtechnik: - bewertet die Qualität der eingerichteten Verbindung anhand der Bestimmung von Performanceparametern
- Leitungsmeßtechnik: - dient der Bestimmung elektrischer/optischer Kenngrößen und Parameter der Übertragungsmedien

Protokoll- und Kanalmeßtechnik enthalten ATM-spezifische Funktionen.

Auf ATM-Ebene ist eine spezielle Meßtechnik nötig, mit eigenen auf die Gegebenheiten und Charakteristiken von ATM angepaßten Verfahren und Methoden. Für die ATM-Parametererfassung sind im Vergleich zu herkömmlichen PRBS-Signalen (Pseudo Random Binary Signal) differenzierte Meßsignale notwendig, die die gleichzeitige Messung aller ATM-Leistungsparameter gewährleisten. Zu diesem Zweck werden spezielle Testzellen, welche codierte Testdatenfelder (Zeitstempel, Sequenznummern, definierte Bitmuster, usw.) enthalten. Die Testzellenstruktur kann auf Standards (z.B.: Testzellenformat der ITU-Empfehlung O.191) beruhen, herstellereinspezifisch oder in manchen Fällen durch den Nutzer selbst festgelegt werden.

Darüberhinaus ist eine möglichst dem Realfall entsprechende Verkehrsgenerierung notwendig. Es kommen vordefinierte Testzellenströme als auch neudefinierbare Testzellenströme zum Einsatz, um bestimmte (den jeweiligen Meßaufgaben angepaßte) Verkehrscharakteristiken zu generieren.

Typische ATM-Meßaufgaben lassen sich in 2 Kategorien unterteilen.

#### 1) Leistungsparametermessungen:

dienen der Erfassung und Verifizierung von Netzleistungsparametern, die zumeist statistischen Charakter aufweisen.

z.B.: in ITU-T Empfehlung I.356 spezifizierte Parameter

CER - Cell Error Ratio

CLR - Cell Loss Ratio

CTD - Cell Transfer Delay

CDV - Cell Delay Variation

SECB - Severely Errored Cell Block Ratio

Desweiteren fallen in diese Kategorie Bitfehlermessungen, Äquivokations- und Dissipationsmessungen auf Zellebene sowie Verkehrs- und Profilanalysen.

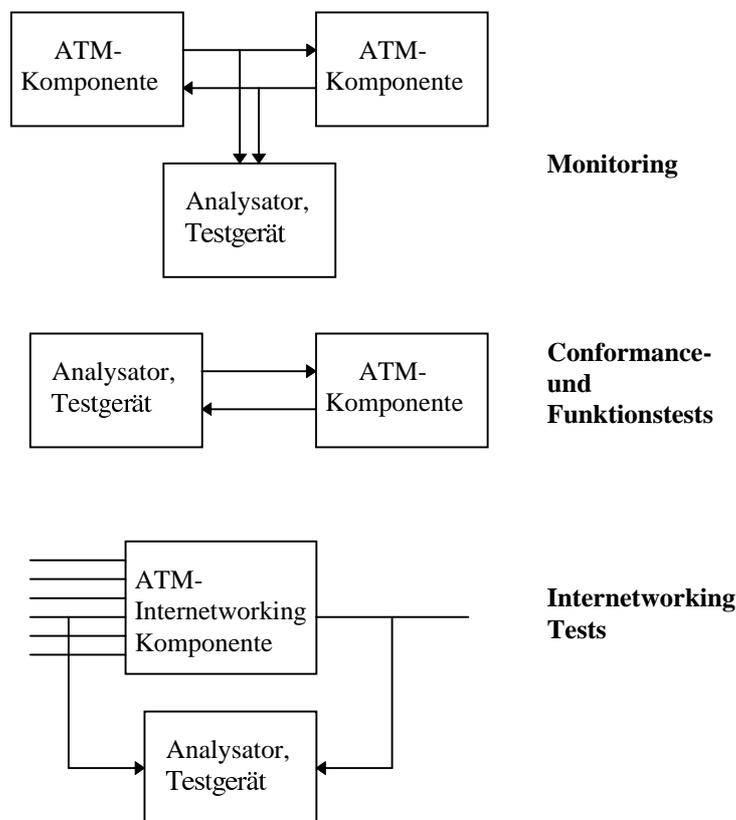
#### 2) Funktionsprüfungen, Tests der Verkehrsabwicklungsfähigkeit:

werden zur Überprüfung spezieller Systemfunktionen und -mechanismen (z.B.: Überlastkontrollmechanismen, Fehlerbehandlungsroutinen, usw.) verwendet, um die einwandfreie Funktion von Netzelementen unter bestimmten Lastbedingungen zu testen. Zu diesem Zweck werden differenzierte (auf die

jeweils zu untersuchende Funktion zugeschnittene) Testdatenströme generiert. Darin ist auch die Möglichkeit der künstlichen Fehlergenerierung (ATM-Fehler, Übertragungsrahmenfehler, ...) integriert.

### Klassifizierung allgemeiner Meßverfahren und -methoden

Im Mittelpunkt sämtlicher ATM-bezogener Meßverfahren steht die Auswertung von Zellströmen (entweder Überwachung des normalen Datenverkehrs auf den Leitungen oder spezielle Stimulation durch Testzellströme).



**Abb. 6.1.:** Meßmethoden

#### 1) Monitoring:

- beschränkt auf Überwachung von Zellströmen
- keine Manipulation
- Anwendung bei Analyse-, Betriebs- und Wartungsmessungen
- Aufnahme von Verkehrsstatistiken und Protokollstatistiken mit den zugehörigen Parametern

### 2) Conformance- und Interoperabilitätstests:

- Überprüfung von Standardkonformität und dem Zusammenspiel unterschiedlicher Geräte

### 3) Funktionstests:

- Stimulation mit bestimmten Verkehrsprofilen und Analyse des Systemverhaltens und der Verkehrsabwicklungsfähigkeit
- Fehlergenerierung und Überprüfung spezieller Systemfunktionen und Algorithmen
- Aufnahme von Performanceparametern und Leistungsdaten

### 4) Internetworking-Tests::

- Überprüfung des fehlerfreien Zusammenspiels verschiedener Netztypen untereinander und in Verbindung mit ATM
- Schwerpunkt: Analyse der Protokollumsetzung
- komplexe Meßverfahren, die auf die Protokollcharakteristika zugeschnitten sind

## **6.1.2. Anforderungen an ATM-Analysatoren**

An ATM-Analysatoren werden alle auch an LAN/WAN-Analysatoren gestellte Anforderungen und ATM-spezifische Anforderungen gestellt. Neben der erweiterten Schnittstellenanzahl und deren Analysen auf physikalischer Ebene sind vor allem Tests der ATM-Layer- und AAL-Layer-Funktionen, sowie die Dekodierung von LAN/WAN- (über ATM) und Signalisierungsprotokollen von Bedeutung. Die gestiegene Verschachtelung und Komplexität der einzelnen Layer, neue Nachrichtentypen und Informationselemente sowie die Verlagerung der Intelligenz in die Endsysteme (so auch Meßsysteme) erfordern über vorhandene Meßtechnik hinausgehende Meßtechnik zur umfassenden Analyse ATM-spezifischer Funktionen und Protokollsequenzen. Dies ist nur durch eine extrem leistungsfähige Analysehard- und Software zu erreichen (auch im Hinblick auf die Echtzeitfähigkeit für aussagekräftige Onlinestatistiken).

Für die unterschiedlichsten Testszenarien bei Inbetriebnahme-, Wartungsmessungen und der Fehlerdiagnose werden umfangreiche Meßmöglichkeiten und anpaßbare Meßmethoden benötigt.

Vor allem PC-basierte Analytoren werden den Anforderungen gerecht und weisen darüberhinausgehende Funktionalitäten auf.

Bei der Auswahl sind vor allem technische (Interfaces, Fehleranalysen, Meßfunktionen, Protokollanalysen,...) und benutzerspezifische (Weiterverarbeitung der Meßergebnisse, einfache Bedienung,...) Aspekte entscheidend.

### **6.1.3. Übersicht über derzeit verfügbare (ATM-) Meßgeräte**

<b>Kategorie</b>	<b>Funktionsumfang (allgemein)</b>	<b>Produktbeispiele</b>
ATM-Analysatoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Monitoring und Tests auf allen ATM-Layern</li> <li>■ ATM-Switch und Netzleistungsmessungen</li> <li>■ QoS-Parametermessungen</li> <li>■ VPI/VCI-Messungen</li> <li>■ Fehlerdetektion</li> <li>■ sämtliche die Übertragungssignale betreffenden Fehler und Alarme</li> <li>■ Konformitäts- und Interoperabilitätstests</li> <li>■ Bitfehlermessungen</li> <li>■ Verkehrsanalysen</li> <li>■ Statistiken (on-/offline)</li> <li>■ OAM-Analysen</li> <li>■ umfangreiche Filterfunktionen</li> <li>■ Testverkehrsgenerierung mit kompletten Alarmen</li> <li>■ nutzerdefinierbare Verkehrsstrom-Parameter und Testzellenstrukturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GN Elmi ATM Analysator EAA 5000</li> <li>■ Siemens K 4501 ATM Analysator</li> <li>■ HP 52000A Broadband Internetwork Analyzer</li> <li>■ Radcom RC-200-C ATM-Analysator</li> <li>■ ATM-100 Test Tool (Siemens, Wandel &amp; Goltermann)</li> <li>■ ATM-150 Analyzer (Tektronix)</li> <li>■ HP E 4200/4210 Broadband Series Test System</li> </ul>
Analysegeräte für digitale Übertragungssysteme mit ATM-Option	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ATM-Tests analog</li> <li>■ weitreichende Analyse- und Simulationsmöglichkeiten für PDH, SDH, ATM,... -Übertragungssysteme mit den jeweiligen Parametern, Fehlern, Alarmen usw.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ HP 75000 Serie 90 modular telecom analyzer</li> <li>■ ANT-20 (Wandel &amp; Goltermann)</li> <li>■ HP 37717 PDH/SDH/ATM Test Set</li> <li>■ HP Cerjac 156 MTS Test Set</li> </ul>
LAN/WAN/ATM-Protokollanalytoren, Internetworking Analyzer	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ komplette Protokoll-Analysen</li> <li>■ Netzleistungsmessungen</li> <li>■ Vielzahl von Analysefunktionen an einem oder mehreren Netzen</li> <li>■ Internetworkinganalysen</li> <li>■ QoS-Messungen</li> <li>■ LAN-Daten-Dekodierung auf allen 7 Layern, ATM-Dekodierung</li> <li>■ wesentliche ATM-Analysen analog</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ HP ATM-Internetwork-Advisor</li> <li>■ ATM-Sniffer-Analyzer (Network General)</li> <li>■ interWatch 95000 (GN Nettet)</li> <li>■ DA-30 (Wandel &amp; Goltermann)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ umfangreiche Statistiken</li> <li>■ Multiprotokoll-Verkehrsgenerierung</li> </ul>	
Protokoll-Analysatoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Signalisierungsprotokoll-Monitoring und Analyse (komplexe Signalisierungsprotokolle auf den Schichten 2-7 für ATM, ISDN, ZGS 7, GSM,...)</li> <li>■ Übertragungsprotokolltests</li> <li>■ Konformitäts- und Interoperabilitätstests</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Siemens K 1297</li> </ul>
Handtester	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ umfangreiche Testmöglichkeiten für den jeweiligen Netztyp mit Alarm- und Ereignisdetektion</li> <li>■ ATM-Zelleistungstests (Monitoring), VPI/VCI-Tests, QoS-Parameter-messungen, ATM-Bitfehlermessungen, umfangreiche Statistiken</li> <li>■ verschiedene Filterfunktionen</li> <li>■ Testzellenprogrammierbarkeit und Zell-generierung bis zur jeweils maximalen Rate</li> <li>■ Zellfehlergeneration</li> <li>■ speicherbare Meßergebnisse für PC-basierte Weiterverarbeitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Desk Net E3 port</li> <li>■ Desk Net OC-3 port</li> <li>■ HP OC-3 port</li> <li>■ weitere Handheld-Tester für DS3 und DS1 basierte Netze von Desk Net Systems und Hewlett-Packard</li> </ul>

**Tab. 6.1.:** Überblick über ATM-bezogene Meßtechnik

Der kurze Überblick spiegelt die Vielfältigkeit der auf dem Markt befindlichen Meßsysteme wieder. Unterschiedliche Ausführungen hinsichtlich Leistungsumfang, Aufbau und Konfigurierbarkeit lassen eine Adaption an den jeweiligen Anwendungsfall zu. Die meisten Analysegeräte sind modular aufgebaut, so daß eine bedarfsgerechte Konfiguration und die Option der späteren Erweiterbarkeit ermöglicht wird. Ein umfangreiches Schnittstellenspektrum wird abgedeckt.

Die meisten Geräte erlauben eine Daten- und Meßergebnisaufzeichnung sowie grafische und tabellarische Darstellungen der Analyseergebnisse.

[GB 96]

## **6.2. Systeminterne Analyse- und Managementtools**

Neben externen Meßgeräten, welche vorrangig für Inbetriebnahme- und Diagnosemessungen, sowie für Laborzwecke dienen, bestehen weitere systeminterne Überwachungs- und Analyseverfahren im Rahmen der Netzmanagementfunktionen. Die durch das Netzmanagement zur Verfügung gestellten Analysemöglichkeiten

ermöglichen die Erfassung von Betriebs-Leistungsparametern und Netzstatusinformationen im Rahmen der Wartung und Verwaltung von Netzen.

Die durch das Netzmanagement gegebenen Analysefunktionen werden im Rahmen allgemeiner Netzmanagementfunktionalitäten betrachtet.

### **6.2.1. Funktionen des Netzwerkmanagement (am Beispiel von Cisco Works)**

Die Netzentwicklung hatte große Veränderungen in den Bereichen:

- wie Computer verbunden werden
- Netze angewendet und gemanaged werden

zur Folge. Heutige Switched Internetworks umfassen verschiedene Typen von Switching-Komponenten in existierenden Shared-Media-Hub-und-Collapsed-Backbone-Router-Netzen, um die Vorteile von Routing und Switching zu optimieren.

LAN- und ATM-Switches stellen große Leistungssteigerungen zur Verfügung, jedoch erhöhen sie auch die Anforderungen ans Netzwerkmanagementsystem.

Folgende Anforderungen werden heute an ein Netzmanagementsystem gestellt:

- Tools, die intelligent die Netztopologie erkennen und die physikalische Infrastruktur von Switches, Router und Hubs umfassend verstehen
- Fähigkeit der Erzeugung eines Auto-Topologie-Layouts mit Multi-Layer-Views auf die physikalischen und logischen Netzstrukturen
- grafische Topologie-Anzeigen, die dem Nutzer die Konfiguration und Überwachung von logischen Benutzergruppen erlauben
- einfaches VLAN-Management (VLAN's stellen eine der komplexesten Managementaufgaben dar)
- grafisches Gerätemanagement
- Unterstützung von RMON für Verkehrsmonitoring und Analyseaufgaben
- Fehlermanagement
- Report- und Prüffunktionen, Verkehrs- und Überlastkontrolle
- grafische Benutzeroberfläche für Konfiguration, Verwaltung und Fehlersuche

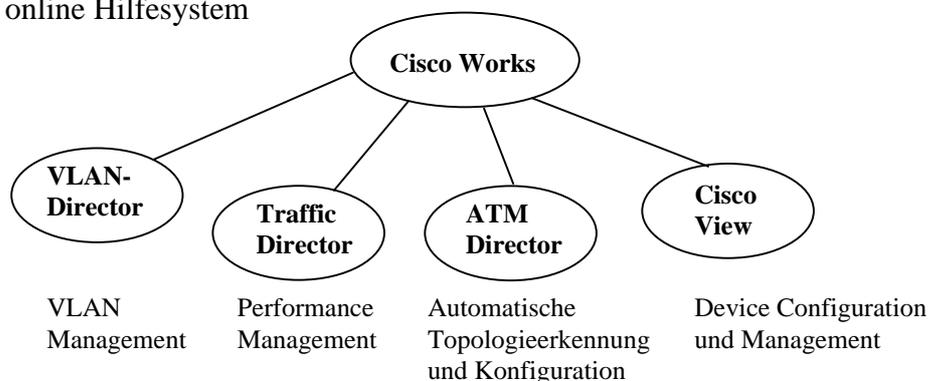
- intelligente Agenten in den Switches zur Reduktion des Management-Verkehrs und der Abhängigkeit von zentralen Managementplattformen
- Entwicklungs- und Analysesysteme für die Netzoptimierung
- Konfiguration, Monitoring und Verwaltung von virtuellen Verbindungen zwischen ATM-Switches und Routern

[Cis(4)95]

### Das Managementsystem Cisco Works und seine Tools

Cisco Works ist ein auf SNMP basierten Plattformen integrierbares Netzwerkmanagementsystem mit folgenden Funktionalitäten:

- automatische Topologieerkennung (Erkennung von Cisco-Switches und Router und den dazwischen liegenden Verbindungen)
- integrierte physikalische und topologische Views
- Anzeige von Status-Informationen über Verbindungen und Geräte
- erweiterte VLAN-Management-Funktionen
- Leistungs- und Fehlermanagement
- erweiterte ATM-Management-Funktionen
- Gerätekonfiguration
- umfangreiche Report-Tools für die Anzeige und Ausdruck von Statistiken, Konfigurationen,...
- online Hilfesystem



**Abb. 6.2.:** Struktur von Cisco Works

#### VLAN-Director:

- grafische Management-Anwendung mit drag-and-drop Optionen für die Konfiguration, Überwachung und Steuerung von Cisco Komponenten

- Mapping-Tools zur Anzeige und Konfiguration von logisch definierten Arbeitsgruppen
- drag-and-drop, Port-level-Konfigurationsoptionen für die Zuweisung von Nutzern zu VLAN's
- automatische Konfiguration von inter-switched Verbindungen für campusweite VLAN's
- detaillierte Report-Funktionen für Statusinformationen
- Detektion von Konfigurationsfehlern
- umfassendes Namensverzeichnis für VLAN's

#### Traffic Director:

- einfaches grafisches Benutzerinterface
- RMON-Unterstützung
- Monitorfunktionen für das komplette Netz
- Leistungs- und Fehlermanagement (Multilayer-Verkehrsanalysen, Alarmanzeige,...)
- umfangreiche Statistikfunktionen, Langzeit-Trend-Analysen
- Segment-Monitoring (ermöglicht Blick auf bedeutende Netzwerk-Verkehr-Statistiken und Netzaktivitäten)
- Protocol-Monitoring (komplette Protokoll- und Verkehrsanalysen auf allen Layern)

#### ATM Director:

- grafisches Nutzerinterface mit drag-and-drop Konfigurationsoptionen
- automatische Erkennung und Anzeige der ATM-Netzwerk-Topologie
- Echtzeit-Verbindungs- und VC-Monitoring, Statistiken für Verkehrsparameter usw.
- Konfiguration virtueller Verbindungen
- detaillierte Filterfunktionen

#### Cisco View:

- grafisches Gerätedisplay
- veranschaulicht Konfigurationsinformationen für Chassis, Slot, Modulkarte, Ports,...

- Echtzeitstatistiken für den jeweiligen Gerätelevel
- dynamische Statusanzeigen
- umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten für Cisco Produkte von der Konsole aus, Software-Downloads

[Cis(4)95], [Cis(5)95], [Cis(7)95]

Verweis: Anhang D enthält einige grafische Ausgaben des Managementsystem, welche im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem UNI-Rechenzentrum ausgelesen wurden, zur Veranschaulichung der gemachten Bemerkungen.

### **6.2.2. RMON-Funktionalität**

Netzwerkmanagementsysteme sind i.a. proprietär und auf die Produkte des jeweiligen Herstellers zugeschnitten. Lediglich über RMON (Remote Monitoring) sind standardkonformere Zeiten für eine umfassende Überwachung des Netzes abzusehen. (1992 erstmals von der IETF für Ethernet standardisiert (RFC 1271))

RMON als Standard-Monitoring-Spezifikation, die den Austausch und die Verarbeitung von Netz-Monitoring-Daten erlaubt, definiert Statistiken und Funktionen, die in erster Linie der Überwachung von (unintelligenten) Kommunikationsstrukturen dienen.

RMON-Systeme bringen Licht ins Dunkel der oberen Netzwerkebenen bis hin zur Anwendungsschicht. RMON-Agenten, welche in den Netzelementen die Aufgaben des Verkehrs-, Leistungs- und Fehlermanagements übernehmen, sind für ein leistungsfähiges Netzmanagement unverzichtbar.

RMON dient einerseits der unmittelbaren Erkennung und Meldung von Fehlersituationen und ist andererseits unverzichtbar für die proaktive Netzauslegung und Netzsegmentierung, da Werkzeuge für Trendanalysen implementiert sind, welche aufkommende Engpässe aufdecken.

Bereitgestellte Funktionalität: (zumeist in RMON MIB implementiert)

- umfassende Netzwerkfehlerdiagnosen
- Leistungssteigerungsinformationen, Informationen zu Netzwerk-Trends

- Analyse der Netzauslastung
- Daten- und Fehlerstatistiken (ausgetauschte Datenmengen, Kollisionsanzahl,...)
- Verkehrsflußanalysefunktionen, Verkehrsprofile, Kommunikationspartner

#### Vorteile:

- ereignisorientierte Kommunikation
- kostengünstige dezentrale Erfassung von Daten und zentrale Auswertung
- Sammlung netzweiter Informationen in einer MIB
- Standardprotokoll-SNMP-basiert
- Sicherheit eines verlässlichen Standards

#### Nachteile:

- fraglich, ob RMON-System geeignet ist, in großen Netzen das hohe Datenaufkommen der unterschiedlichen Netzwerkebenen zentral zusammenzufassen, dort zu verarbeiten und gegebenenfalls grafisch aufzubereiten
- zyklische Abfrage der RMON-Agenten erzeugt hohe Datenlasten auf den Netzverbindungen
- keine Funktionen zur Steuerung und Verwaltung des Netzes, noch zur Analyse der Fehlerursachen (im Zusammenhang mit RMON oft mißverstanden)
- Standardkonformität nicht in jedem Fall gegeben, aufgrund fehlender Funktionen im aktuellen Standard (z.B.: für FDDI, ATM und Weitverkehrsdienste / für Ebenen oberhalb der Netzwerkschicht) und dadurch verursachter proprietären Ergänzungen (Private MIBs) und Pre-Standard-Implementierungen des zukünftigen RMON-2 Standards

#### Ausblick auf RMON 2:

Der RMON 2 Standard (sollte noch 1996 verabschiedet werden) eröffnet Überwachungs- und Statistikfunktionen auf allen 7 Layern.

Der Trend zur Implementierung der RMON-Funktionalitäten unter die Management-Plattformen wird sich mehr und mehr verstärken. RMON wird jedoch auch zukünftig nur ein Element eines umfassenden Netzmanagements bleiben.

[Cis(10)95], [Data 11/96]