TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Informatik | Institut Systemarchitektur | Professur Rechnernetze

WS 2016/2017
LV Rechnernetzpraxis

11. Netzwerkmanagement

Dr. rer.nat. D. Gütter

Mail: Dietbert.Guetter@tu-dresden.de
WWW: http://www.guetter-web.de/education/rnp.htm

17.01.2017

Motivation für Netzwerkmanagement

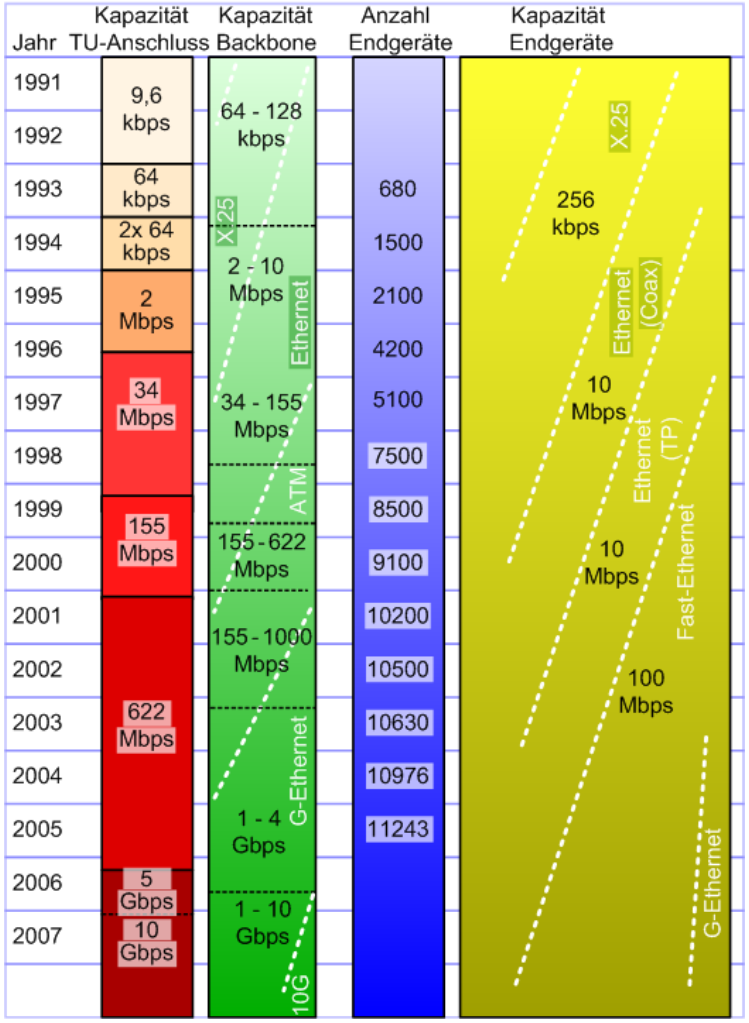
- **Komplexität der Computernetzwerke**
  - hohe Anzahl von Arbeitsplatz- und Serverrechnern
  - hohe Anzahl von Netzwerkkopplungselementen (Switches, Router, …)
  - hohe Nutzeranzahl
  - Heterogenität bei Hardware und Betriebssystemen
  - unterschiedliche Anwendungssoftware
  - hohe Sicherheitsanforderungen
  - ➢ Sicherung der Betriebsfähigkeit ist schwierig.
- **arbeitsaufwändige und teure Administration**
  - Probleme bei Konzeption und Dokumentation
  - Probleme bei Fehlersuche und- beseitigung
  - ➢ computerunterstütztes Management erforderlich zur Gewährleistung von Zuverlässigkeit, Produktivität, Leistung und Sicherheit
    Realisierung als verteiltes System

z.B. TU Dresden

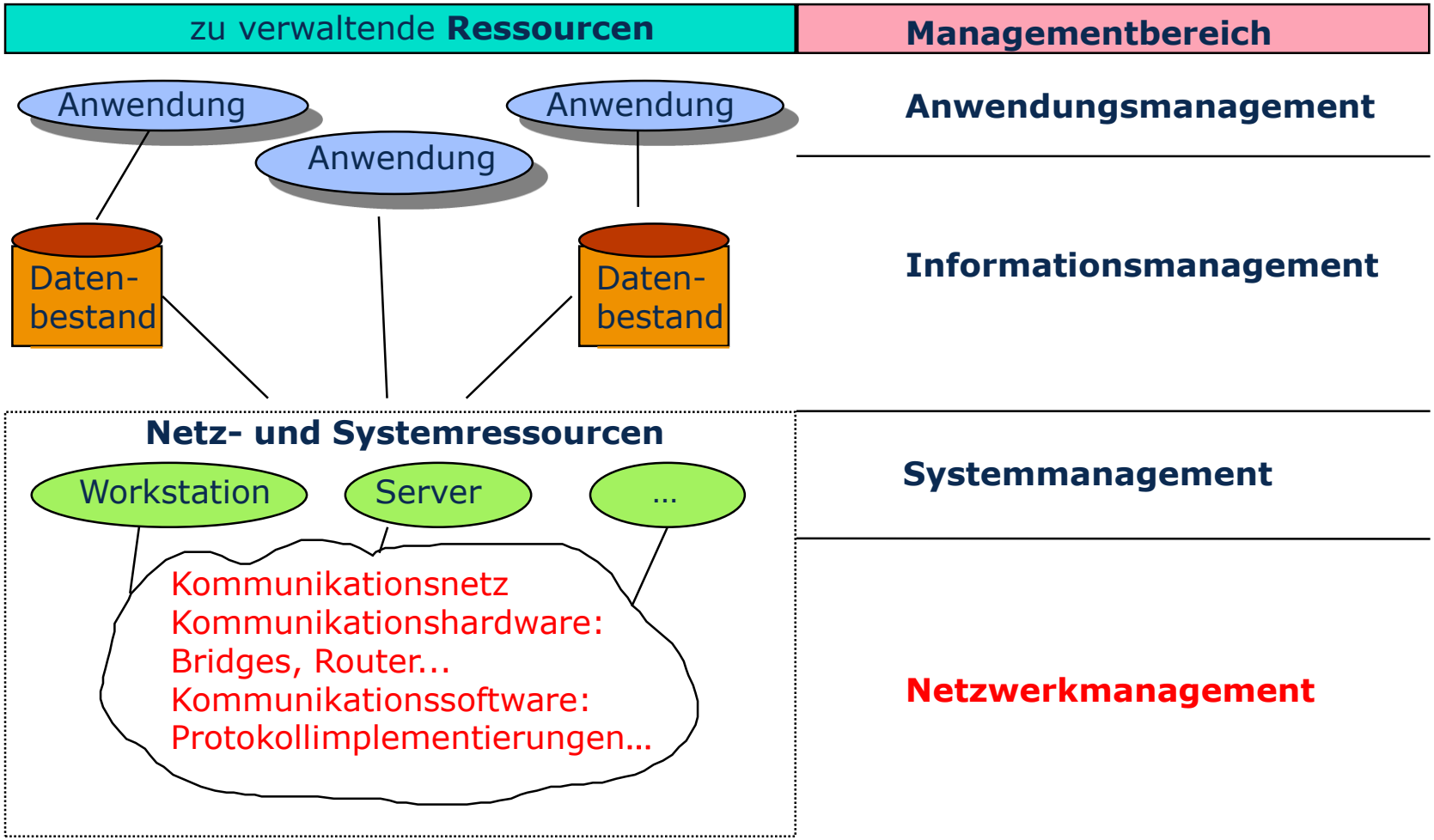
Entwicklung

der Infrastruktur

des Universitätsnetzwerkes



Managementbereiche



Aufgaben des Netzwerkmanagements

SLA (Service Level Agreements)

Prüfung und Garantie der vereinbarten Netzwerkgüte
zwischen Netzwerknutzern und Netzwerkbetreibern
(SLA z.B. über Verfügbarkeit, QOS-Parameter, Entgelte, Strafen)

Intrusion Detection	Abwehr von Angriffen auf das Netzwerk
Host Control	Starten von Diensten/Statuskontrolle Überwachung der Netzwerkhardware
Traffic	Kontrolle der Routingtabellen Messung des Netzverkehrs/Überlastverhinderung

- Welche Parameter müssen wie oft gemessen werden ?
  Welche Parameter hängen wie zusammen ?
  Bei welchen Ereignissen sollten Alarme ausgelöst werden?
  Welche Eingriffe sind unter welchen Umständen erforderlich?

ISO 7498-4 OSI Netzwerkmanagement (äqu. ITU -T X.700)

- **Configuration Management**
  Konfigurationsverwaltung
  Namensverwaltung
  Steuerung von Diensten (Start … Beenden)

- **Fault Management**
  Fehlererkennung, -isolation, -behebung

- **Accounting Management**
  Quotierung von Ressourcen
  Nutzungsstatistiken

- **Performance Management**
  Messung der Systemleistung, Leistungsstatistik
  Leistungsverbesserung

- **Security Management**
  Schlüsselgenerierung, –verteilung
  Sicherheitsüberwachung
  Alarm bei Sicherheitsproblemen

ISO Netzwerkmanagement - Begriffe

- **Managing Entity (ME)**
  Client-Applikation für Systemadministrator,
  fordert Daten an, Datenauswertung und -darstellung

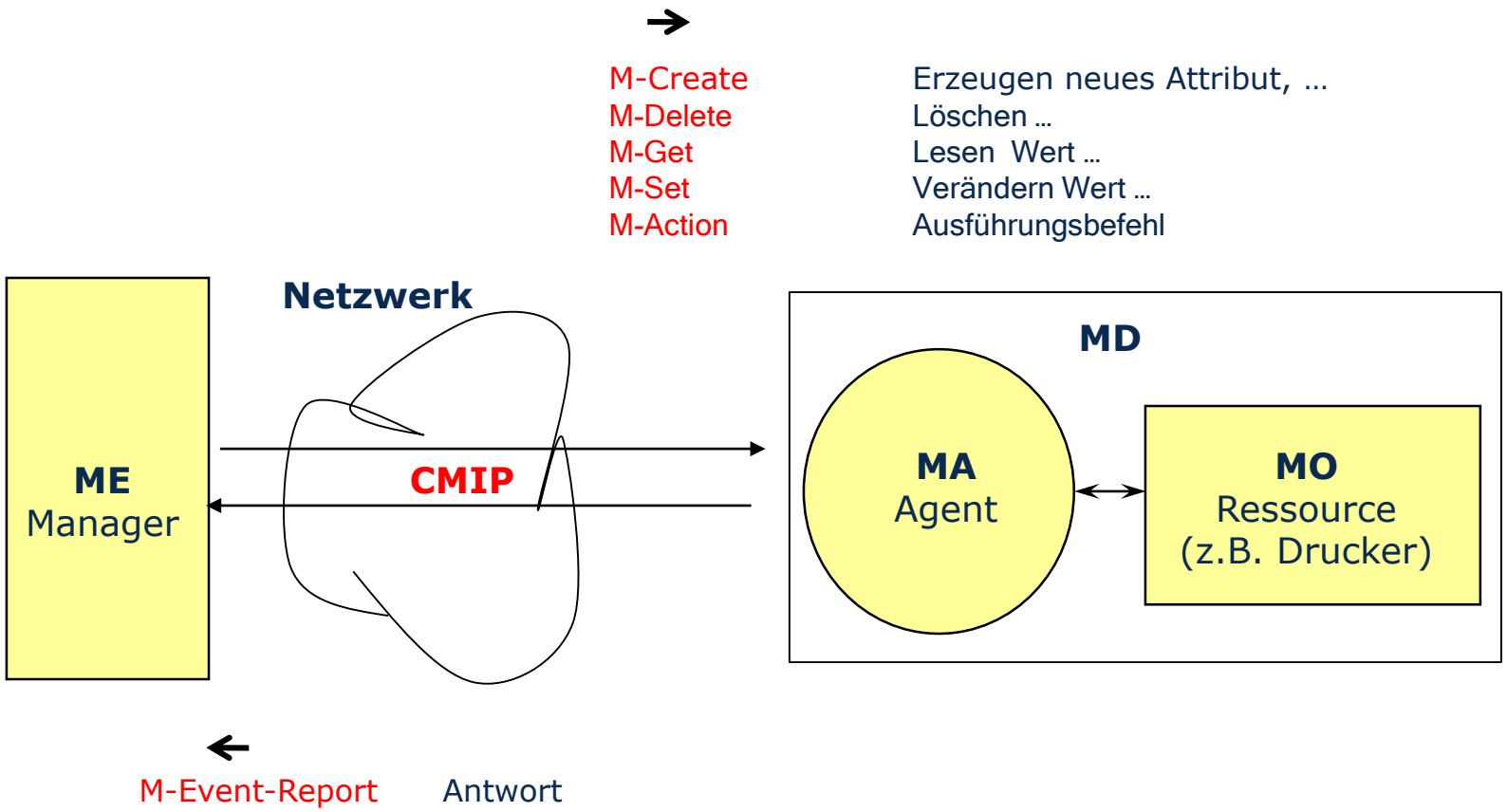
- **Managed Device (MD)**
  System, das überwacht wird

- **Network Management Agent (MA)**
  Prozess auf MD, Kommunikationspartner für ME

- **Managed Objects (MOs) und Management Information Base (MIB)**
  MO - Ressource, abstrakte Beschreibung der Eigenschaften durch Attribute
  MIB - standardisierte Zusammenfassung von MO-Gruppen

- **Network Management Protocol (NMP)**
  CMIP (Common Management Information Protocol)
  Protokoll zwischen ME und MA
  Nutzung der ISO-Dienste ACSE und ROSE, schwierig zu implementieren
  CMIS (Common Management Information Service)
  Dienstschnittstelle für ME zur Kommunikation mit MA

ISO – CMIS Dienstelemente und CMIP Protocol



Structure of Management - SMI

Notation der MO und der MIB mit der Sprache
ASN.1 (Abstract Syntax Notation ONE) ISO 8824

- formale Datenbeschreibungssprache, Definition in BNF
- Moduldefinitionen zur Zusammenfassung abstrakter Datentypen
  IMPORT und EXPORT zwischen verschiedenen Moduln möglich
- Macrodefinitionen zur Beschreibung der Eigenschaften von Objekten
- flexibles Datentypenkonzept abstrakte Syntax
  lokale Syntax beliebig (!!!)

Transfersyntax einheitlich
BER (Basic Encoding Rules) ISO 8825

- Wandlung Lokalsyntax$_1$ → Transfersyntax → Lokalsyntax$_2$
- TLV-Prinzip (Type/Length/Value)

PER (Packet Encoding Rules) stärker komprimierte Version
XER (XML Enconding Rules) XML orientierte Version, unkomprimiert

ASN.1

Datentypen

- Simple — INTEGER, OCTET STRING, OBJECT IDENTIFIER, …
- Structured — SEQUENCE (etwa wie „struct" in Sprache C), …
- Tagged — Ableitung neuer Datentypen aus vorhandenen Typen

  UNIVERSAL — vordefinierte Typen
  BOOLEAN, INTEGER, BIT STRING, OCTET STRING
  OBJECT IDENTIFIER
  NULL

  APPLICATION — anwendungsspezifische Datentypen, z.B.

```
Counter ::=
        [APPLICATION 1]
            IMPLICIT INTEGER (0..4294967295)
```

  . . .

- Subtype — Festlegung von Bereichsgrenzen

Beispiel: ASN.1 →Transfersyntax

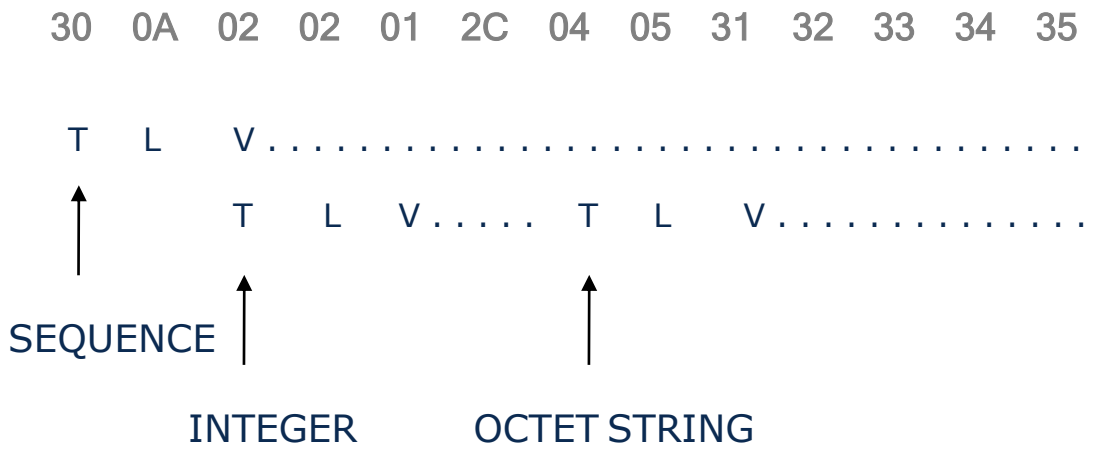
ASN.1-Typ

pdu ::= SEQUENCE { id INTEGER, content OCTET STRING }

Instanz

{ id 300, content „12345“ }

Transfersyntax als geschachtelte TLV-Darstellung (Typ/Länge/Wert)



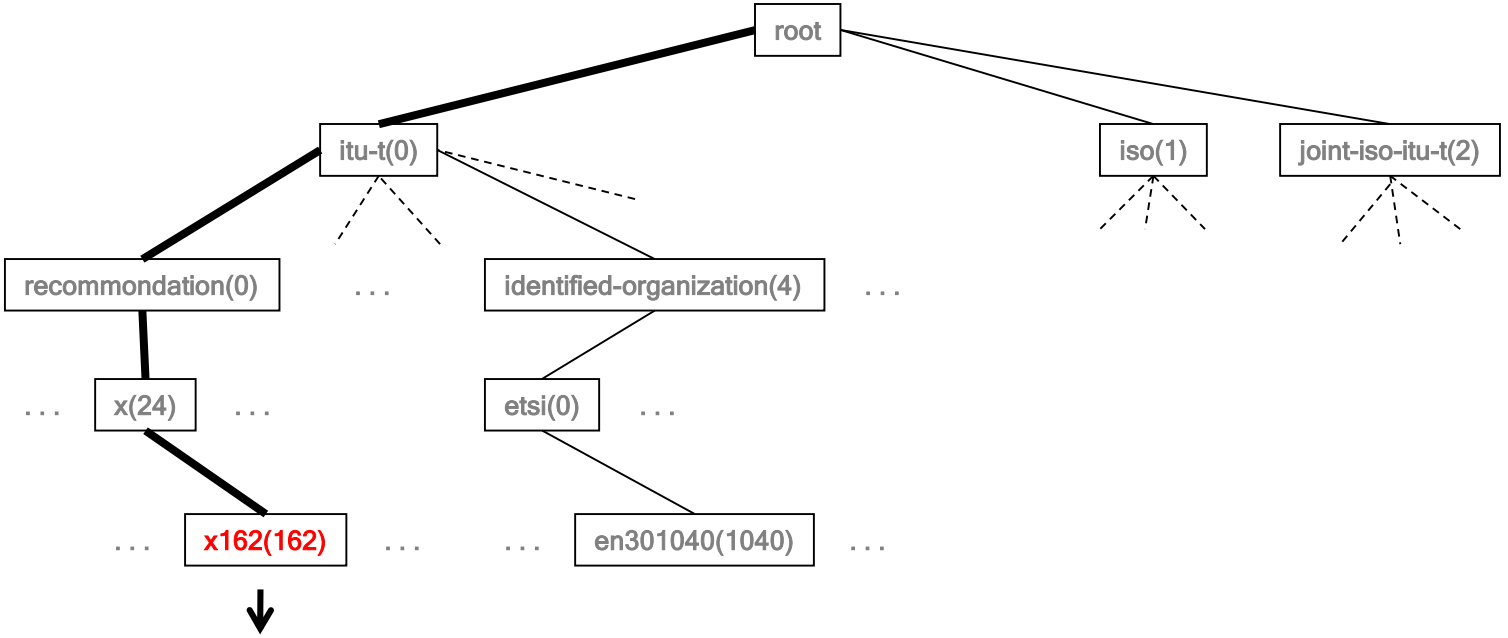
MIB - allgemein

Baumstruktur für Sammlung von MO

- MO gekennzeichnet durch
  - **OID** (Object Identifier) - Position im Baum
  - Struktur und Inhalt
- globale Eindeutigkeit des OID-Baums
  - Wurzel verwaltet durch ISO und ITU
  - Unterbäume können delegiert werden,
    der Besitzer darf weitere Unterbäume frei definieren

➢ **MIB-Datenraum ist universell erweiterbar angelegt**

MIB – Bereich ITU

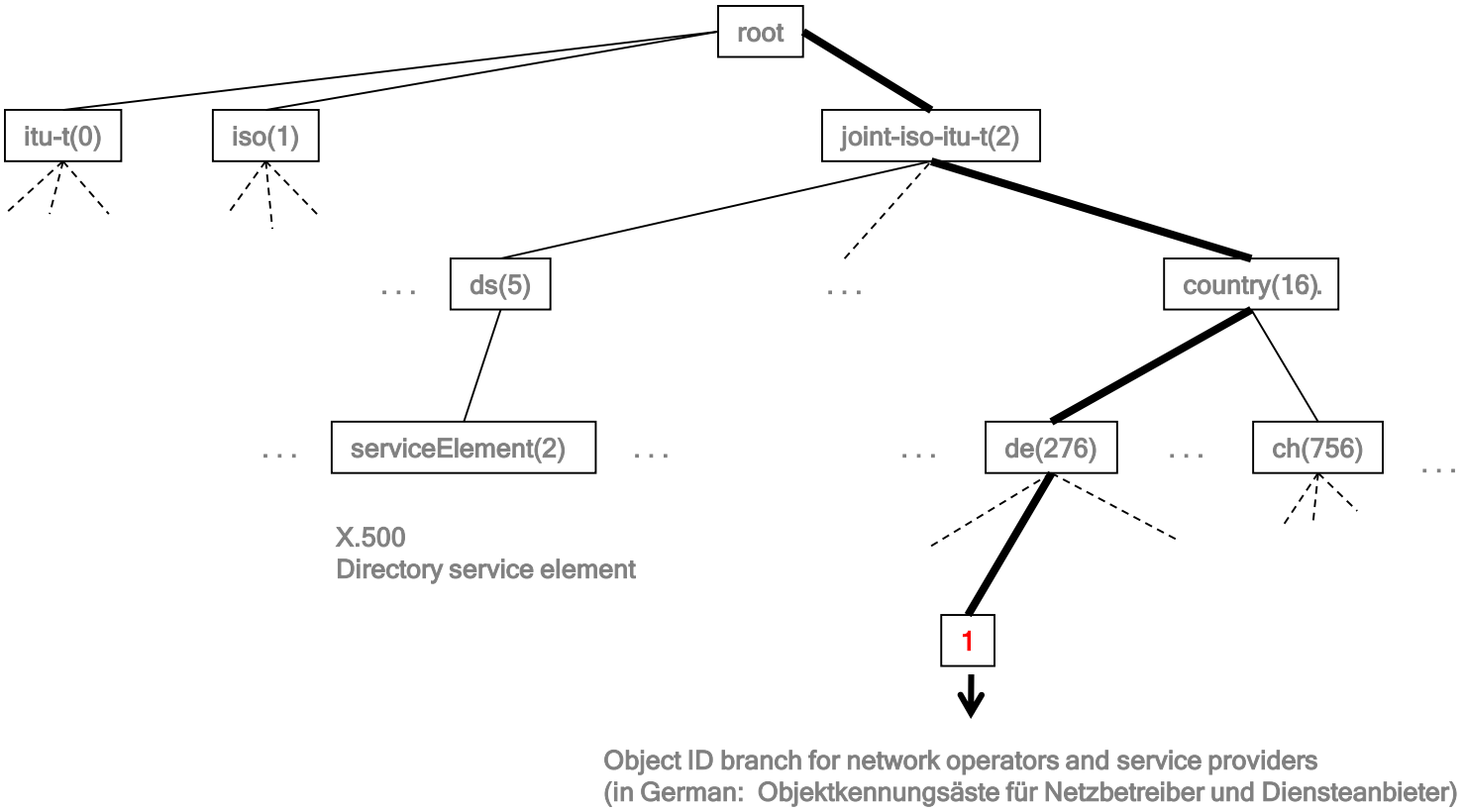


Recommendation ITU-T X.162 (March 2000):
"Definition of management information
for customer network management service for public data networks
to be used with the CNMc interface".

Notation

ASN.1	{itu-t(0) recommondation(0) x(24) x162(162)}
dot	0.0.24.162

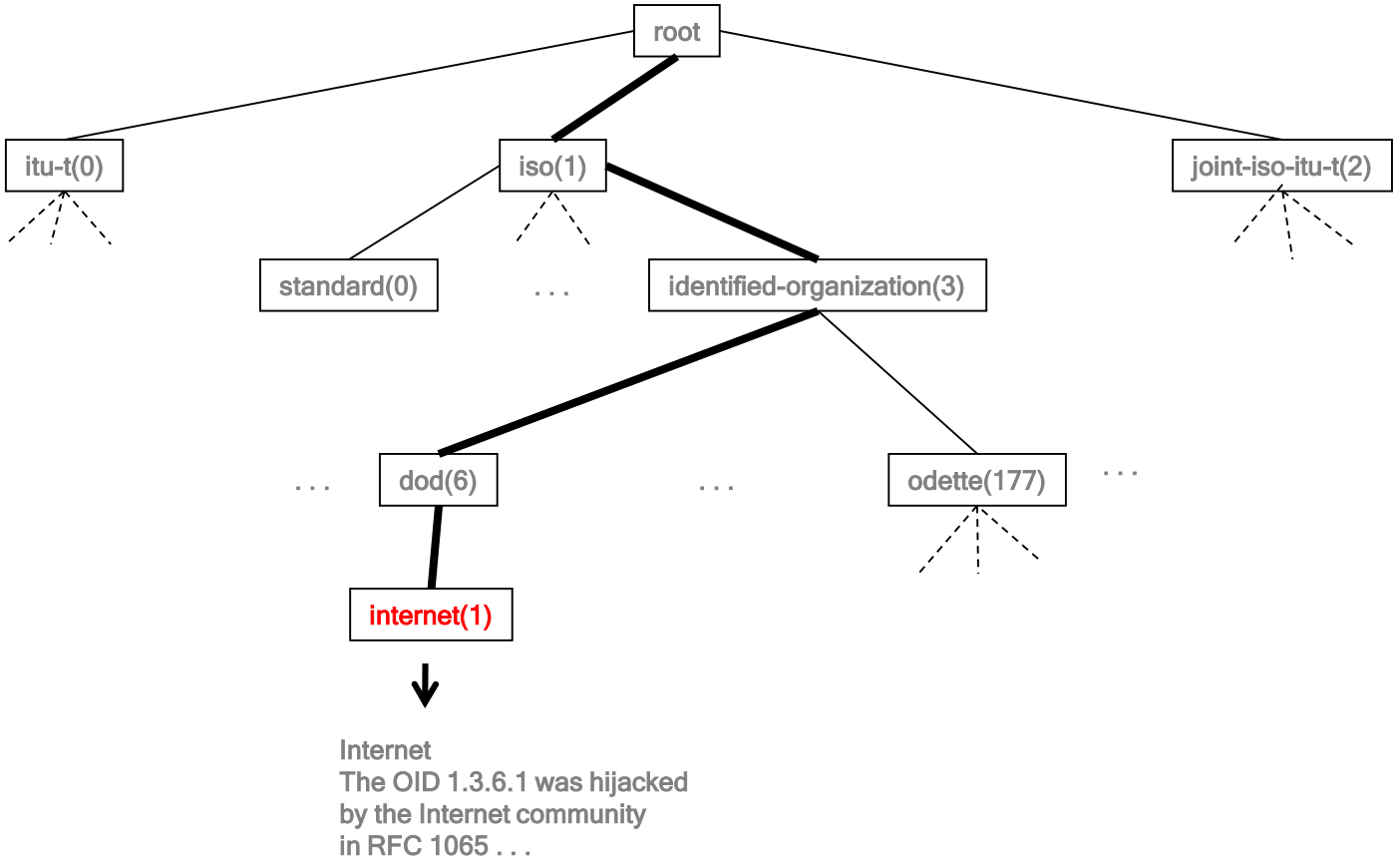
MIB – gemeinsamer Bereich ITU und ISO



Notation

ASN.1	{joint-iso-itu-t(2) country(16) de(276) 1}
dot	2.16.276.1

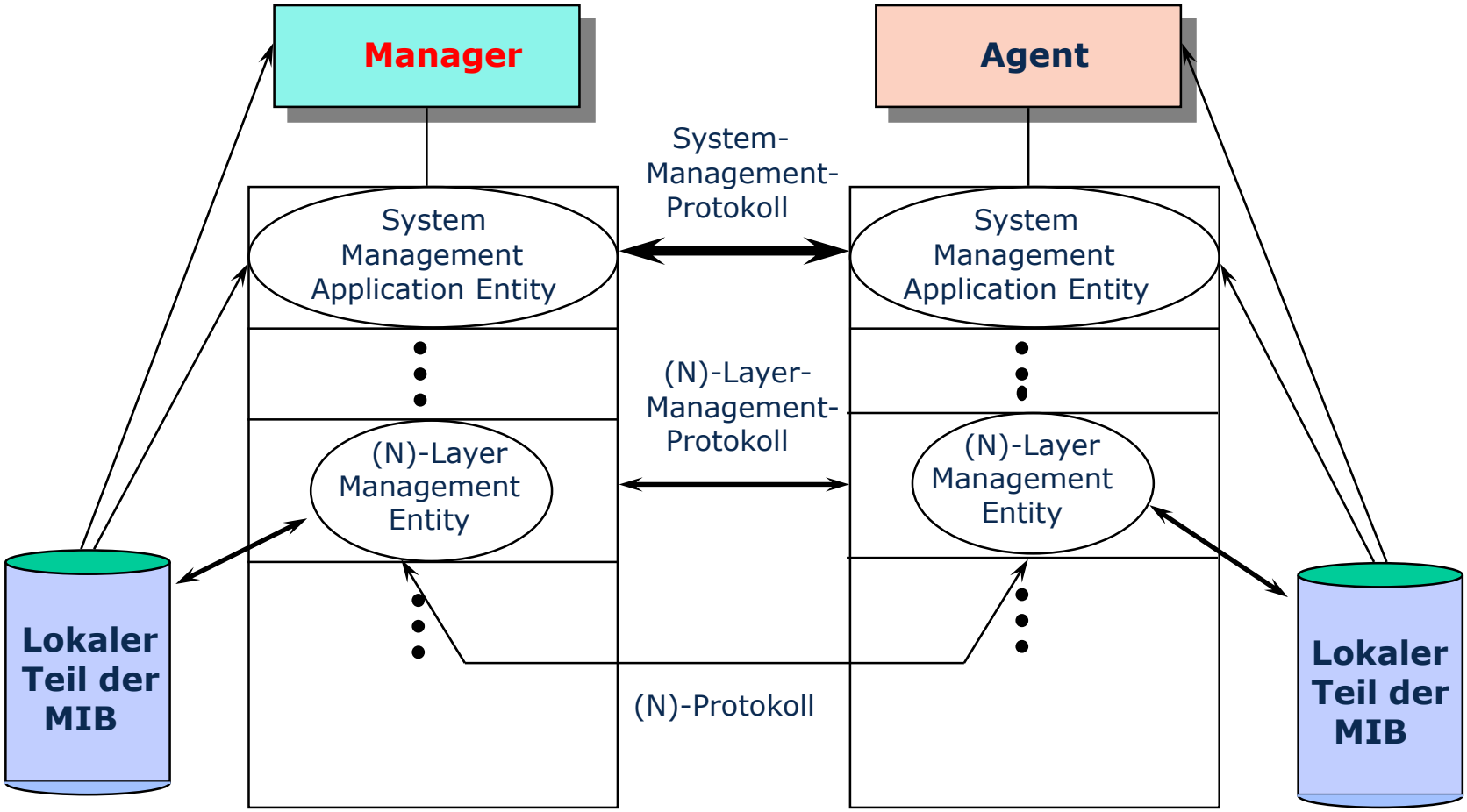
MIB – Bereich ISO



Notation

ASN.1	{iso(1) org(3) dod(6) internet(1)}
dot	1.3.6.1

ISO - schichtenspezifisches Netzwerkmanagement



→ **schwierig implementierbar**

IETF Management

Ansätze

- CMOT (CMIP over TCP) Adaption des OSI-Managements für TCP/IP-Netze
  RFC 1189, RFC 1006, Implementierung nicht populär

- **SNMP** (Simple Network Management Protocol)
  - Internetmanagement einfacher als OSI-Management
    praxisnah, Implementierung sehr verbreitet
  - einfache Erweiterungsmöglichkeit der MIB,
    um herstellerspezifische Bereiche
    über 10000 MO in hunderten RFC
  - UDP als Transportprotokoll (geringere Zuverlässigkeit)

SNMP-Historie

1987	Simple Gateway Monitoring Protokoll (SGMP)
1988	Structure of Management Information (SMIv1)
1988	Management Information Base (MIB)
1988	Simple Network Management Protocol Version 1 (SNMPv1)
1996	Version 2 (SNMPv2)
2002	Version 3 (SNMPv3)

Structure of Management - SMIv1 und SMIv2

1991 **RFC 1212** **SMIv1**
angelehnt an ISO, Notation der MO und der MIB in ASN.1

SMIv1-spezifische Datentypen
Zugriffsarten: read / write / read+write / no Access

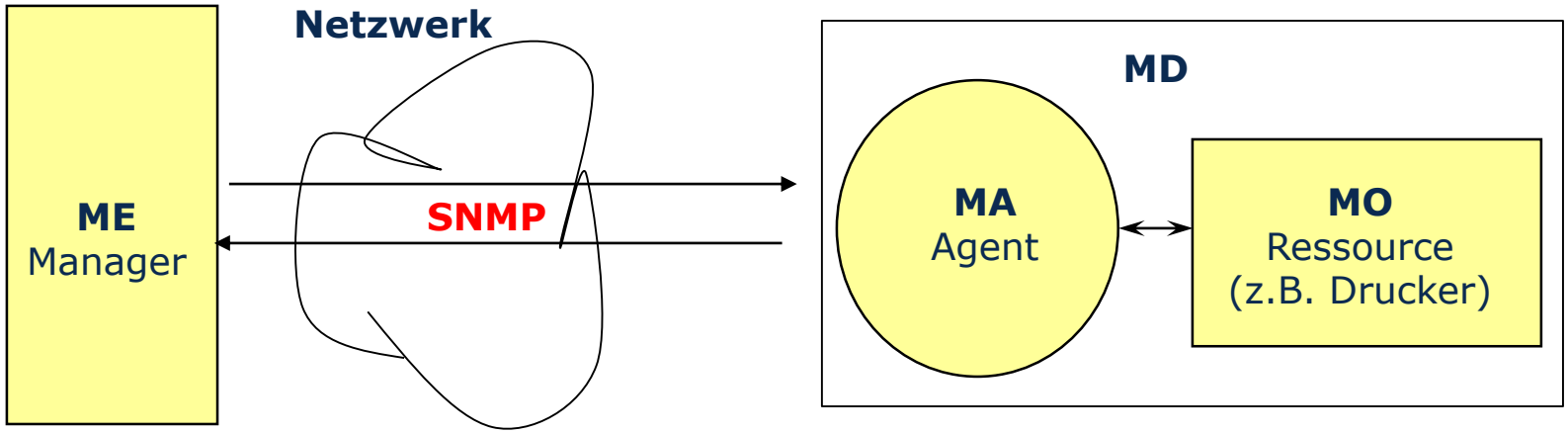
APPLICATION	NetworkAddress	Auswahl eines Adreßtypes
	IpAddress	OCTET STRING von 4 byte
	Counter	32-bit-Zähler (Überlauf bei 2^{32}), nur inkrementierbar
	Gauge	32-bit-Zähler (ohne Überlauf) in- und dekrementierbar
	TimeTicks	32-bit-Zähler (für Zeiteinheit 1/100 s)
	Opaque	Def. neuer Datentypen, geringe Bedeutung

1999 **RFC 2578** **SMIv2**
teilweise veränderte Bezeichnungen, zB. Counter32 statt Counter
Definition weiterer Zählertypen, z.B. Counter64

SNMP Dienstelemente

→

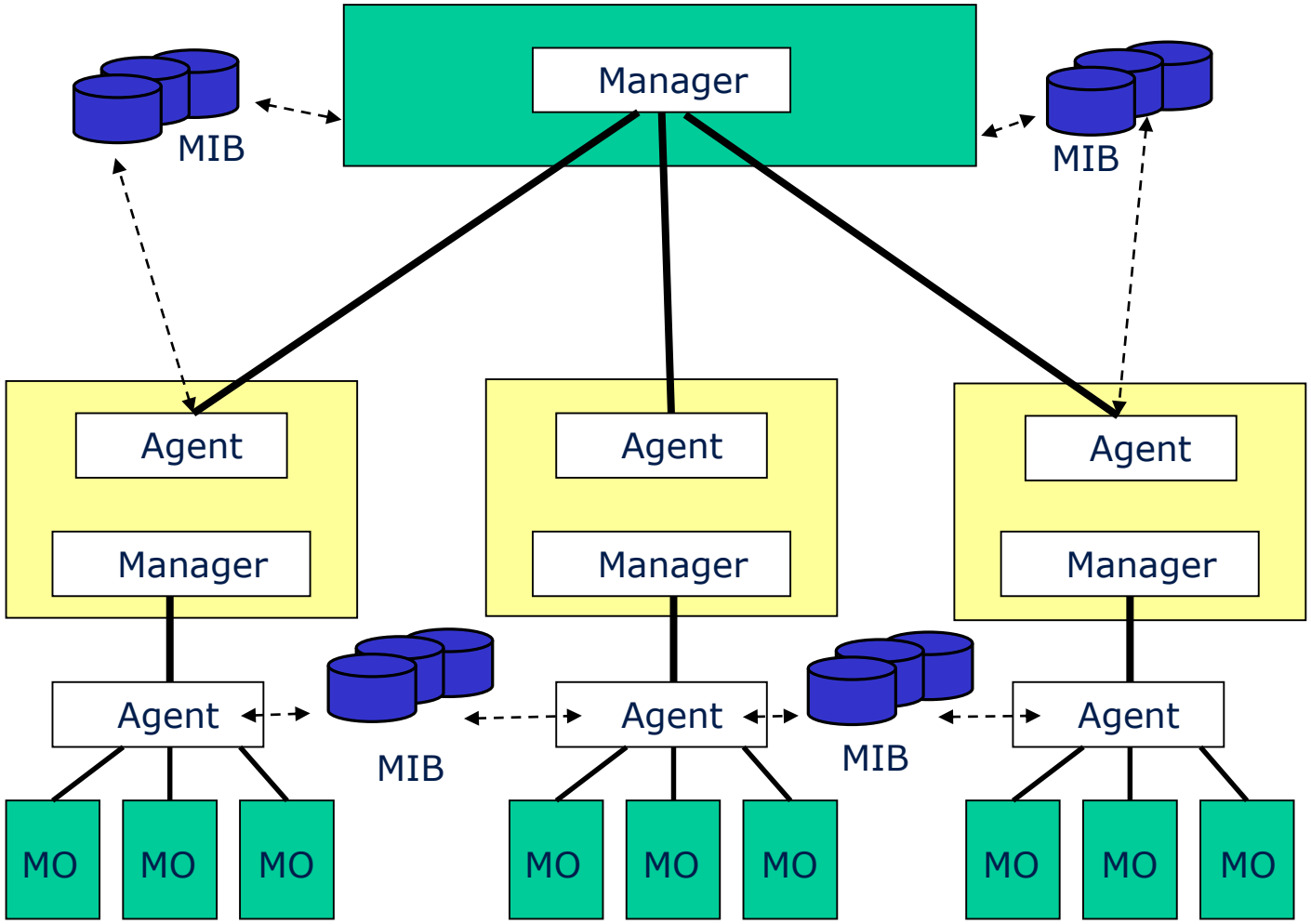
SetRequest	Verändern Wert eines Attributes
GetRequest	Lesen Wert …
GetNextRequest	Anfordern Nachfolgeparameter …
GetBulk	Anfordern mehrerer MIB-Werte (ab SNMPv2)



←

GetResponse	Antwort auf Get…
Trap	unaufgeforderte Ausnahmemeldung des Agenten
Inform	wie Trap, muß aber durch Manager quittiert werden (ab SNMPv2)

SNMP Hierarchische Systeme



SNMPv1

1990 **RFC 1157**

- Nutzung MIB-I, später auch MIB-II
  Lesen/Schreiben möglich, aber kein Erstellen neuer MIB-Einträge

- Kommunikation zw. Manager und Agent mit folgenden Operationen

  GET, GET-NEXT, SET, RESPONSE, TRAP

- UDP-basiert, unsicher

- hohe Netzlast, geringe Anzahl vordefinierter Traps

- schwaches Sicherheitskonzept

  Manager weist sich bei jeder Anfrage durch einen **„Community-String"** aus.
  String wie Zusammenfassung Login/Paßwort
  Einteilung in Gruppen
  verschiedene Strings für Lese- und Schreibrechte, (default: public)

SNMPv2

1996 **RFC 3416**

- SMIv2
  neuere MIB-Objekte (MIB-II, RMON, RMON2)

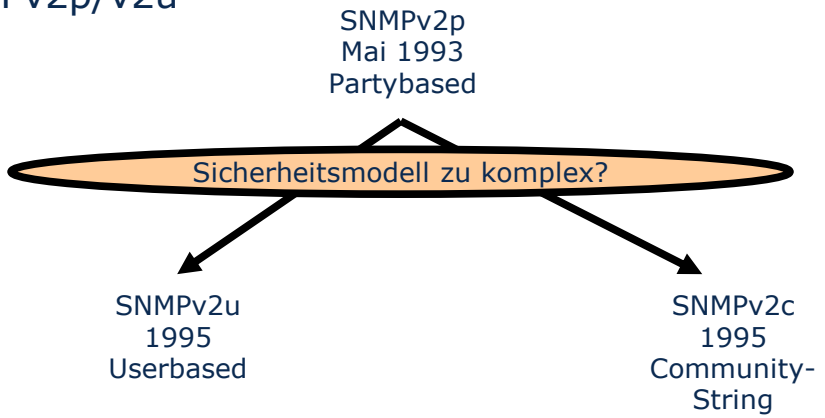
- neue Operationen

  - GetBulk effizienteres Abfragen einer Datenmenge
  - Inform bestätigtes Trap

- Manager – Manager Kommunikation möglich

- verbesserte Sicherheit bei SNMPv2p/v2u
  Authentifizierung,
  Vertraulichkeit

  Unterteilung in Stufen:
  keine, authentisiert, privat



SNMPv3

2002 **RFC 3411**
vollständig neue Architektur, aber abwärtskompatibel

- Authentifizierung über Username/Password oder Schlüssel
- Kontrolle nutzerbasierter Privilegien (view based access)
- Verschlüsselung der Nachrichten über DES
- SNMP Manager und Agent als Instanz (Entity), Trennung in 2 Schichten
  mehrere Subagenten (Entities) möglich

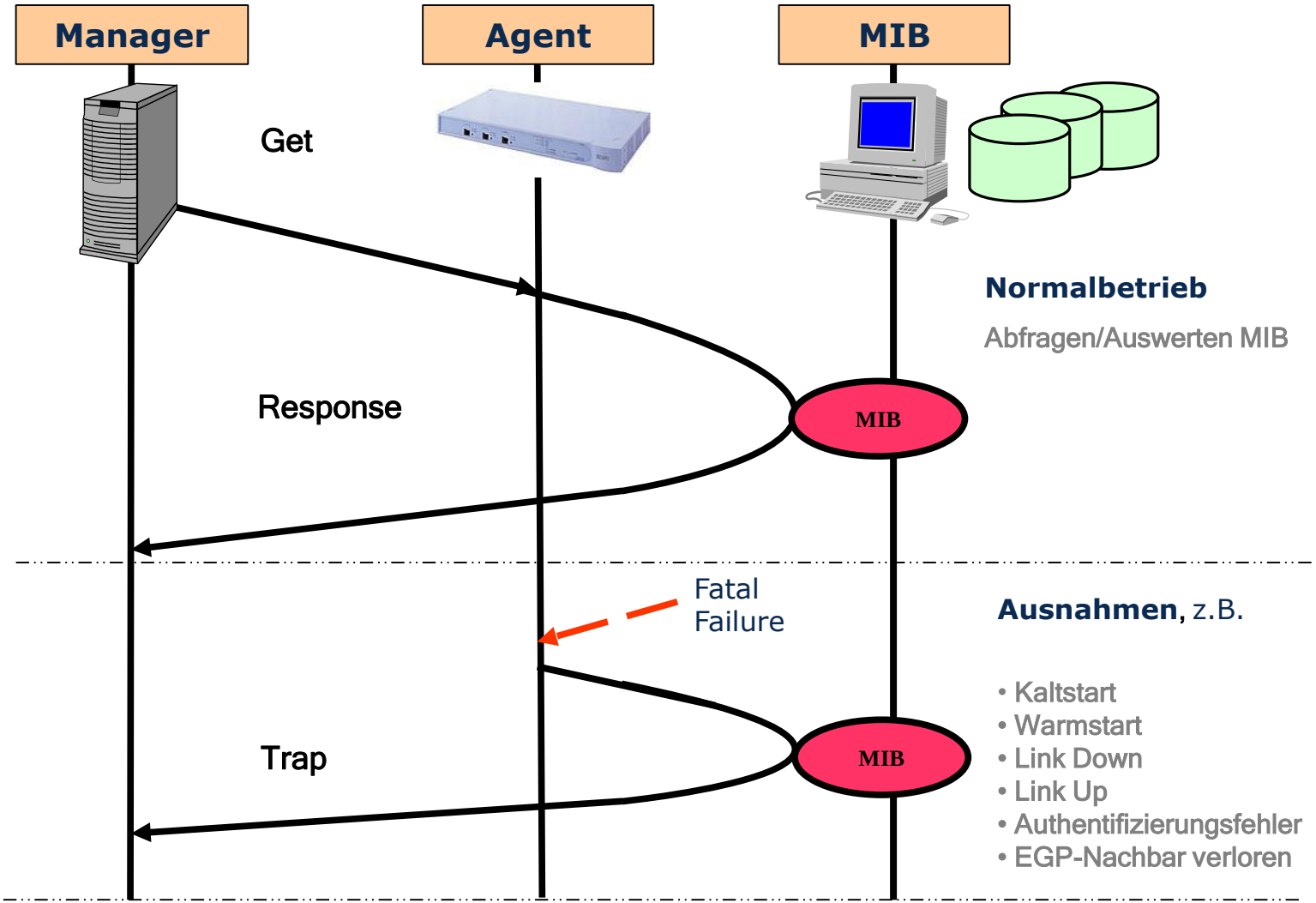
  Application

○ Command Responder	Empfang, Verwaltung der lokalen MIB
○ Command Generator	Senden von Lese-/Schreib-Kommandos
○ Notification Originator	Senden Traps an andere Instanzen
○ Notification Responder	Traps annehmen
○ Proxy Forwarder	Weiterleiten von Nachrichten, Konvertierung von/zu SNMPv1/v2

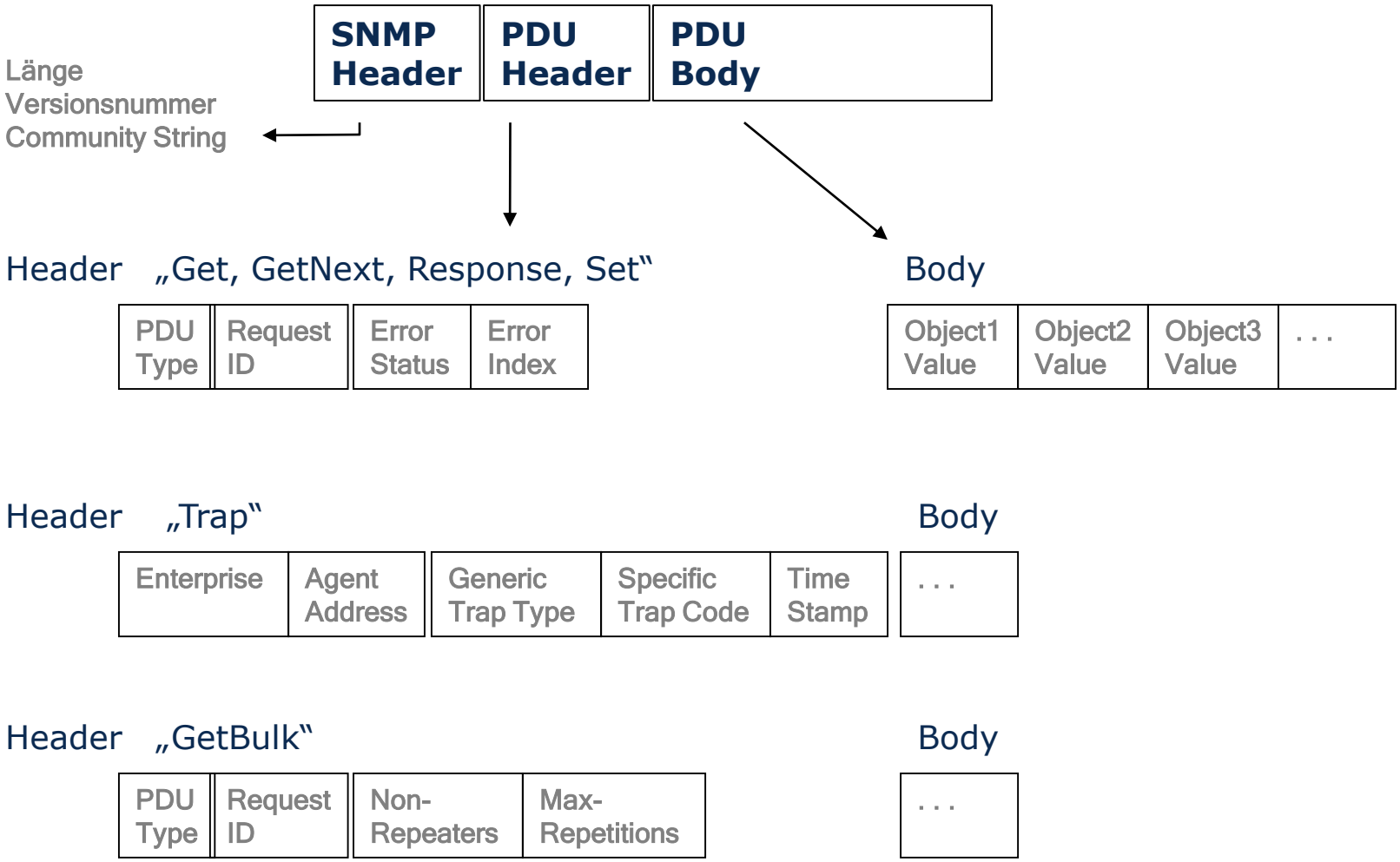
  Engine — Sicherheit, Empfang, Versand

- Synchronisation der Uhren der Instanzen

SNMP Abläufe



SNMP Nachrichtenformate



MIB-I und MIB-II

MIB I – 1987 RFC 1066, RFC 1156
114 Objekte, 8 Gruppen

Die meisten sind Zähler, z.B.

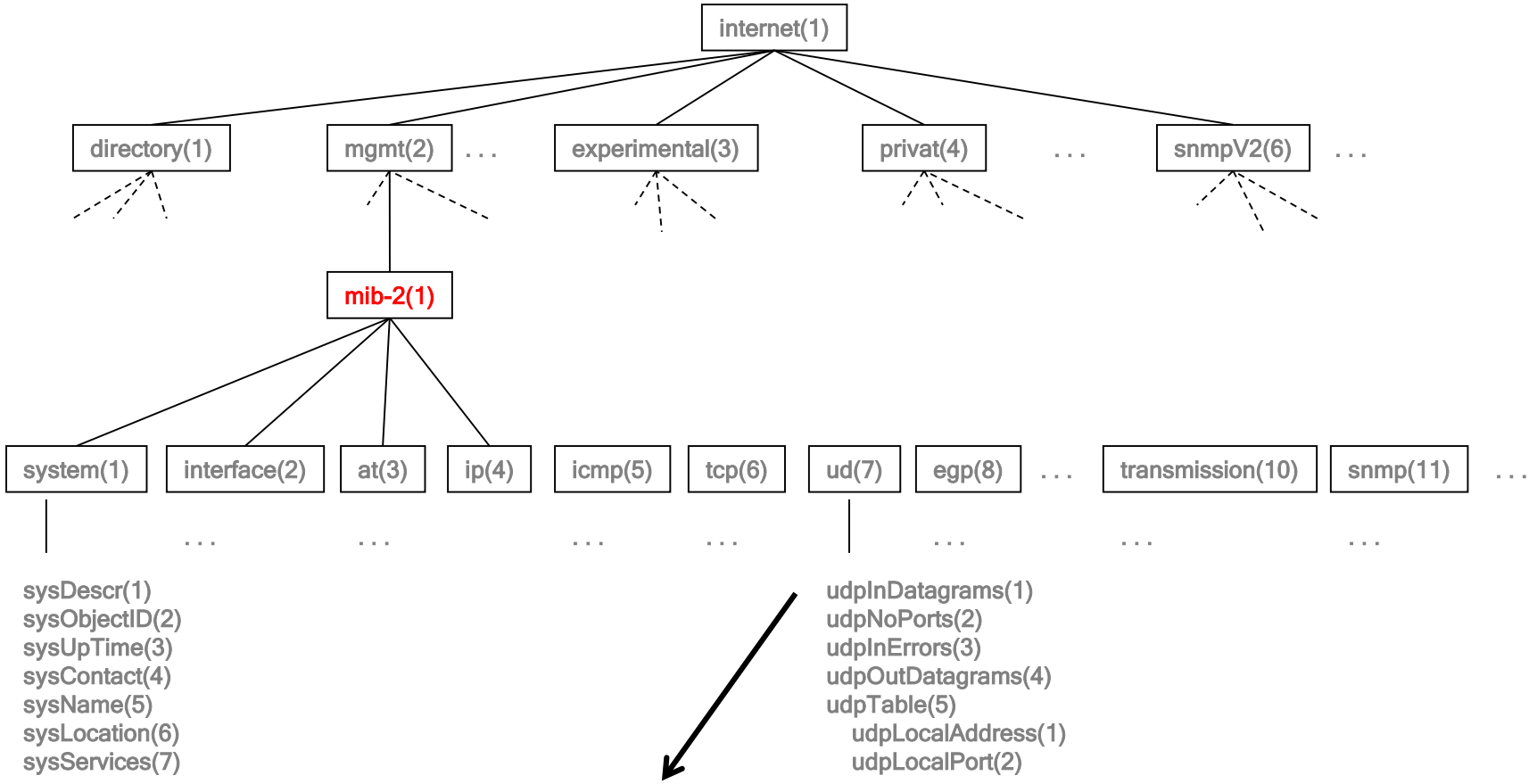
Anzahl der Datenpakete eines Protokolles
übertragene Bytes
oder aufgetretene Fehler

Die acht Gruppen von MIB I sind:

1. System
2. Interface
3. Adress Translation Table
4. Internet Protocol (IP)
5. Internet Control Message Protocol (ICMP)
6. Transmission Control Protocol (TCP)
7. User Datagram Protocol (UDP)
8. Exterior Gateway Protocol (EGP)

MIB-II - 1992 RFC 1213
wesentliche Erweiterungen, enthält MIB-I als Untermenge
zusätzliche 2 Standardgruppen

MIB – Bereich Internet



{iso(1) org(3) dod(6) internet(1) mgmt(2) mib-2(1) udp(7) udpInDatagrams(1)}
bzw.
1.3.6.1.2.1.7.1

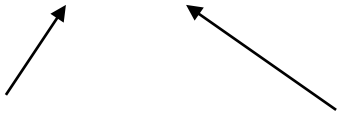
Notation des speziellen MO 1.3.6.1.2.1.7.1

ASN.1

```
udpInDatagrams OBJECT-TYPE

    SYNTAX          Counter32
    MAX-ACCESS      read-only
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "The total number of UDP datagrams delivered to UDP users"

::= { udp 1 }
```



Bezeichnung des Mutterknotens im MIB-Baum

Kindknotennummer des Mutterknotens

1.3.6.1.2.1.7

MIB-II wichtige OIDs

MIB-II: »iso(1).org(3).dod(6).internet(1).mgmt(2).mib-2(1)«	
OID	**Beschreibung**
system(1).sysDescr(1)	Geräteinformation, etwa Hersteller, Name des Modells, Version der Software
system(1).sysObjectID(3)	Kennzeichnung des Agententyps, hier ist eine OID aus dem Enterprise-Ast eingetragen, bei Net-SNMP etwa »enterprises.ucdavis.ucdSnmpAgent.linux«
system(1).sysUpTime(3)	Millisekunden seit dem Start des SNMP-Agenten
system(1).sysContact(4)	Kontaktadresse des Admins dieses Geräts
system(1).sysName(5)	Name der Maschine, üblicherweise der DNS-Name
system(1).sysLocation(6)	Aufstellungsort des Geräts
interfaces(2).ifNumber(1)	Anzahl der vorhandenen Netzwerkschnittstellen
interfaces(2).ifTable(2)	Tabelle mit Informationen zu jeder Schnittstelle (Name, Typ, Geschwindigkeit, MTU)
at(3).atTable(1)	ARP-Tabelle (Address Translation)
ip(4).ipForwarding(1)	Bei Geräten mit mehreren Interfaces: 1, falls IP-Forwarding stattfindet, sonst 2
ip(4).ipAddrTable(2)	IP-Informationen der Interfaces (Broadcast- und Routeradressen, Netzmasken und Metrik)
icmp(5)	Eine Menge von ICMP-Statistiken
tcp(6).tcpConnTable(13)	Liste der bestehenden TCP-Verbindungen mit ihrem Status
udp(7).udpTable(5)	Liste der offenen UDP-Sockets
snmp(11)	Eine Menge von SNMP-Statistiken
Host-Resources-MIB: »iso(1).org(3).dod(6).internet(1).mgmt(2).mib-2(1).host(25)«	
OID	**Beschreibung**
hrSystem(1)	Uptime des Hosts sowie Anzahl der laufenden Prozesse und der angemeldeten Benutzer
hrStorage(2)	Speicher der verschiedensten Form wie Real Memory, Swap, Memory Buffer
hrDevice(3)	Liste der verfügbaren Geräte wie Drucker, Prozessor, Mainboard-Chipsatz
hrSWRun(4)	Liste der laufenden Prozesse (wie »ps«)
hrSWRunPerf(5)	CPU-Verbrauch der laufenden Prozesse
hrSWInstalled(6)	Liste der installierten Softwarepakete mit Installationsdatum, nutzt die RPM-Datenbank
UCD-SNMP-MIB: »iso(1).org(3).dod(6).internet(1).private(4).enterprises(1).ucdavis(2021)«	
OID	**Beschreibung**
prTable(2)	Tabelle mit Prozessen, deren Anzahl laufender Instanzen überwacht wird
memory(4).memTotalReal(5)	Größe des zur Verfügung stehenden Arbeitsspeichers
extTable(8)	Erweiterbare Spezial-MIB, die externe Programme ausführt und die Ergebnisse zurückliefert
laTable(10)	Load-Average-Werte (1-, 5-, 15-Minuten-Intervall)
systemStats(11)	Systemspezifische Variablen und Maximalwerte
ucdExperimental(13)	Experimenteller Ast, hier können auch eigene MIB-Erweiterungen Platz finden
ucdSnmpAgent(250).linux(10)	Kennzeichnung des SNMP-Agententyps

MIB-II Tabellenzugriff

Die meisten MO sind durch feste Positionen (OIDs) im MIB-Baum gekennzeichnet.
Bei Tabellen ist die Anzahl der Elemente dynamisch

Beispiel mit 5 Interfaceeinträgen

Interfaces(2)
- ifNumber(1) — Zähler mit Wert 5
- ifTable(2) — 5 Tabelleneinträge
  - ifEntry(1)
    - ifDescr(2)
    - ifType(3)
    - ifMtu(4)
    - …
    - ifInOctects(10)
    - …
    - ifOutOctets(16)
    - …

ifEntry	ifDescr	ifType	. . .
ifEntry	ifDescr	ifType	. . .
ifEntry	ifDescr	ifType	. . .
ifEntry	ifDescr	ifType	. . .
ifEntry	ifDescr	**ifType**	. . .

OID für Parameter	ifEntry	3. Interfaces	1.3.6.1.2.1.2.2.1.**1.3**
	ifType	5. Interfaces	1.3.6.1.2.1.2.2.1.**3.5**

Herstellerspezifische MIBs

Hersteller benötigen u.U. eigene MIBs

Einbindung als Unterbaum in MIB-II
unter Knoten „privat(4) enterprises(1) firma(x)“ (1.3.6.1.4.1.x)

Beispiele:

1.3.6.1.4.1.2	ibm	Fa. IBM
1.3.6.1.4.1.9	cisco	Cisco Systems, Inc.
1.3.6.1.4.1.11	hp	Hewlett Packard
1.3.6.1.4.1.36	36	DEC
1.3.6.1.4.1.42	sun	SUN Microsystems
1.3.6.1.4.1.43	3Com	3Com
1.3.6.1.4.1.59	sgi	Silicon Graphics, Inc.
1.3.6.1.4.1.63	63	Apple Computer, Inc.
1.3.6.1.4.1.71	71	NASA
. . .		
1.3.6.1.4.1.30000	30000	University of Western Sydney
. . .		

MIB-II Erweiterungen

Klassische Aufgabenaufteilung zwischen Manager und Agent

- Agent ist ressourcenschwach und übernimmt nur einfache Aufgaben
  z.B. Zähler führen
- Manager ist ressourcenstark und übernimmt intelligente Aufgaben
  z.B. Statistiken führen

Trend: Leistungsfähige Prozessoren, preiswerte Speicher

- Ressourcenbeschränkung für Agent nicht mehr aktuell
- Agenten übernehmen teilweise Funktionalität von Managern
  - Entlastung des Managers, größere Netze verwaltbar
  - Entlastung des Netzwerkes, geringerer Netzverkehr

Beispiele für MIB-II-Erweiterungen

RMON MIB	(RFC 1271,1757)	1.3.6.1.2.1.16
RMON2 MIB	(RFC 2021)	
Bridge MIB	(RFC 1493)	1.3.6.1.2.1.17

RMON MIB (MIB-II Erweiterung)

rmon (mib-2 16) 1.3.6.1.2.1.16

RMON1 (RFC 1271,1757)	*1991 - Monitoring Schichten 1 und 2*
statistics(1)	Tabelle über Paketcharakteristika, Kollisionen, …
history(2)	aufwendige Änderungsaufzeichnung für spätere Analyse
alarm(3)	Schwellwerte für Alarme (trap)
host(4)	MAC-Adressen, z.B. Switch-Nutzer
hostTopN(5)	Ranglisten, Auslastungen …
matrix(6)	Matrix zur Verkehrsstatistik (Quell-Zieladresse, Umfang, …)
filter(7)	Bedingungen für Paketfilterung (Sicherheitsmanagement)
capture(8)	Bedingungen für Paketüberwachung
event(9)	Bedingungen für Erzeugung von Ereignissen (trap, log)
tokenRing(10)	Erweiterung RMON für spezifische Objekte von Token Ring

RMON1 (RFC 2021)	*1997 - Monitoring für höhere Schichten*
protocolDir(11)	…
protocolDist(12)	
addressMap(13)	
n1Host(14)	
n1Matrix(15)	
a1Host(16)	
a1Matrix(17)	
usrHistory(18)	
probeConfig(19)	
rmonConformance(20)	

Bridge MIB (MIB-II Erweiterung)

RFC 1493

dot1dBridge (mib-2 17) 1.3.6.1.2.1.17

dot1dBase(1)	Objekte für Brücken Brückentyp, eigene MAC-Adresse Portanzahl, Zuordnung Interface, … für jeden Port: Anzahl von Framegrößenüberschreitungen für jeden Port: Anzahl von Zeitüberschreitungen
dot1dStp(2)	Objekte zur Unterstützung von Spanning Tree
dot1dSr(3)	Objekte zur Unterstützung von Source Routing
dot1dTp(4)	Objekte für Transparente Bridges Anzahl empfangener, weitergeleiteter, verworfener Frames Weiterleitungstabelle, Verfallzeiten für Einträge, …
dot1dStatic(5)	Objekte für Destination Address Filtering

Netzwerkmanagement ad-hoc Tools

zur schnellen Lösung einfacher Probleme, in allen Betriebssystemen verfügbar

Clients meist Kommandozeilentools,
jedoch Trend zu komfortableren webbasierten Oberflächen

Server im Betriebssystem als Dämon installiert,
ggf. nicht installiert wegen Sicherheitsbedenken

- ipconfig — Anzeige der eigenen Konfigurationsparameter z.B. IP-Adresse, Maske, …
- arp — Anzeige der ARP-Zuordungstabelle (IP|MAC)
- ping — Test auf Erreichbarkeit, Messung Übertragungsdauer
- tracert — Anzeige Übertragungsweg
- pathping — Alternative zu tracert
- nslookup — Ermittlung IP-Adresse/Domäne eines Rechners über DNS
- dig / host — Alternativen zu nslookup
- finger — Anzeige der Nutzer eines Rechners
- tracepath — Ermittlung MTU für Kommunikationsweg (tracepath6 für IPv6)
- netstat — Anzeige Netzwerkstatistik
- route — Anzeige/Manipulation von Routingtabellen
- nmap — Netzwerkscanner, z.B. zur Ermittlung der Portnutzung, …
- wireshark — sehr leistungsfähiger Netzwerkscanner

Management in komplexen Netzwerken

- Ad-hoc Tools nicht ausreichend

  CMIP: sehr leistungsfähig, geeignet für WANs
  SNMP: für die meisten Netzwerke ausreichende Funktionalität
  sehr verbreitet und von allen signifikanten Herstellern unterstützt

- Anforderungen an Tools

  SNMP-Unterstützung, ggf. zusätzlich CMIP

  Unterstützung für Standard-MIBs und möglichst viele private MIBs

  permanent aktuelle Übersicht über alle relevanten Netzeigenschaften
  (Arbeitsstationen, Server, Switches, Router, …
  Verbindungen, Adreßzuordnungen, Auslastungen,
  Dienstverfügbarkeiten)

  komfortable Nutzeroberfläche, Trend webbasierte Lösungen

SNMP - Freeware Tools

Tool	Kommentar
Net-SNMP	SNMP-Bibliothek und –Agenten MIB-Browser, (ehemals UCD-SNMP) www.netsnmp.org
Scotty	umfangreiches NM-Tool, unterstützt SNMPv1, v2 wwwsnmp.cs.utwente.nl/~schoenw/scotty
Big Brother	Überwachungs-Framework, HTML-Ergebnisauslieferung www.bb4.com/bb
MRTG	(Multi Router Traffic Grapher) Messen der Auslastung eines Netzwerks, grafische Darstellung, HTML-Ergebnisauslieferung www.mrtg.org
Netsaint	Modularer Aufbau, Benachrichtigung per per E-Mail/SMS, HTML-Ergebnisauslieferung netsaint.org
Telemetrybox	integriertes Paket www.telemetrybox.org
Getif	Grafischer MIB-Browser, unterstützt SNMPv1, v2 und v3 www.wtcs.org/snmp4tpc/getif.htm

Unix Shell-Kommandos

• snmpset	Aufruf von SNMP	Set
• snmptrap		Trap
• snmpget		Get
• snmpgetnext		GetNext
• snmpwalk		GetNext
• snmpbulkget		GetBulk
• snmpbulkwalk		GetBulk
• snmptable	Tabellenausgabe	GetNext bzw. GetBulk
• snmpdelta	Monitor	Get

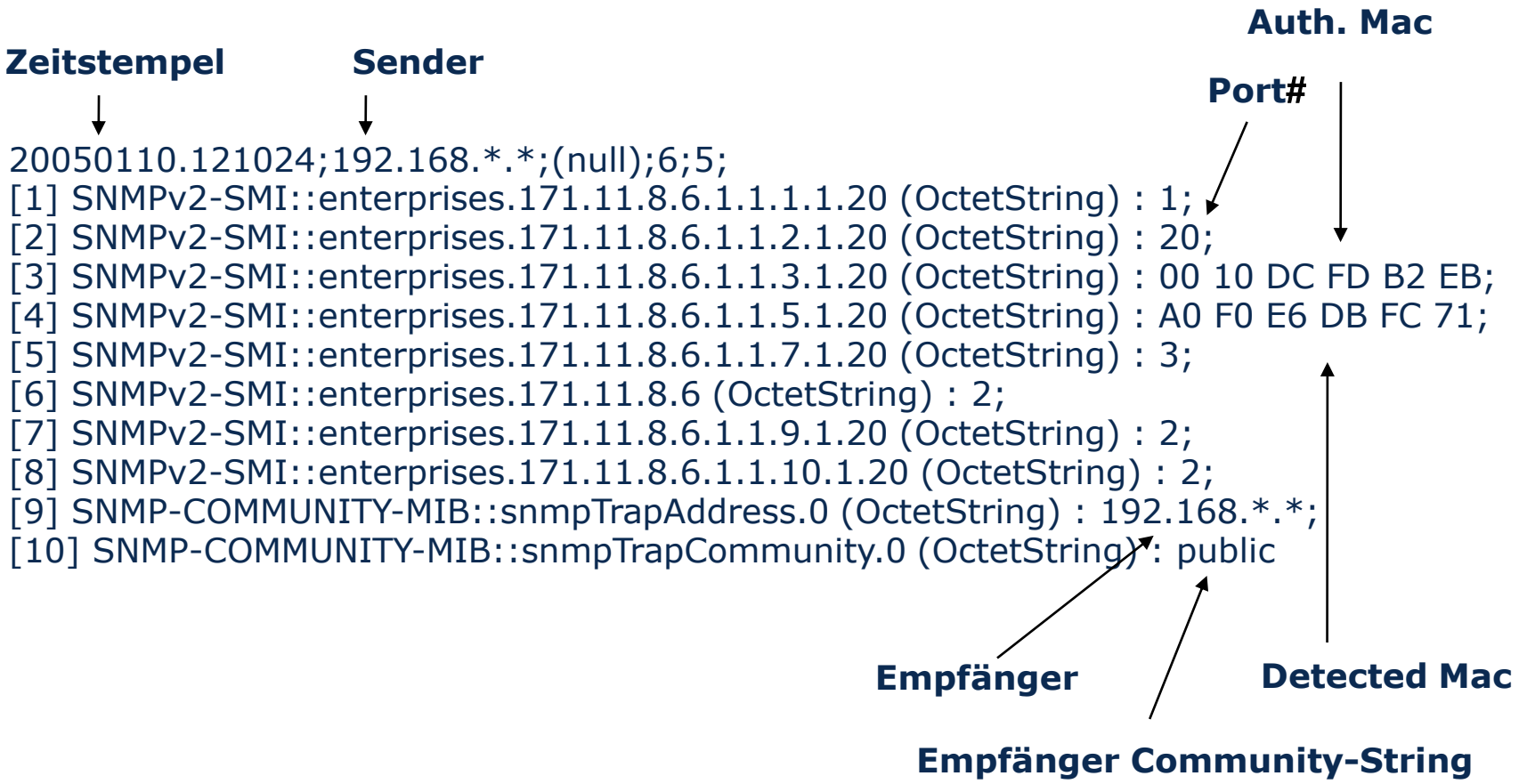
Beispiel

```
> snmpget -v1 -Ou -c public 141.76.40.237 .1.3.6.1.2.1.2.1.0
        interfaces.ifNumber.0 = INTEGER: 5
> snmpget -v1 -Ou -c public 141.76.40.237  .1.3.6.1.2.1.2.2.1.2.2
        interfaces.ifTable.ifEntry.ifDescr.2 = STRING: eth0
```

Ergebnis:

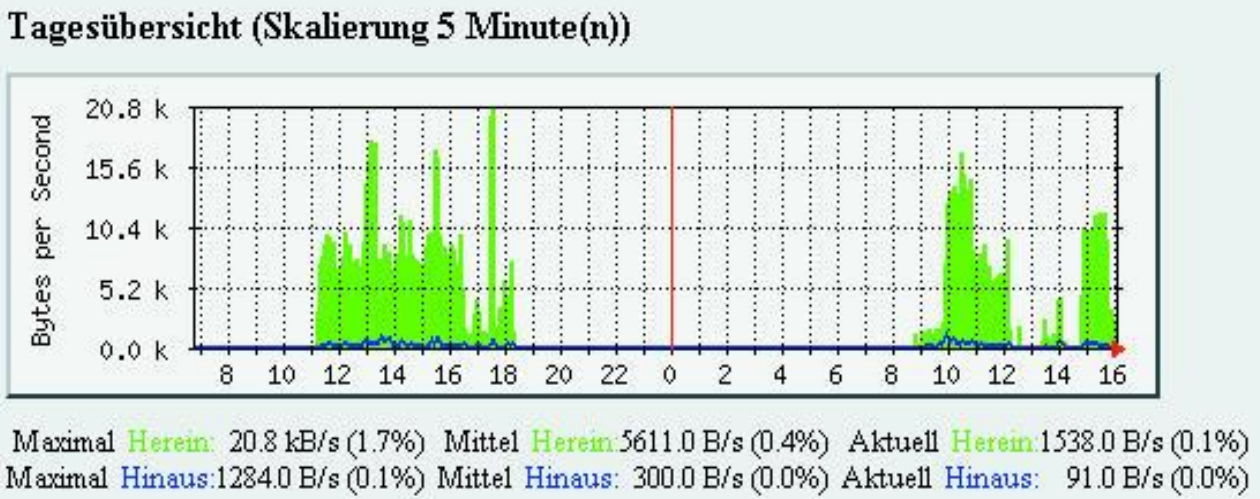
5 Einträge in Interfacetabelle
2. Interface ist eine Ethernetkarte

Net-SNMP Trap-Meldungen



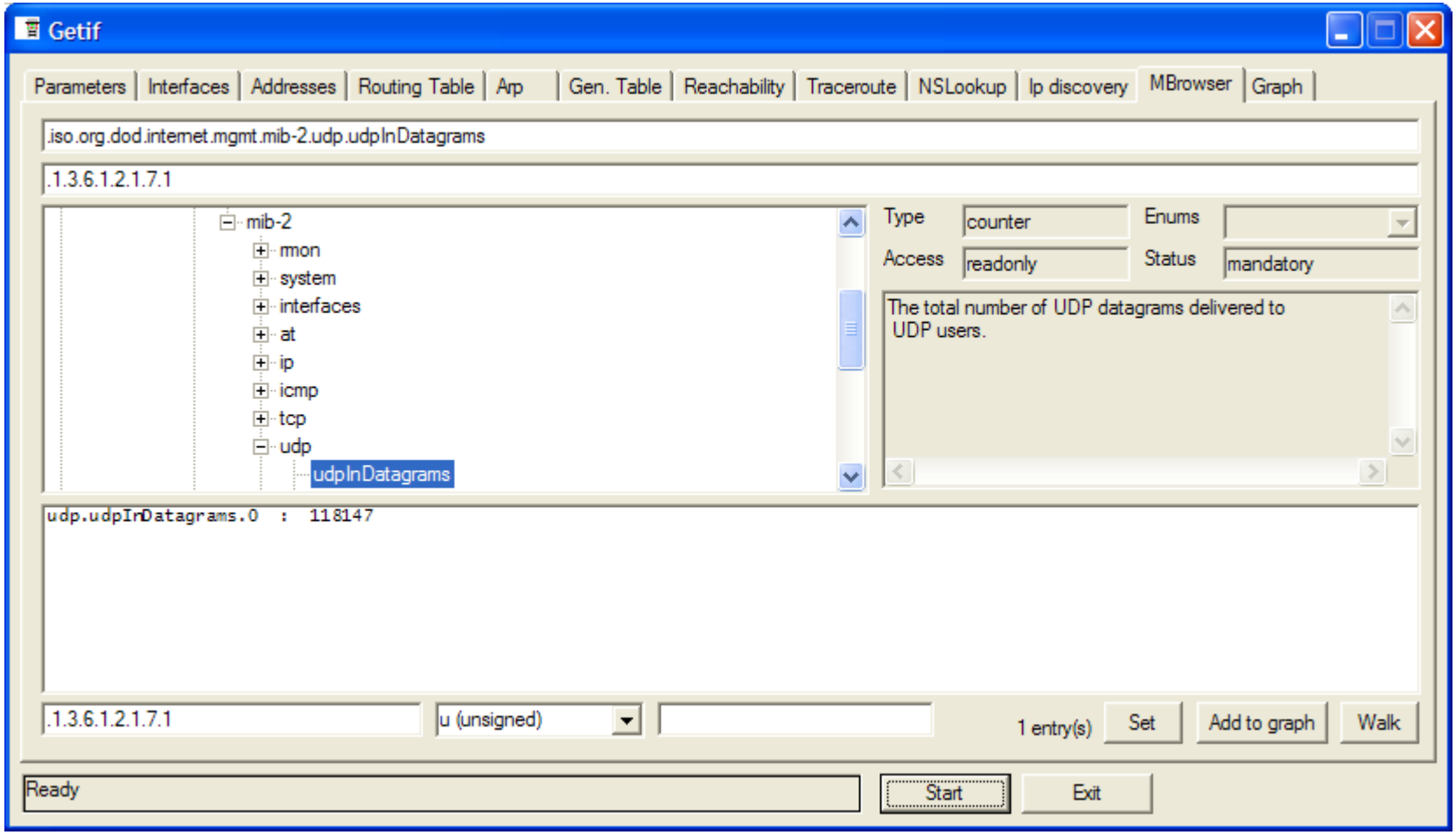
MRTG

Beispiel „Anzeige Netzwerklast“

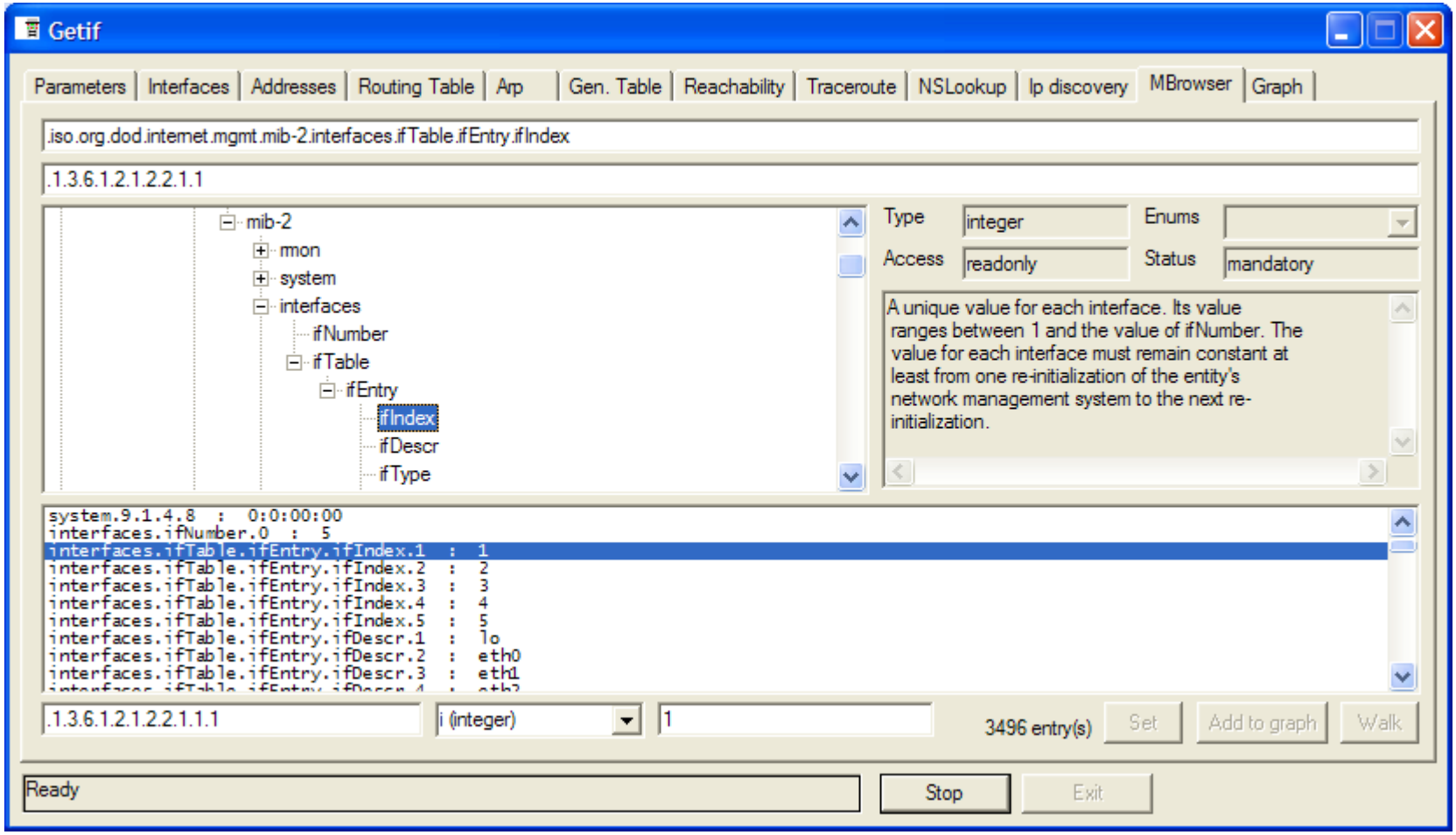


Quelle: http://www.linux-magazin.de/Artikel/ausgabe/2002/09

Getif – Anzeige der Anzahl empf. UDP-Segmente



Getif – Anzeige von Anzahl/Art der Netzwerkinterfaces



SNMP – kommerzielle Tools

seit 1989 verfügbar
i.a. leistungsfähig, komfortabel, teuer

- HP OpenView (HPOV) www.openview.hp.com
- HP Operations Center

- TNG UniCenter CA

- Tivoli TMN10
- Tivoli NetView

- Sun NetManager
- Sun Soltice

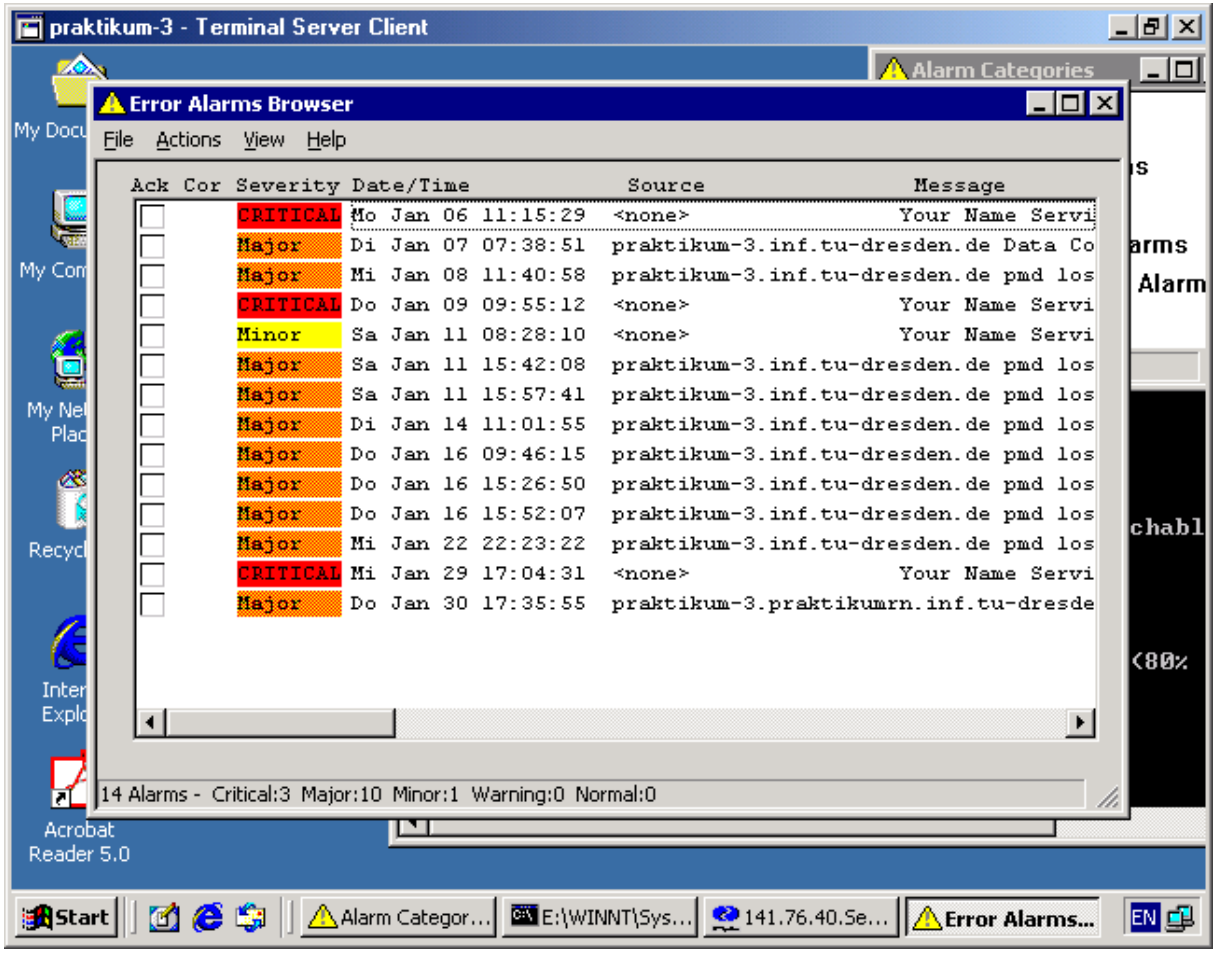
- Cabletron Spectrum etc.

SNMP – Leistungen einiger kommerzieller Tools

	OpenView Network Node Manager (Hewlett-Packard)	Spectrum Enterprise Manager (Cabletron Systems)	NetView for AIX SNMP Manager (IBM)	Solstice Enterprise Manager (SunSoft)
Netzwerktyp	TCP/IP	Ethernet, Token Ring, FDDI, ATM, verteilte vermittelnde Netzwerke	Auto-Erkennung nach NICs	Ethernet, Token Ring, FDDI, verteilte Netzwerke
Beschränkung für Knotenanzahl	200 – 35000	-	-	10000 - 50000
DB-Unterstützung	Ingres, Oracle	Separate Files	Proprietäre DB, Oracle, Sybase, ...	Informix, Oracle, Sybase
Anzahl v. Clients	Bis 15	Keine Beschränkung	30	Keine Beschränkung
GUI	+	+	+	+
Private MIBs	218	> 1000	193	-
Standard-MIBs	Alle, außer RMON	alle	20	MIB-II
CMIP-Unterstützung	+	via Zusatzsoftware	+	+

HP OpenView NN-Manager

Alarmanzeigen



HP OpenView NN-Manager

Leistungsmanagement