

Netzwerkmanagement

1. Aufgaben des Netzwerkmanagements
2. Der Standard SNMP
3. Die Management Information Base
4. Die Protokolle SNMP – SNMPv3
5. Management-Systeme
6. Ausblick: NETCONF und YANG



Zum Inhalt

In diesem Kapitel lernen wir Netzwerkkomponenten von einer anderen Seite kennen – ihrem Management Interface. Alle Grundfunktionen spiegeln sich hier wider und tauchen unter eigenen ‚Management-Namen‘ auf. Dies ist u.a. deshalb interessant, weil wir so die Funktion der Router, Switches und Hosts in Aktion beobachten können.

Leider hat Tanenbaum dieses Thema übersprungen – Literatur gibt’s am Ende des Abschnitts.



1. Motivation

- Große, räumlich verteilte Netze
- Viele, verschiedenartige Netzwerkkomponenten
- Funktionskritische Basisdienste
- Neue, leistungskomplexe Anwenderdienste
- Hohe Anforderungen an Sicherheit & Verfügbarkeit

⇒ Wir benötigen systemübergreifende,
leistungsfähige Managementwerkzeuge



1. Wer benötigt Management ?

➤ Anwender & Rollen

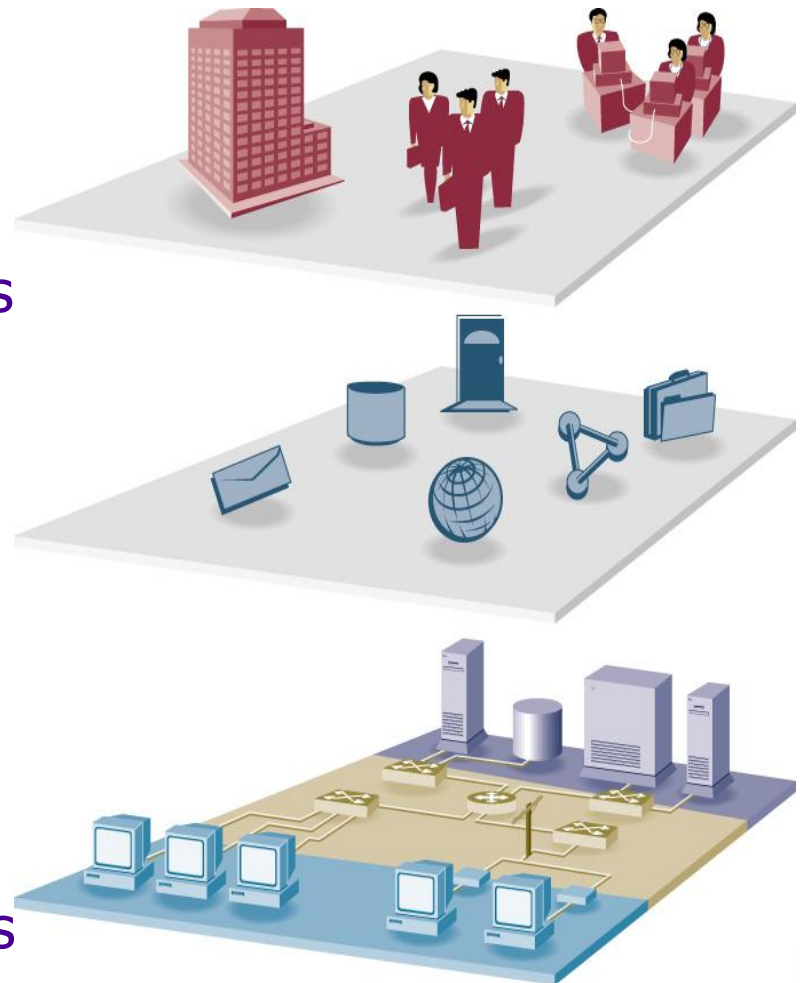
- Authentifikation & Identität
- Addressierung
- Roaming Profiles & Services

➤ Anwendungen & Dienste

- Mail, DNS, ...
- IP Telefonie, Broadcasting

➤ Geräte & Infrastruktur

- Router, Switches, Server, ...
- Bandbreite, Buffers, Policies



1. Aufgaben des Netzwerkmanagements

Fehlermanagement:

Erkennen, Isolieren und Beheben von Störungen

Konfigurationsmanagement:

Auslesen und Einstellen der Konfigurationsparameter

Performancemanagement:

Sammeln und Bewerten von Betriebsdaten

Accountingmanagement:

Nutzerbezogene Verbrauchsmessungen

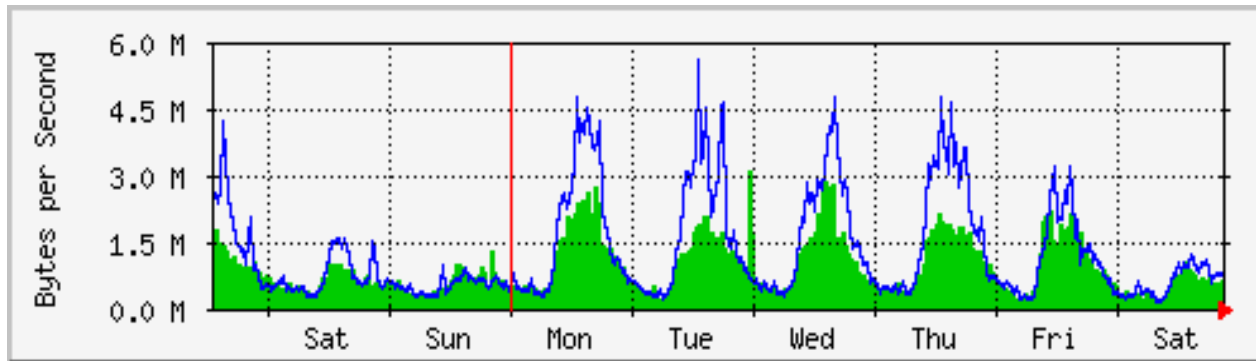
Sicherheitsmanagement:

Dokumentation und Abwehr unerlaubter Zugriffe

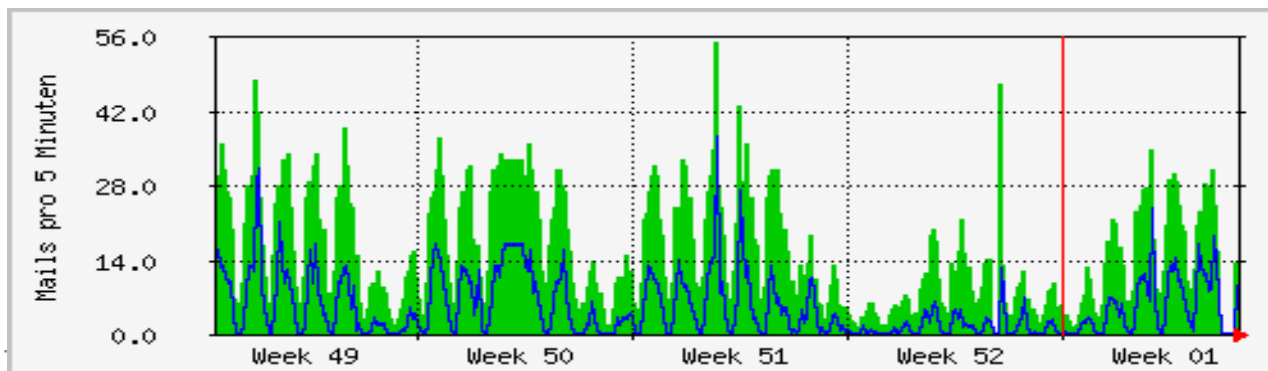


1. Beispiel: Lastvisualisierung

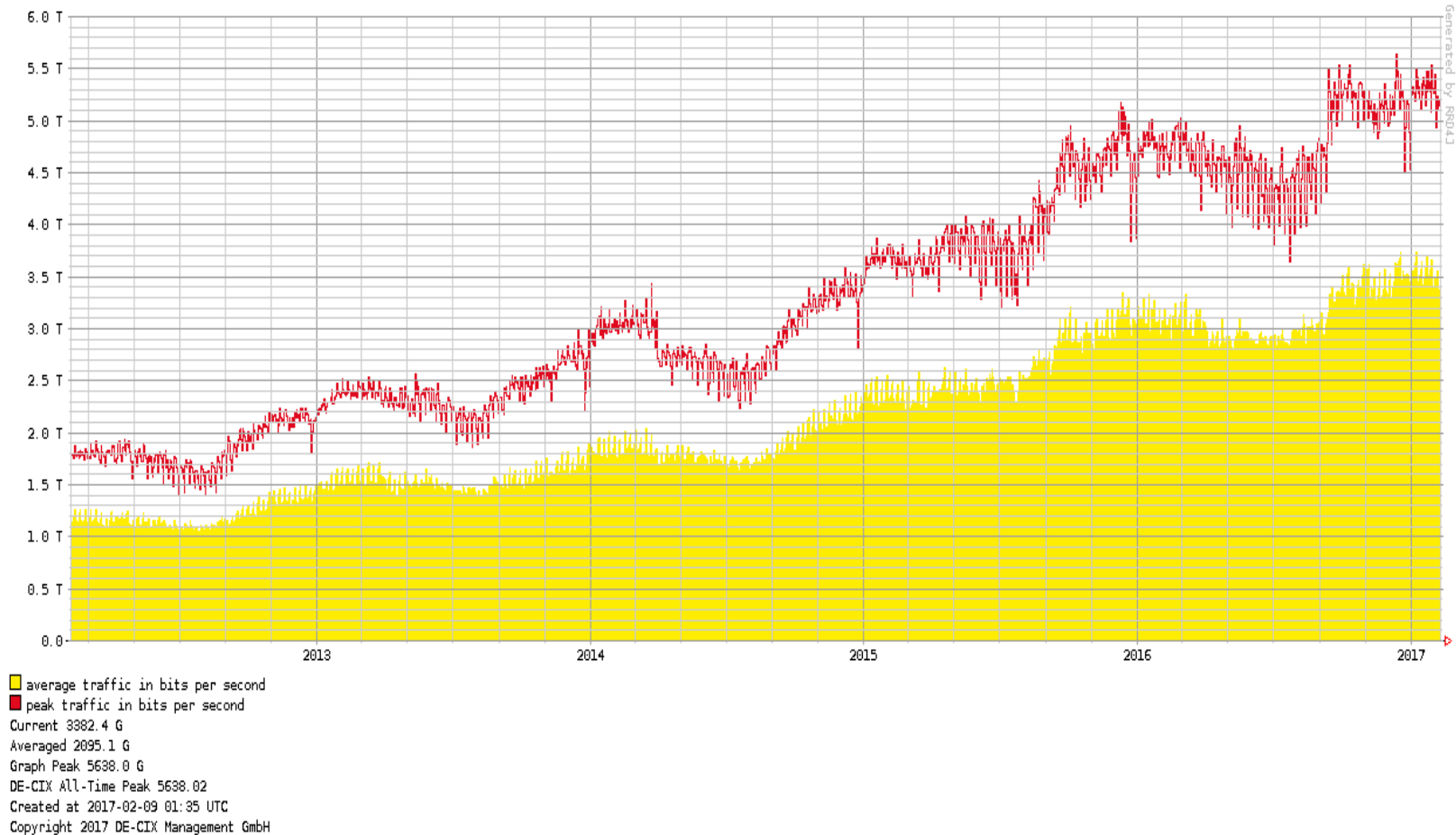
Internet Traffic Monitoring



Mailverkehr



1. Traffic Load @ DE-CIX Frankfurt



2. Der Standard SNMP

Der einzige ernst zu nehmende Standard für Managementaufgaben (auch für nicht primäre IP-Geräte): **Simple Network Management Protocol**

- 1988 als Übergangslösung entworfen (RFC 1157)
- Gegenwärtig Version 2 (SNMPv3) (RFCs 3414, 3416)
- Benutzt einfachen Datagramm-Dienst zur Nachrichtenübermittlung
- SNMP Bestandteil eines übergreifenden NMM-Modells:
 - Managed Nodes, ausgestattet mit SNMP Agenten
 - Leistungsfähige Network Management Station
 - Proxy Agents zur Einbindung von Nicht-SNMP-Systemen
 - Zielsystemunabhängige Strukturbeschreibung in ASN.1



2. Struktur der Informationen

- **SMI:** Structure and Identification of **M**anaged **I**nformation
 - Informationsmodell zur Beschreibung der allgemeinen Struktur (Anordnung, Typen,...) von Informationen
 - Generischer Typ: **Managed Object**
 - Generische Datenstruktur: **2-dim. Table**
- **MIB:** Management **I**nformation **B**ase
 - Beschreibung der konkreten Objekte
 - Offene Konzeption der Datenspeicherung
- **SNMP:** Simple **N**etwork **M**anagement **P**rotocol
 - Regelt die Kommunikation zwischen Netzwerkmanagementsystem und Agenten



2. SMI

Managed Objects repräsentieren verwaltete Ressourcen als Zustands- oder Ereignisvariablen

Probleme:

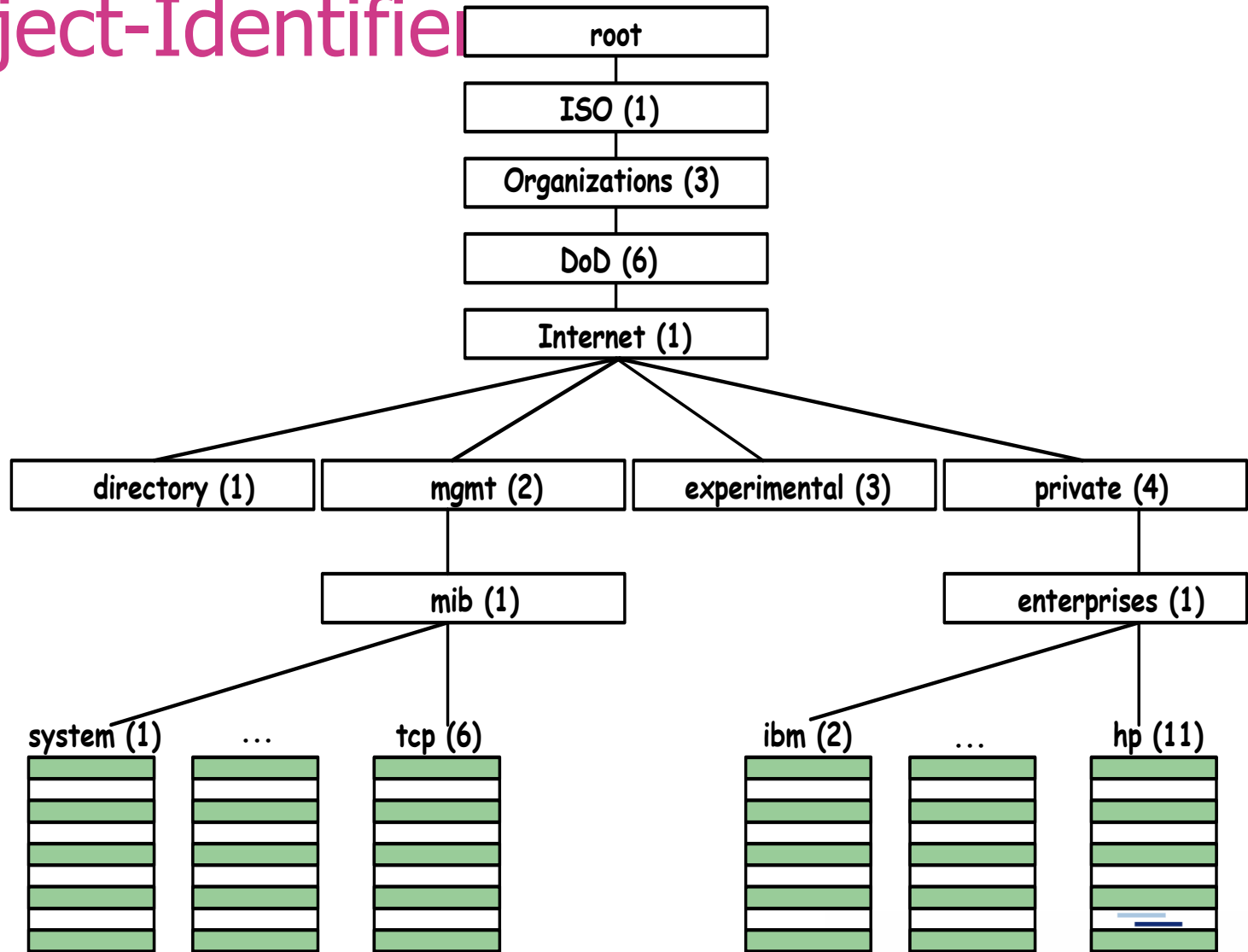
- Objekte zur Repräsentation von spezifischen Ressourcen müssen auf allen Systemen die gleichen sein
- Ein allgemeingültiges Schema zur Darstellung wird zur Interoperabilität benötigt

SMI beinhaltet

- eine standardisierte Technologie zur Strukturdefinition von individuellen MIBs
- eine standardisierte Technologie zur Definition individueller Objekte, einschließlich Syntax und (möglicher) Werte jedes Objekts
- eine standardisierte Technologie zur Enkodierung von Objektwerten



2. Baum-Struktur der Object-Identifizierung



Tabellen oder Managed Objects

Weitere Subtrees, Tabellen oder
Managed Objects

IP Address: 141.45.4.195

Contact



System Description: Sun SNMP Agent, Ultra-5_10

☐ Use SNMPv1

Community Name: public

☐ Use SNMPv3 Credential

User Name:

☒ Use Console Profile

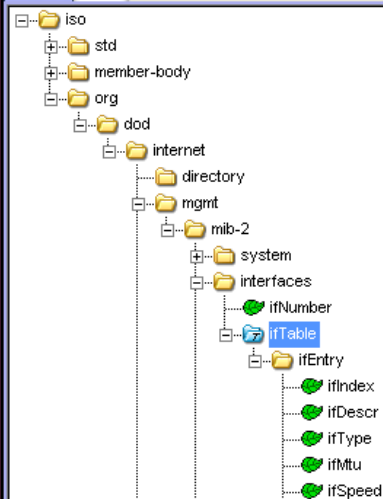
Profile:

Default

☐ Use Max. Access / SuperUser

Edit

Edit



Find what: ifTable

Find

Options...

iso.org.dod.internet.mgmt.mib-2.interfaces.ifTable
1.3.6.1.2.1.2.2

ifTable OBJECT-TYPE

SYNTAX Branch

MAX-ACCESS No Access

STATUS Current

DESCRIPTION A list of interface entries. The number of entries is given by the value of ifNumber.

::= { interfaces 2 }

MODULE IF-MIB (RFC1213-MIB)

FILE IF-MIB

PATH /spec/netsight/NetSight_Atlas_Console/Resources/mibs

Current Object: ifTable=1.3.6.1.2.1.2.2

Instance:

Request Type: GetNext

Query

☒ Auto Clear

Clear

	IP Address	Object	Instance	Syntax	Raw Value	Formatted Value
1	141.45.4.195	ifIndex	1	Integer	1	1
2	141.45.4.195	ifIndex	2	Integer	2	2
3	141.45.4.195	ifDescr	1	Display String	lo0	lo0
4	141.45.4.195	ifDescr	2	Display String	hme0	hme0
5	141.45.4.195	ifType	1	Integer	24	softwareLoopback
6	141.45.4.195	ifType	2	Integer	6	ethernetCsmacd
7	141.45.4.195	ifMtu	1	Integer	8232	8232
8	141.45.4.195	ifMtu	2	Integer	1500	1500
9	141.45.4.195	ifSpeed	1	Gauge	10000000	10000000
10	141.45.4.195	ifSpeed	2	Gauge	100000000	100000000
11	141.45.4.195	ifPhysAddress	1	Octet String	00:00:00:00:00:00	00:00:00:00:00:00
11	141.45.4.195	ifPhysAddress	2	Octet String	00:00:00:00:00:00	00:00:00:00:00:00
44	141.45.4.195	ifTable	0	(Branch)		

Set

Object Query: Successfully completed GetNext request

3.

Die

MIB



3. Modellierung der Management-Informationen: MIB and SMI

Structure of Management Information (SMI) Management Information Base (MIB)

sysDescr OBJECT-TYPE

SYNTAX DisplayString (SIZE (0..255))

ACCESS read-only

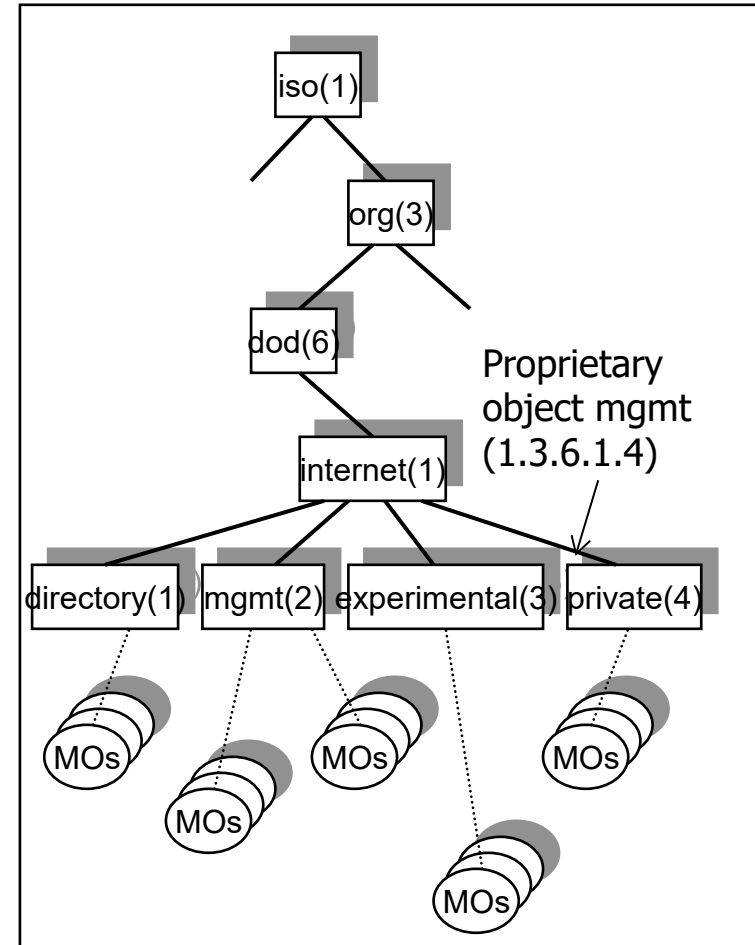
STATUS mandatory

DESCRIPTION

"A textual description of the entity. This value should include the full name and version identification of the system's hardware type, software operating-system, and networking software. It is mandatory that this only contains printable ASCII characters."

$::= \{ \text{system } 1 \}$ ← Branch
(mib.system) and
identifier (OID)

meta data for the managed object



distributed database of MOs
(a piece of it on each agent)

3. MIB-II (RFC 1213)

MIB-II ist die generische Management Information Base für jeden managebaren Internetknoten (generic SNMP device). Ihre Organisation:

iso(1).org(3).dod(6).internet(1).mgmt(2).mib-2(1)

- system (1)
- interfaces (2)
- at (3)
- ip (4)
- icmp (5)
- tcp (6)
- udp (7)
- egp (8)
- transmission (10)
- snmp (11)

Erweiterungen/ zusätzliche Teilbäume können definiert werden unter

- mib-2 (Für allgemeine Standard-MIBs)
- mgmt oder experimental (für experimentelle MIBs)
- private (für herstellerprivate MIBs).



3. MIB Encoding in Abstract Syntax Notation One

IF-MIB DEFINITIONS ::= BEGIN

IMPORTS

MODULE-IDENTITY, OBJECT-TYPE, Counter32, Gauge32, Counter64,
[...]

ifMIB MODULE-IDENTITY

LAST-UPDATED "9611031355Z"

ORGANIZATION "IETF Interfaces MIB Working Group"

CONTACT-INFO

" Keith McCloghrie"

DESCRIPTION

"The MIB module to describe generic objects for

[...]

::= { mib-2 31 }

ifMIBObjects OBJECT IDENTIFIER ::= { ifMIB 1 }

interfaces OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 2 }

ifTable OBJECT-TYPE

SYNTAX SEQUENCE OF IfEntry

MAX-ACCESS not-accessible

[...]

::= { interfaces 2 }

....

ifTable OBJECT-TYPE

SYNTAX SEQUENCE OF IfEntry

MAX-ACCESS not-accessible

[...]

::= { interfaces 2 }

ifEntry OBJECT-TYPE

SYNTAX IfEntry

[...]

INDEX { ifIndex }

::= { ifTable 1 }

IfEntry ::= SEQUENCE {

ifIndex InterfaceIndex,

ifDescr DisplayString,

ifType IANAifType,

ifMtu Integer32,

[...]

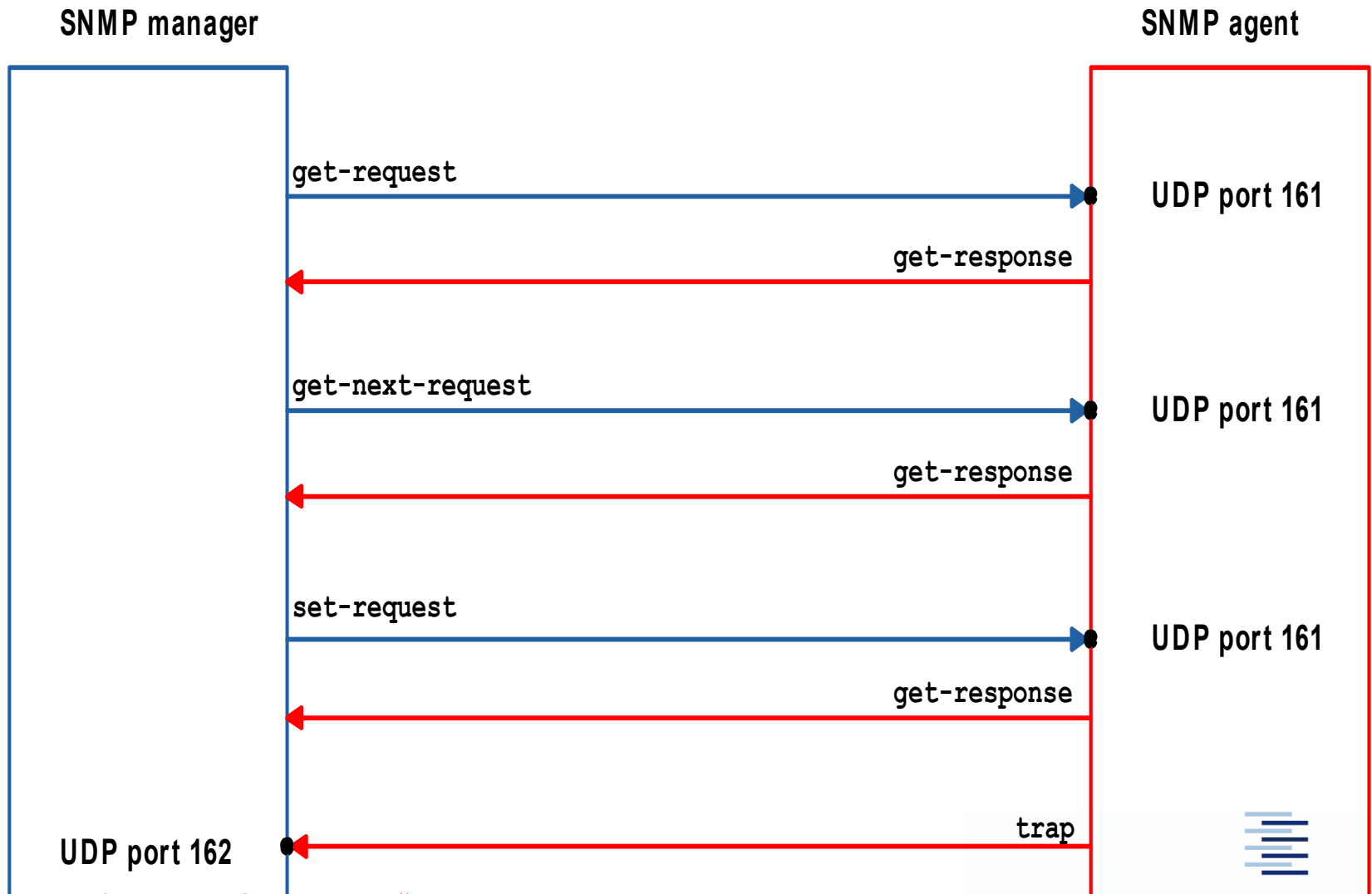
}



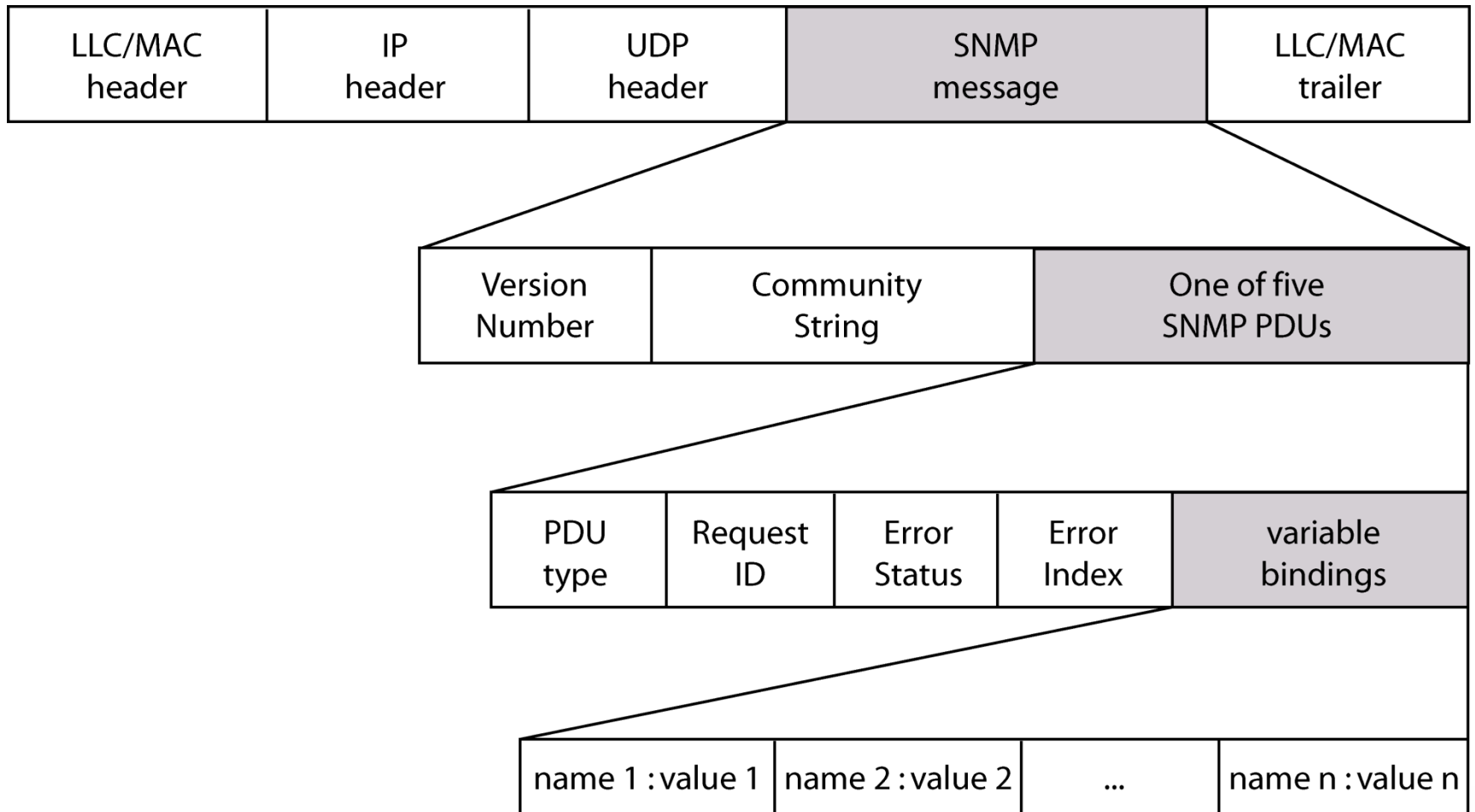
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Hamburg University of Applied Sciences

4. SNMP



4. SNMP Message

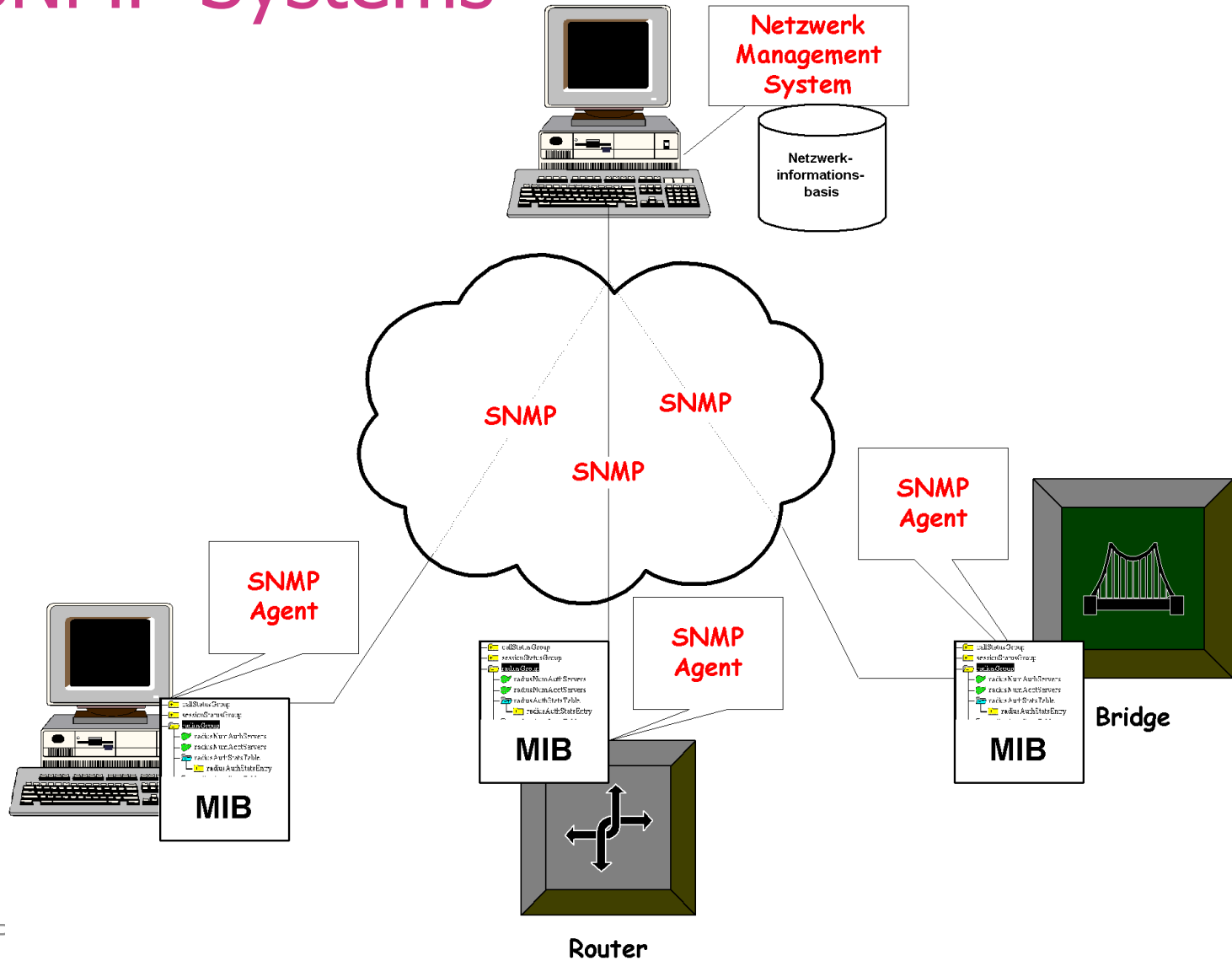


4. SNMPv2/3

- SNMPv2 erweitert SNMPv1 um
 - Manager-Manager Messages (InformRequest)
 - GetBulkRequest PDU
 - Erweiterung der SMI
- SNMPv3 = SNMPv2 + Security + Administration
 - Vollständig aufwärtskompatibel zu SNMPv1 und SNMPv2*
 - User-based Security Model (USM): Authentication & Encryption
 - View-based Access Control (VACM): Reguliert Zugriff auf MIB



4. Architektur des SNMP-Systems



5. Netzwerkmanagementsysteme

Das SNMP Modell bietet den Managementrahmen, aber keine Applikationen. Hierfür wird Netzwerkmanagementsoftware benötigt.

Ihre Aufgaben sind:

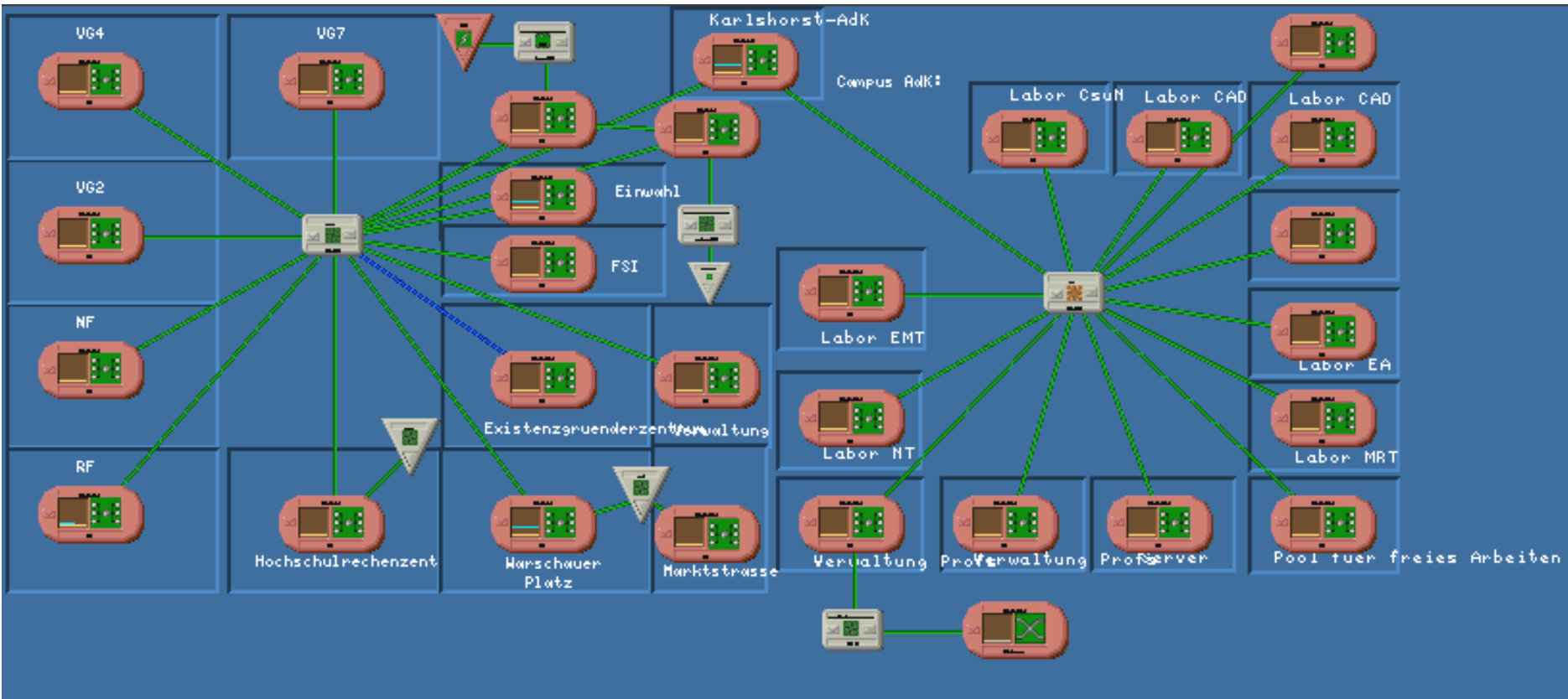
- Sammeln und Verarbeiten der Netzwerkinformationen
- Visualisierung der Netzwerkstrukturen und -zustände
- Entdecken und Lokalisieren von Störungen/Alarmen
- Automatische Störungsbeseitigung (soweit möglich)
- Unterstützung bei der Netzwerkkonfiguration
- Netzwerk-Accounting (ggf.)

Beispiele: CiscoWorks2000, HP Network Management Center (was OpenView), IBM Tivoli, CA Unicenter und viele kleinere Lösungen

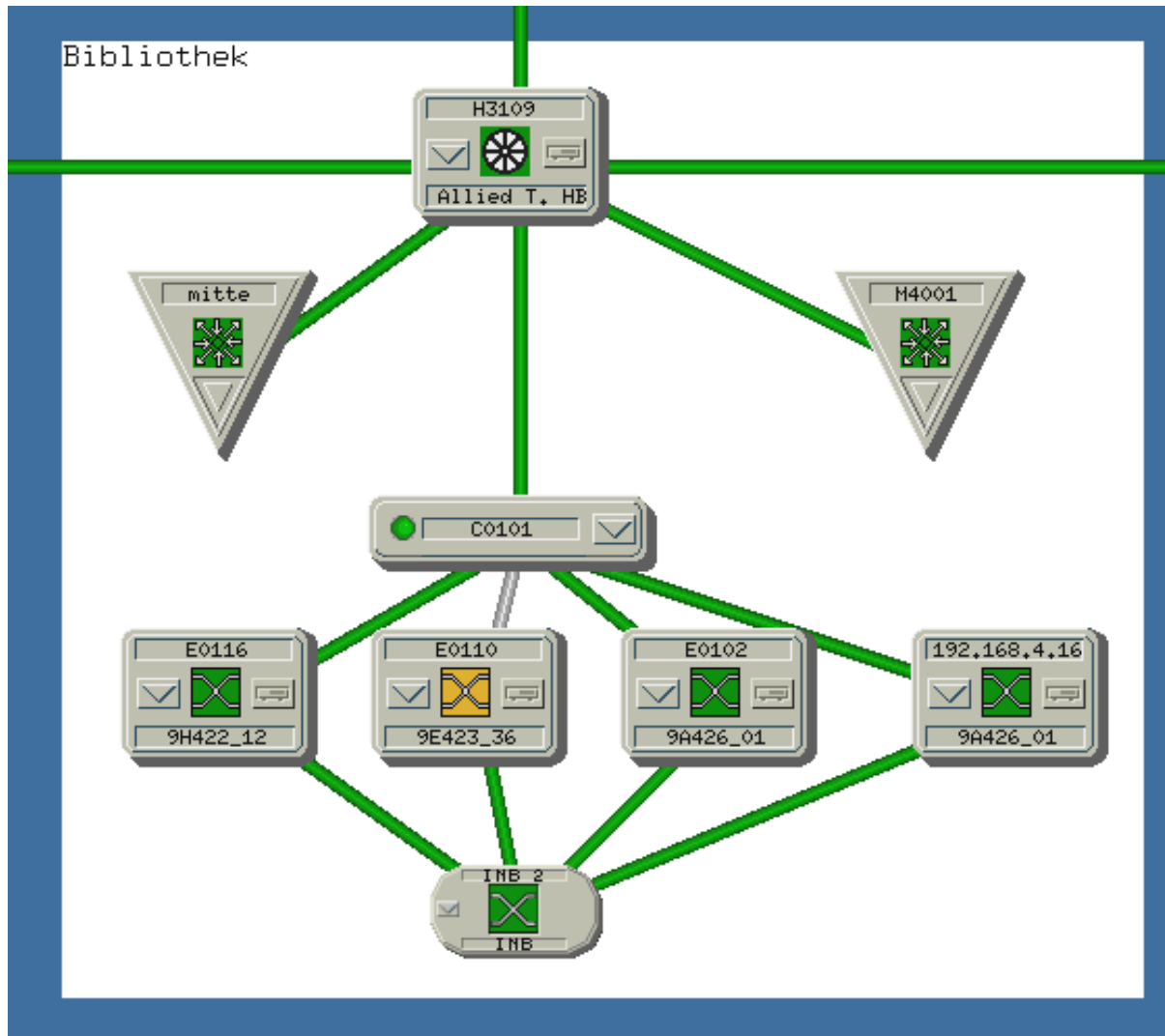
5. Beispiel CA Spectrum



5. Netzübersicht



5. Detailansicht: Bibliothek



5. Alarmmanagement

Alarm Manager: Main

File View Alarms Troubleshooter Options Help

Model Name: kali04
 Network Address: 141.45.4.212
 Contact: unix-rz@fhtw-berlin.de
 Assignment:

Probable Cause: MANAGEMENT AGENT LOST
 SYMPTOMS:
 Model is no longer responding to primary management requests (e.g. SNMP), but appears to be responsive to other communication protocol (e.g. ICMP).

Condition	Date/Time	Model Type	Model Name	Probable Cause	Clear...	Assignment
Critical	Mon 11 Dec 2000 15:19:47	GnSNMPDev	H3105	CONTACT LOST		
Critical	Mon 11 Dec 2000 15:19:47	GnSNMPDev	H3112	CONTACT LOST		
Major	Sat 06 Jan 2001 16:00:03	GnSNMPDev	mailhost.rz.fhtw-berlin...	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Fri 05 Jan 2001 16:51:10	Host_SGI	oxid01.rz.fhtw-berlin.de	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Fri 05 Jan 2001 12:05:44	Host_SGI	kali03	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Fri 05 Jan 2001 09:04:37	Host_SGI	oxid04.rz.fhtw-berlin.de	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Fri 05 Jan 2001 08:54:01	Host_SGI	shiva01.rz.fhtw-berlin.de	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Fri 05 Jan 2001 08:53:29	Host_SGI	kali05	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Thu 04 Jan 2001 15:59:28	Host_SGI	odin	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Thu 04 Jan 2001 13:49:25	Host_SGI	kali04	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Thu 04 Jan 2001 11:48:34	Host_SGI	kali02	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Thu 04 Jan 2001 11:48:17	Host_SGI	kali01.rz.fhtw-berlin.de	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Thu 04 Jan 2001 11:37:32	Host_SGI	shiva04.rz.fhtw-berlin.de	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Thu 04 Jan 2001 11:24:34	Host_SGI	shiva03.rz.fhtw-berlin.de	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Thu 04 Jan 2001 11:13:03	Host_SGI	shiva02.rz.fhtw-berlin.de	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Thu 04 Jan 2001 10:17:13	Host_SGI	oxid02.rz.fhtw-berlin.de	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Wed 03 Jan 2001 22:09:26	GnSNMPDev	specman	MANAGEMENT AGENT LOST		
Major	Wed 03 Jan 2001 13:41:29	Host_SGI	oxid03.rz.fhtw-berlin.de	MANAGEMENT AGENT LOST		
Minor	Fri 05 Jan 2001 18:10:05	9H423_28	E0118	INTERFACE PORT LINKUP	X	
Minor	Fri 05 Jan 2001 18:10:03	9H423_28	E0118	PORT SEGMENTED	X	
Minor	Thu 04 Jan 2001 18:25:45	Host_SGI	shiva01.rz.fhtw-berlin.de	AUTHORIZATION FAILURE	X	

Search: Shown: Prev Next

Filtered by: Condition, Model. Displayed 38 of 38

Initial Suppressed Maintenance Critical 5 Major 16 Minor 17 Total 38

Displays the model name of the device reporting the selected alarm. Servers



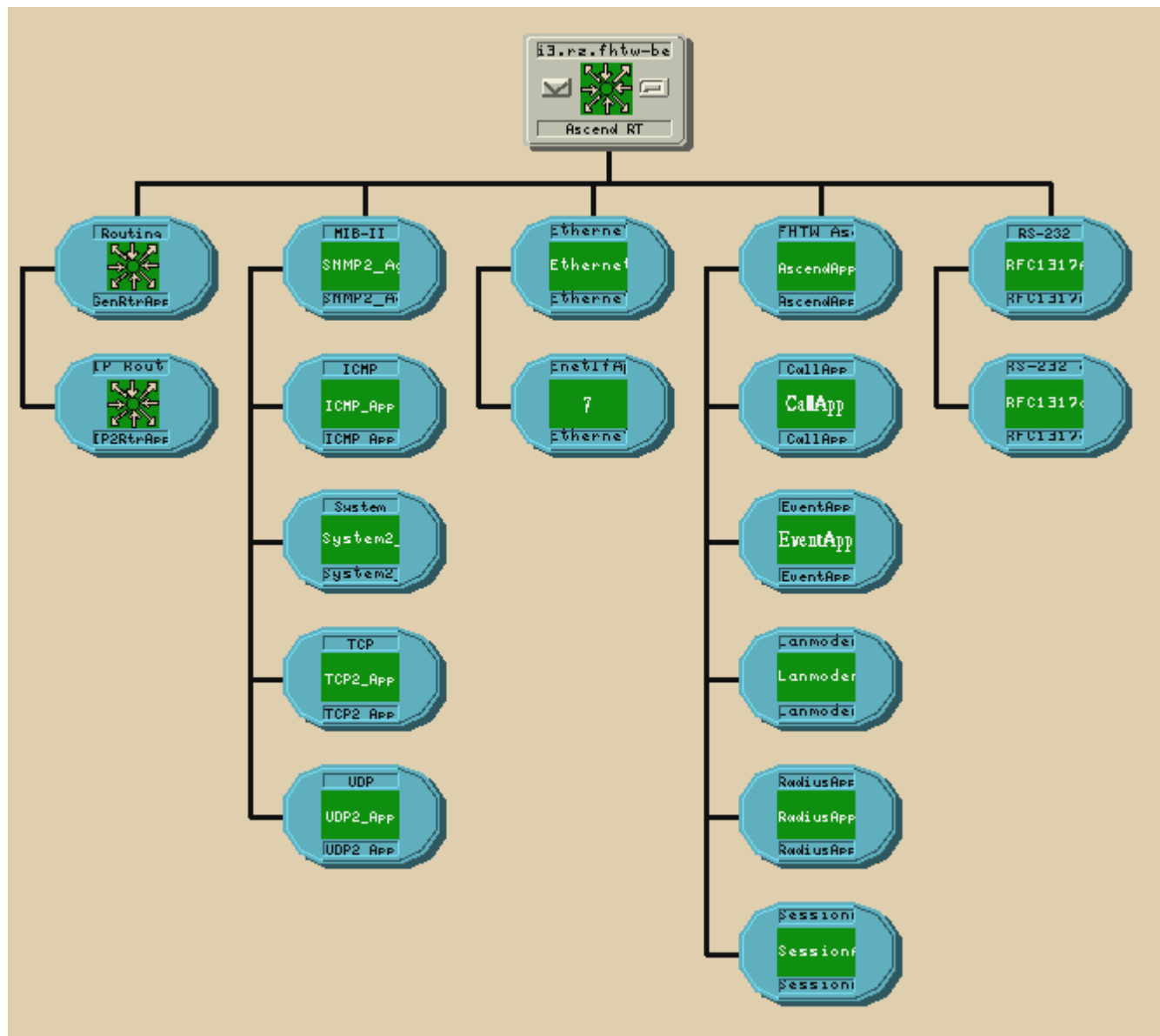
5. Netzwerkmanagementsysteme (2)

- **Discovery + Polling:** Erkennung und Überwachung der Netzstruktur via ICMP und SNMP
- **Standard MIB:** Erkennung und Verarbeitung der Standardfunktionen aller Geräte (z.B. Interfaces)
- **Private MIBs:** Erkennung und Verarbeitung gerätespezifischer Funktionen (z.B. Cisco Router ...)

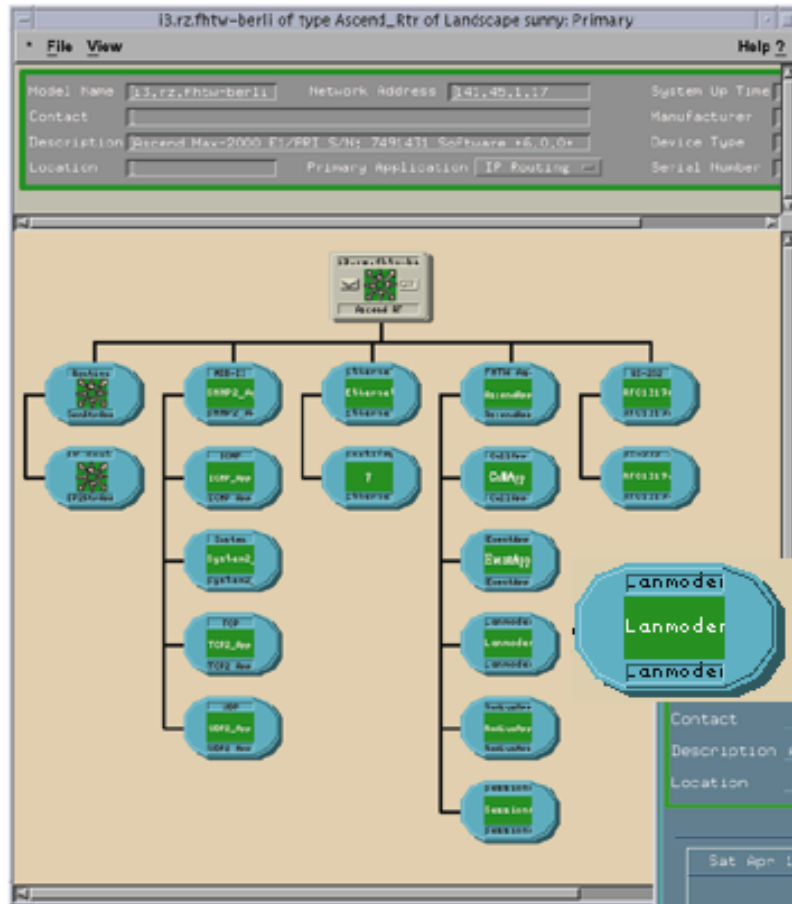
> Modellinformationen der Geräte/Hersteller werden im NMS benötigt <



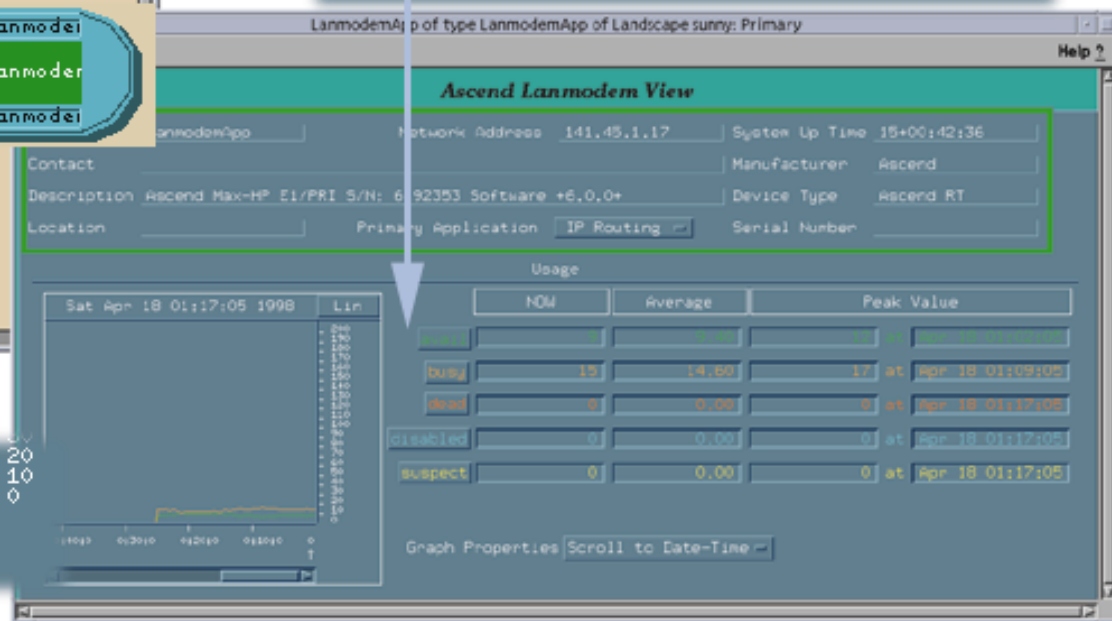
5. Beispiel Ascend Einwahlrouter



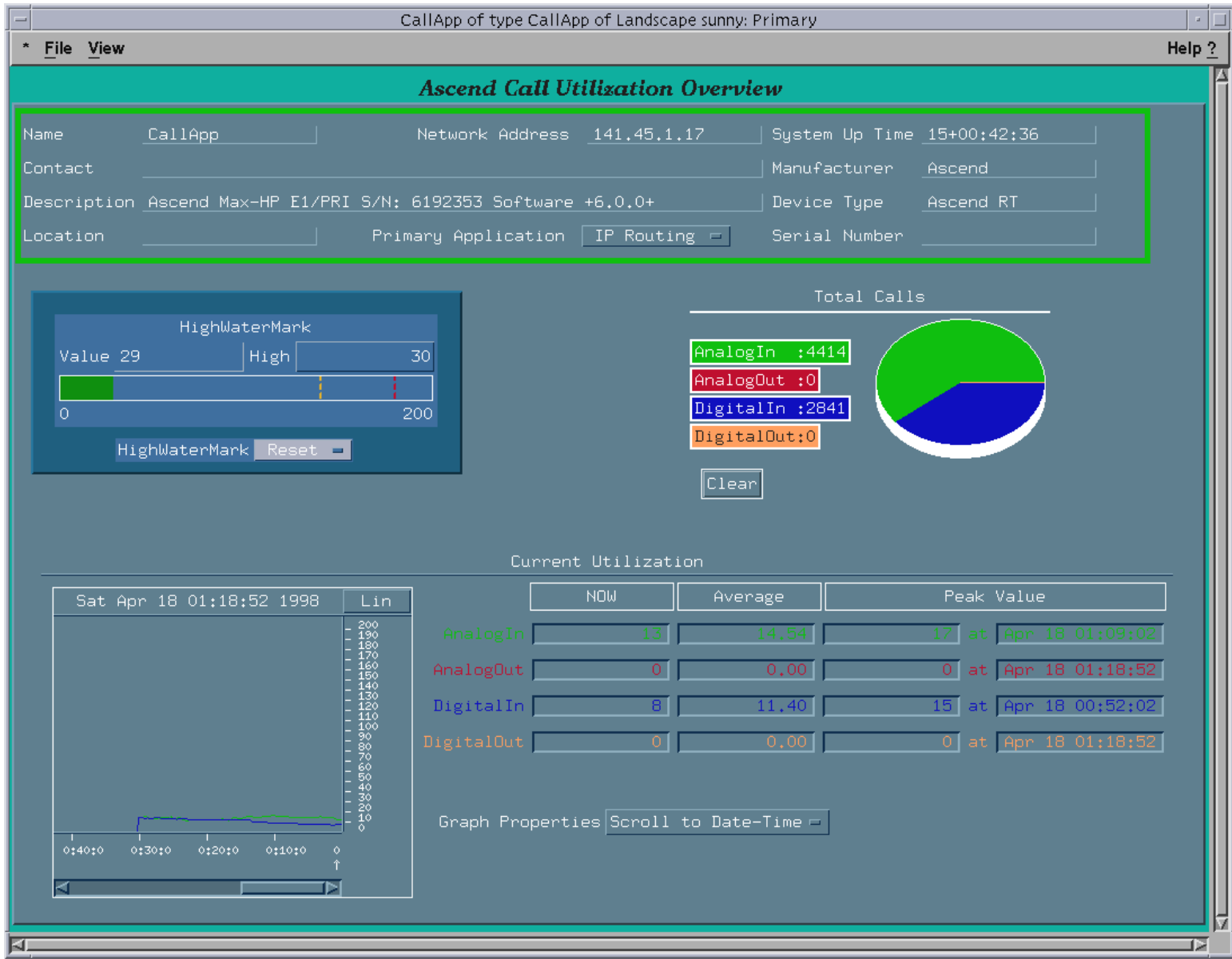
5. Navigation in Private MIB



	NOW	Average
avail	9	9.40
busy	15	14.60
dead	0	0.00
disabled	0	0.00
suspect	0	0.00



5. Auslastungsübersicht



5. Teilnehmerübersicht

Ascend Session View

Name	max4.rz.fhtw-ber	Network Address	141.45.2.19	System Up Time	11+11:05:19
Contact		Manufacturer	Ascend		
Description	Ascend Max-HP E1/PRI S/N: 6192353 Software +6.1.3+			Device Type	Ascend RT
Location	HG/Bib	Primary Application	IP Routing	Serial Number	

Active Sessions					
Sort	Find	Update			
User	Service	IP-Address	Mask	ReferenceNumber	
ebellot	ppp	141.45.244.199	255.255.255.255	313842575	
s0258815	ppp	141.45.251.88	255.255.255.255	313843003	
s0235963	ppp	141.45.226.232	255.255.255.255	313843085	
s0271868	ppp	141.45.248.54	255.255.255.255	313843144	
hscheibl	ppp	141.45.240.104	255.255.255.255	313843175	



6. NETCONF und YANG

Network Configuration (NETCONF) Protocol (RFC 6241)

- XML-codiertes Protokoll (statt SNMP)
- Transaktionsbasierte Konfiguration via RPCs
- Primitiven: `get`, `get-config`, `edit-config`, `rpc`, ...

Yet Another Next Generation Data Modeling Language (RFC 6020)

- XML-Struktur zur Modellierung von Konfigurations- und Zustandsdaten (statt MIBs)



Zusammenfassung & Ausblick:

- ✦ Das SNMP-Konzept bietet einen einfachen Standard zum Management großer, heterogener Netze.
- ✦ Das Management lebt von der Bereitstellung ausreichender Informationen (MIB) und der Intelligenz des Netzwerkmanagementsystems.
- ✦ Weitergehende Informationen durch RMON (II) + SMON.
- ✦ Der technische Entwicklungsstand ist mit SNMPv3 auch sicherheitstauglich.
- ✦ Aktuelle Entwicklung der IETF: Netconf ersetzt SNMP, YANG Datenmodelle ersetzen die MIBs



Literatur:

- ↪ Rose, Marshall T.: *The Simple Book*, Pearson 1996.
- ↪ Stevens, Richard W.: *TCP/IP Illustrated, Vol 1*, Addison-Wesley 1994.
- ↪ Stallings, William: *SNMP, SNMPv2, SNMPv3 and RMON 1 and 2*, Addison-Wesley 2001.
- ↪ Simple Web: <http://www.simpleweb.org>



Selbsteinschätzungsfragen

1. Welche Betriebsaufgaben soll ein Netzwerkmanagement (teil-) automatisiert übernehmen?
2. Sie wollen den ‚Füllstand‘ der Mail-Warteschlangen überwachen und bei Auslastung $> 80\%$ informiert werden. Wie gehen Sie vor?
3. Über welche gerätespezifischen Informationen verfügen SNMP Agent und Managementsystem gemeinsam? Wie werden diese kodiert?
4. Worin besteht die wesentliche Verbesserung von SNMPv3 gegenüber früheren Versionen?

