



WS 2011

LV Informatik-I für Verkehrsingenieure

# 7. Rechnernetze

## 7.2 Technologien

Dr. rer.nat. D. Gütter

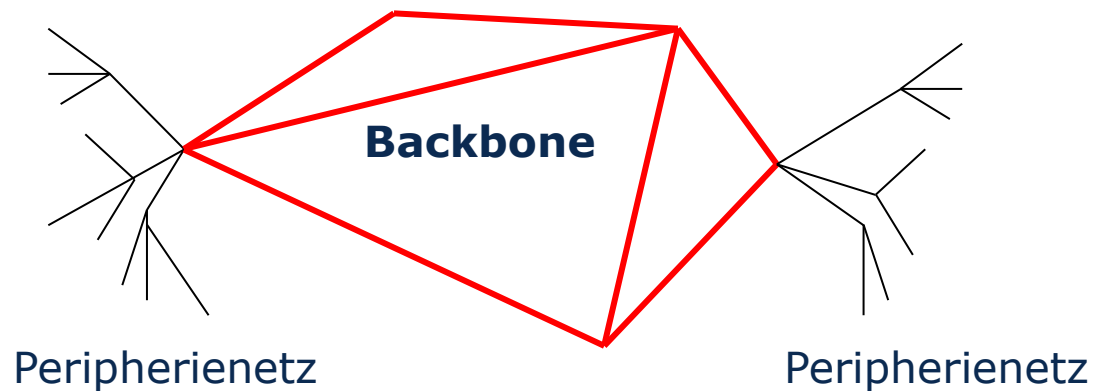
Mail: [Dietbert.Guetter@tu-dresden.de](mailto:Dietbert.Guetter@tu-dresden.de)

WWW: [wwwpub.zih.tu-dresden.de/~guetter/](http://wwwpub.zih.tu-dresden.de/~guetter/)

# Weitverkehrsnetz (WAN)

**teilvermaschtes Netz** unterteilt in

- Backbone- und
- und Peripherienetze



# Backbone (Kernnetz)

---

## Lichtwellenleiterkabel

- mehrere Fasern
- jeweils mehrere Wellenlängen
- Zeitmultiplex

z.B.

Seekabel 1999      Europa → Australien / Japan; 38000 km

1 Milliarde Dollar

20 Gbit/s Übertragungsrate  
(ca. 300000 simultane Telefongespräche)

# Peripherienetze

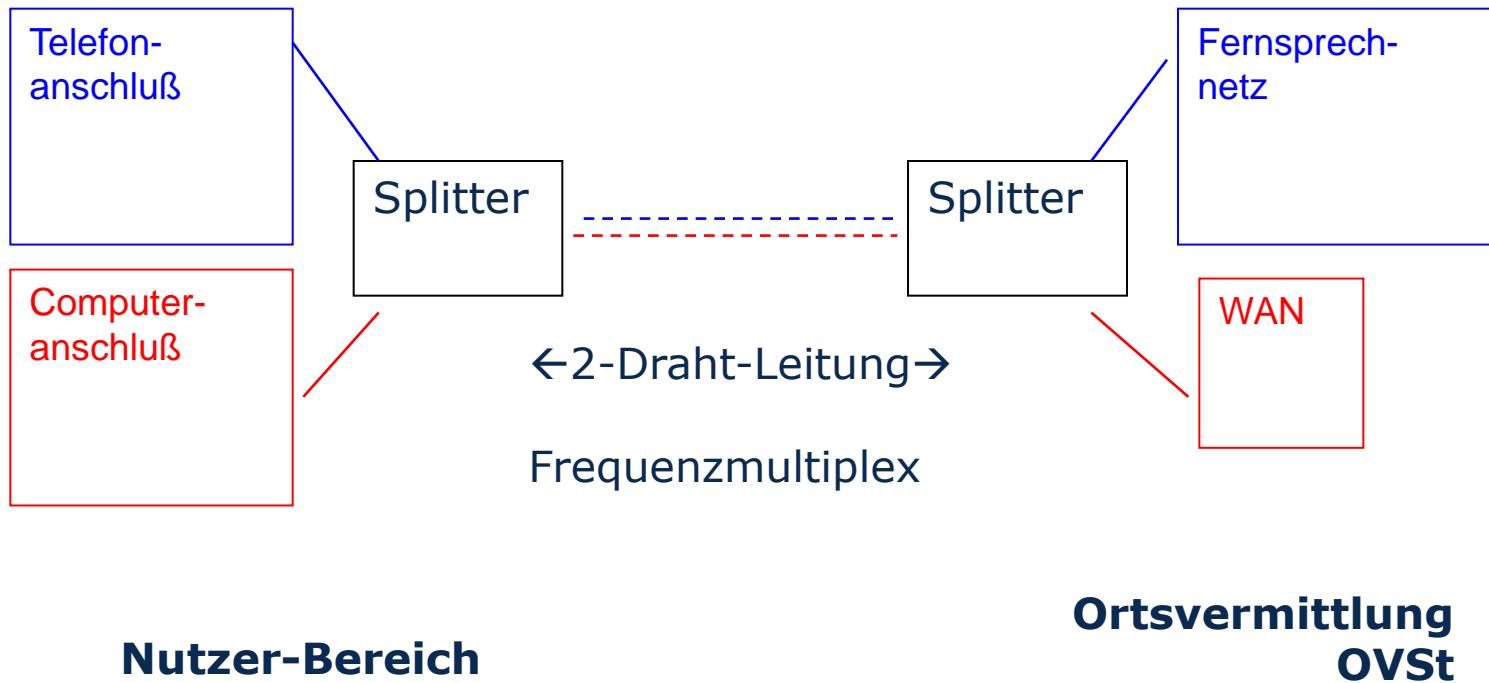
---

- Lichtwellenleiter
- im Nahbereich verdrillte Kupferkabel
- meist Baum-Topologie
- verschiedene Peripherienetze über Backbone verbunden

bekanntes Beispiel:            Telefonnetz

# Zugangsnetze

## xDSL (Digital Subscriber Line)



# Zugangsnetze

---

## **Alternativen** zu xDSL

- **BTTH**      Broadband to the Home  
Kabelfernsehkanal 6 MHz, Koaxialkabel  
bidirektionale Verstärker
  
- **FTTH**      Fiber to the Home  
Lichtwellenleiter bis zum WAN-Nutzer
  
- **FTTS**      ... Street
- **FTTC**      ... Curb
- **FTTB**      ... Building
  
- **SkyDSL**    Download vom Satellit,  
Upload per Telefonkanal

# Synchronous Digital Hierarchy SDH

## Zeitmultiplex

8000 mal pro Sekunde wird ein Frame gesendet

SDH-Dienst	Framegröße	Übertragungsrate
STM-1	2430 byte	155,52 Mbit/s
STM-4	9720 byte	622,08 Mbit/s
STM-8	19440 byte	1244 Mbit/s
STM-16	38880 byte	2488 Mbit/s
STM-64	155520 byte	9953 Mbit/s

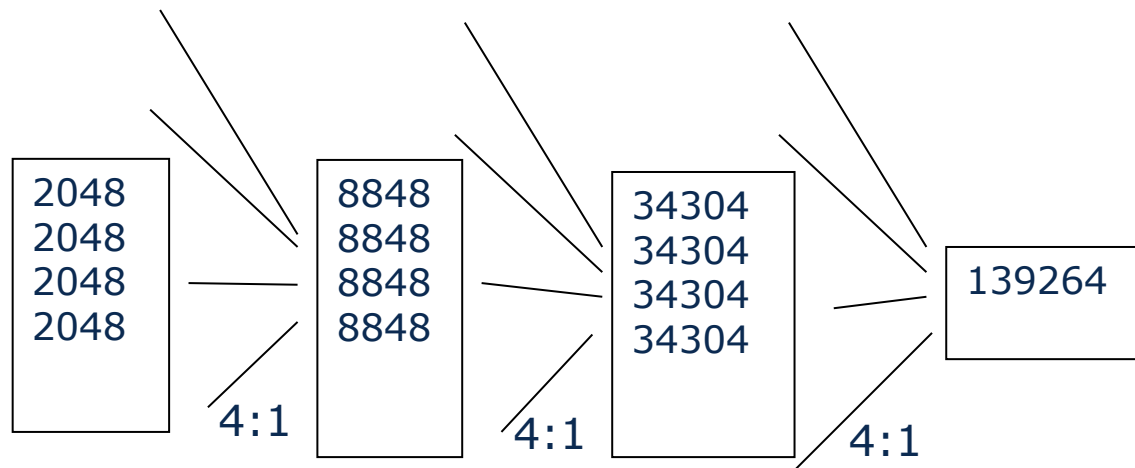
# Synchronous Digital Hierarchy SDH

## Hierarchisches Zeitmultiplex

E1-Format

z.B. für Fernsprechanäle

2048 kbit/s → ...



# Lokale Rechnernetze

---

## **Charakteristika** (LAN - Local Area Network)

- Privates Unternehmen / Privathaushalt als Netzbetreiber ("in house")
- OSI-Einordnung: LAN-spezifisch nur Schichten 1 und 2

## **Typische Netztechnologien**

- Ethernet-Technologien (10 Mbit/s .... 10 Gbit/s)
- WLAN-Funknetze (11 Mbit/s ... 56 Mbit/s ...)
- ...

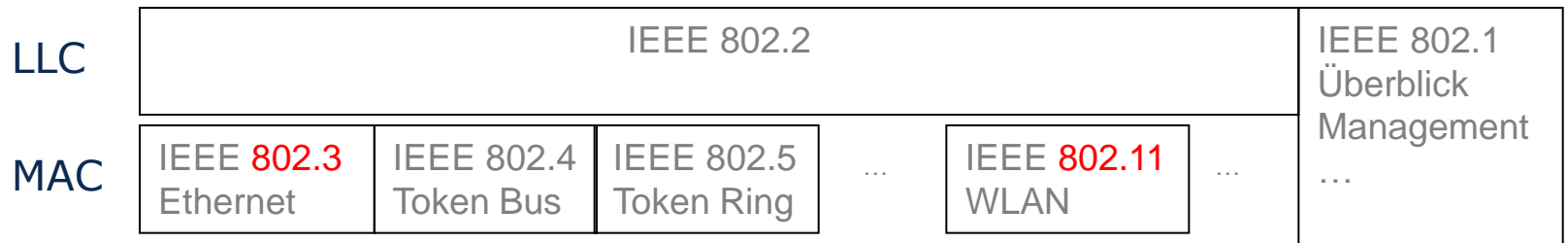
In der Büro-LAN-Praxis sind heute nur Ethernet-Technologien und WLAN relevant, für Industrienetze spielen aber auch andere Verfahren eine Rolle.

# Architekturmodell für Sicherungsschicht in LAN

1980

**IEEE** (Institut of Electrical and Electronic Engineers, USA)

Untergruppe 802



## Weitere Standards, z.B.

802.15	Bluetooth
802.16	WiMAX;
802.1q	Virtuelles LAN;
802.1p	Priorisierung von LAN-Datenströmen („Class of Service“)

# IEEE 802 – Standard-Übersicht

---

- 802.1 High Level Interface
- 802.2 Logical Link Control
- 802.3 CSMA/CD LAN
- 802.4 Token-Bus LAN
- 802.5 Token-Ring LAN
- 802.6 MAN Metropolitan Area Networks (DQDB)
- 802.7 Broadband Technical Advisory Group
- 802.8 Fibre Optics Technical Advisory Group
- 802.9 Integrated Voice and Networks (Isochronous LANs)
- 802.10 Network Security
- 802.11 Wireless Networks
- 802.12 Demand Priority Access (100VG-AnyLAN)
- 802.14 Cable Modems
- 802.15 Wireless Personal Area Network
- 802.16 Broadband Wireless Access
- 802.17 Resilient Packet Ring
- 802.18 Radio Regulatory Technical Advisory Group (RRTAG)
- 802.19 Coexistence TAG
- 802.20 Mobile Broadband Wireless Access (MBWA) Working Group
- 802.21 Medienunabhängiges Handover
- 802.22 Wireless Regional Area Networks
- 802.30 100 Base-X, 100 Base-T, Fast Ethernet

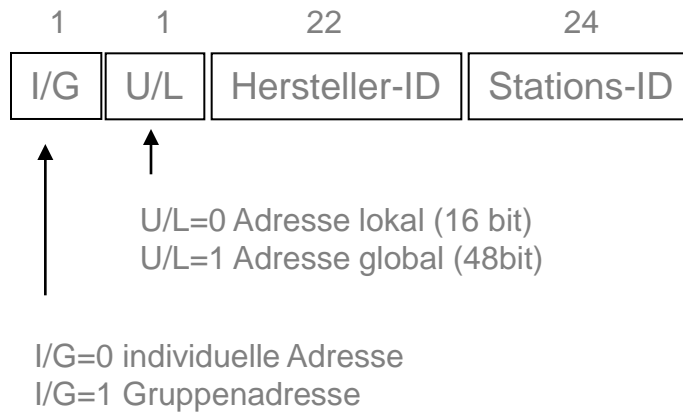
# MAC-Adressen

dienen Identifikation der Netzkarten, keine geografische Lage

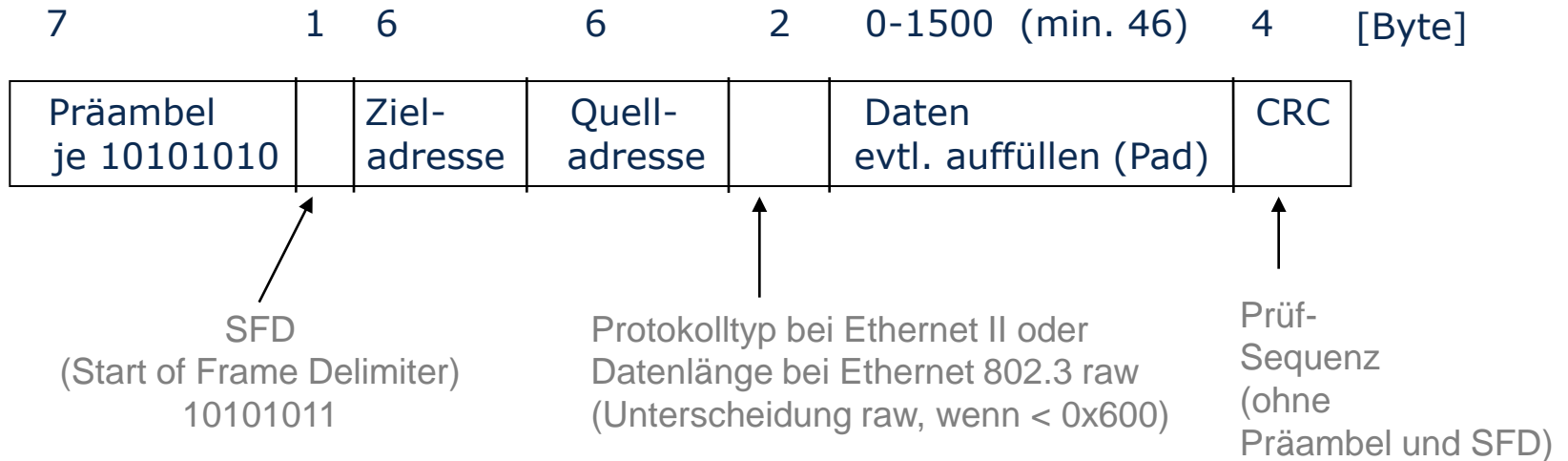
Adreßlängen      16 bit    bedeutungslos  
                         48 bit

Sicherung der **weltweiten Eindeutigkeit**

Netzkartenhersteller kauft Adreßblock bei IEEE  
Hersteller-ID fest  
Stations-ID freie Vergabe durch Hersteller



# Ethernet Framestruktur



- Präambel erlaubt Synchronisation mit Empfänger
- Protokolltyp gibt Art des höheren Protokolls an

z.B.

0x800	IPv4
0x806	ARP
0x8100	VLAN

Endeerkenkung  
 durch fehlendes Carriersignal  
 Im Frameabstand IFS

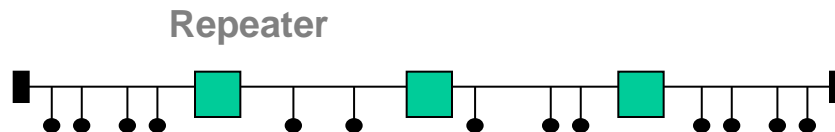
# Ethernet - Komponenten

## **NIC** (Network Interface Controller)

für die Bildung von Frames in Netzwerkstationen

## **Repeater**

zur Signaltrennung und -verstärkung  
für die Verlängerung eines LAN-Segmentes bzw. die Kopplung mehrerer Segmente  
Keine Lasttrennung!

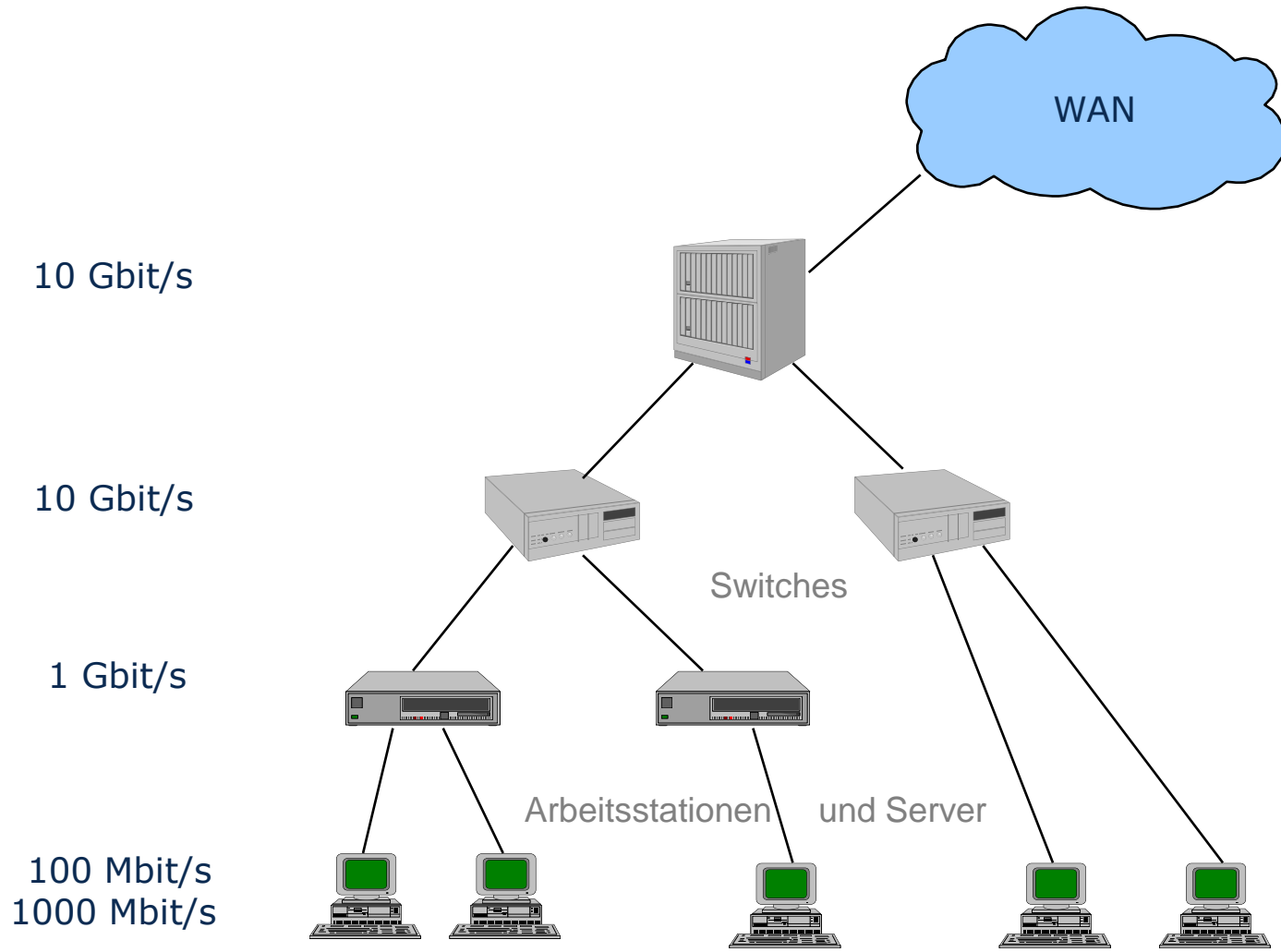


## **Switch**

wird meist benutzt, um einzelne Stationen in Sterntopologie zu verbinden  
Lasttrennung

Kaskadierung → Aufbau von Netzwerken mit Baumtopologie

# Ethernet - Beispiel



# Parameter der Ethernet-Familie nBase-X

Standard	Übertragungsrate, -Medium	Länge
<b>100Base-TX</b> (IEEE 802.3u)	100Mbps, UTP, 2 Paare	100m
...		
1000Base-LX	1Gbps, Optische Faser, multimode 50/125µm	550m
<b>1000Base-T</b> (IEEE 802.3ab)	1Gbps, UTP Kat 5, 4 Adern	100m
...		
10GBase-LX4 (IEEE 802.3ae)	Optische Faser, multimode	300m
<b>10GBase-SW</b> , LW, EW	Optische Faser, monomode, SDH STM-64	40 km
<b>10GBase-T</b>	TP Kat 6a, 4 Adern, Echokompensation	100m

# WLAN nach IEEE 802

Einordnung in OSI-Schichten 1 und 2 nach IEEE-LAN-Architektur

- **Anwendungstransparenz**  
Installation und Nutzung höherer Netzwerkschichten wie in drahtgebundenen LAN

(evtl. anderes Zeitverhalten wegen geringerer Datenraten und höherer Wahrscheinlichkeit von Fehlübertragungen)

## **Vor-/Nachteile** gegenüber drahtgebundenen LAN

- geringere Infrastrukturkosten; „Altbausanierung“, „Letzte Meile“, ...
- Unterstützung mobiler Nutzer
- „shared medium“ → Bruttodatenrate wird unter Nutzern aufgeteilt
- evtl. Störung sensibler Infrastrukturen (Krankenhäuser, ...) → Frequenznutzung staatlich reguliert (nationale Besonderheiten!)
- Sicherheitsprobleme durch Mithören, unberechtigte Nutzung → Verschlüsselungstechniken unbedingt erforderlich

# Funknetze – Übersicht

---

## Technologien

- Funktelefonie, wird an dieser Stelle nicht behandelt  
z.B. DECT, ...GSM, ..., UMTS, ...
- ...
- WPAN (Wireless Personal Area Network)  
IEEE 802.15 Bluetooth
- WLAN (Wireless Local Area Network)  
IEEE 802.11
- WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)  
IEEE 802.16

# lizenz- und kostenfreie Frequenzbereiche

Nationale Besonderheiten: Deutschland, Japan, Frankreich, ...

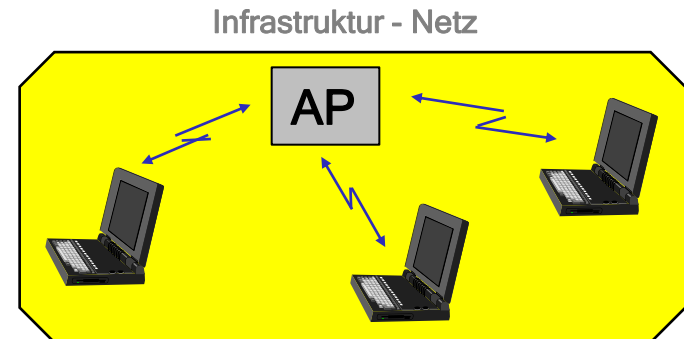
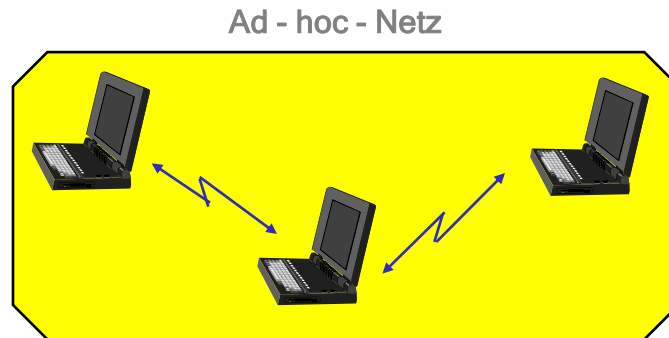
## **Deutschland:** Zuteilung durch **Bundesnetzagentur**

- Frequenzbereiche (DE)
  - 2,4 GHz-ISM-Band (Industrial-Scientific-Medical-Band)  
Belegung der Frequenzbereiche durch WLAN,  
aber auch DECT, Bluetooth, Mikrowellengeräte, ...  
  
→ gegenseitige Störungen unvermeidlich  
(Bitfehlerwahrscheinlichkeiten  
mehrere Zehnerpotenzen schlechter als bei Kabelübertragungen)
  - 5 GHz-Band  
Belegung der Frequenzbereiche durch Primärnutzer (Radar, ...)  
und Sekundärnutzer (WLAN, ... )  
  
Primärnutzung darf nicht gestört werden (!!!)
- Sendeleistung reglementiert  
  
Reichweite nicht reglementiert  
Überschreitung von Grundstücksgrenzen möglich

# WLAN - Übersicht

## Netzaufbau

- vorwiegend Nutzung lizenzfreier Bänder im GHz-Frequenzbereich
- Zellularfunk  
Zellgröße abhängig von Sendeleistung, Umgebung, Nutzerdichte, ...
- Netzstrukturen dezentral (ad-hoc-Modus)  
oder zentral (Infrastruktur-Modus) mit Access Points (AP)



## Technische Parameter

Sendeleistungen:	0,1 ... 4 W	(Gesundheitsschutz!)
Reichweiten:	10 ... 250 m	(mit Richtantennen einige km)
Datenraten:	1 ... 600 Mbit/s	(meist 54 Mbit/s)

# IEEE 802.11 WLAN-Standards des IEEE

## Technologien

Veröff.	Standard	Frequenzband [GHz]	Bruttodatenrate [Mbit/s]	Max. Reichweite [m]
1997	802.11	2,4	1 ... 2	≈ 100
1999	802.11a	5	1 ... 54	≈ 120
1999	802.11b	2,4	1 ... 11	≈ 140
2003	802.11g	2,4	1 ... 54	≈ 140
2008	802.11y	3,7	54	≈ 5000
2009	802.11n	2,4 5	Erweiterung von a/g ... 600	≈ 250

## sonstige Standards

- 802.11e Bereitstellung von QoS (Zugriffspriorisierung)
- 802.11f AP - Roaming (Inter Access Point Protocol)
- 802.11i Authentifikation, Integrität, Verschlüsselung
- 802.11s Funknetzkopplung (Meshed Networks)

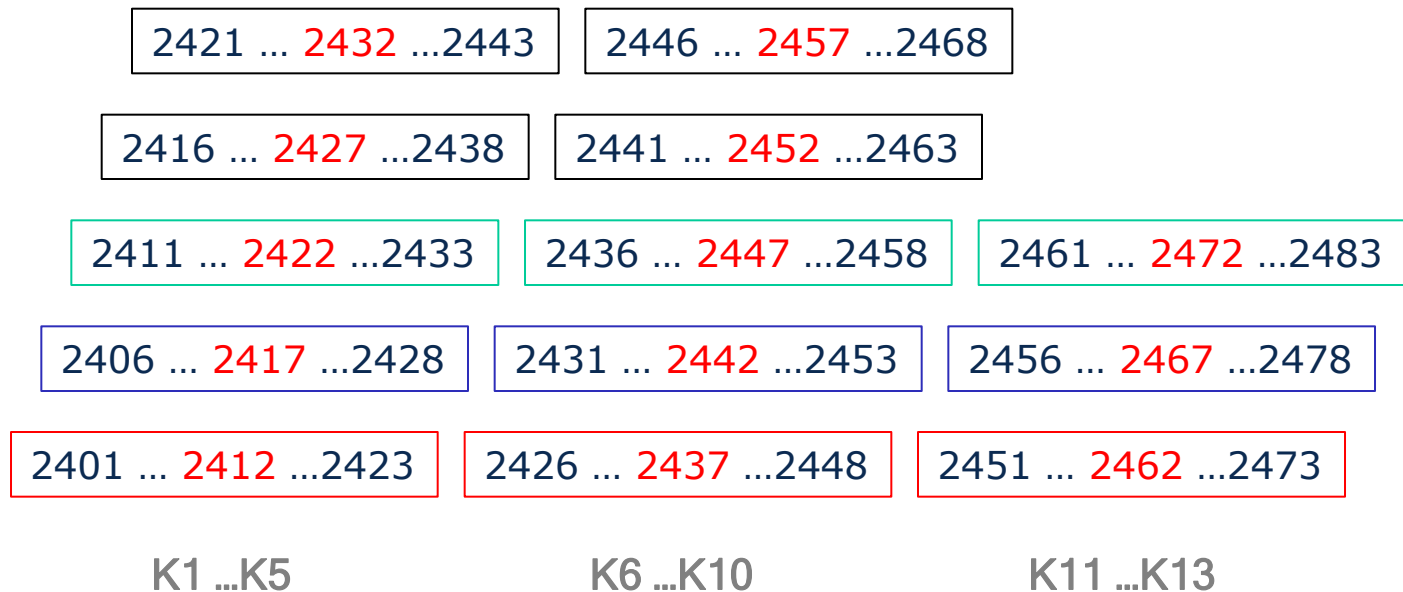
...

# IEEE 802.11b/g

2,4 GHz-ISM-Band

(Industrial-Scientific-Medical-Band)  
2400 – 2483,5 MHz

- 13 Kanäle mit Bandbreite 22 MHz  
je 5 MHz Abstand (→ Überlappungen!)
- überlappungsfrei **K1-K6-K11**, bzw. **K2-K7-K12**, bzw. **K3-K8-K13**



# Netzwerkmanagement

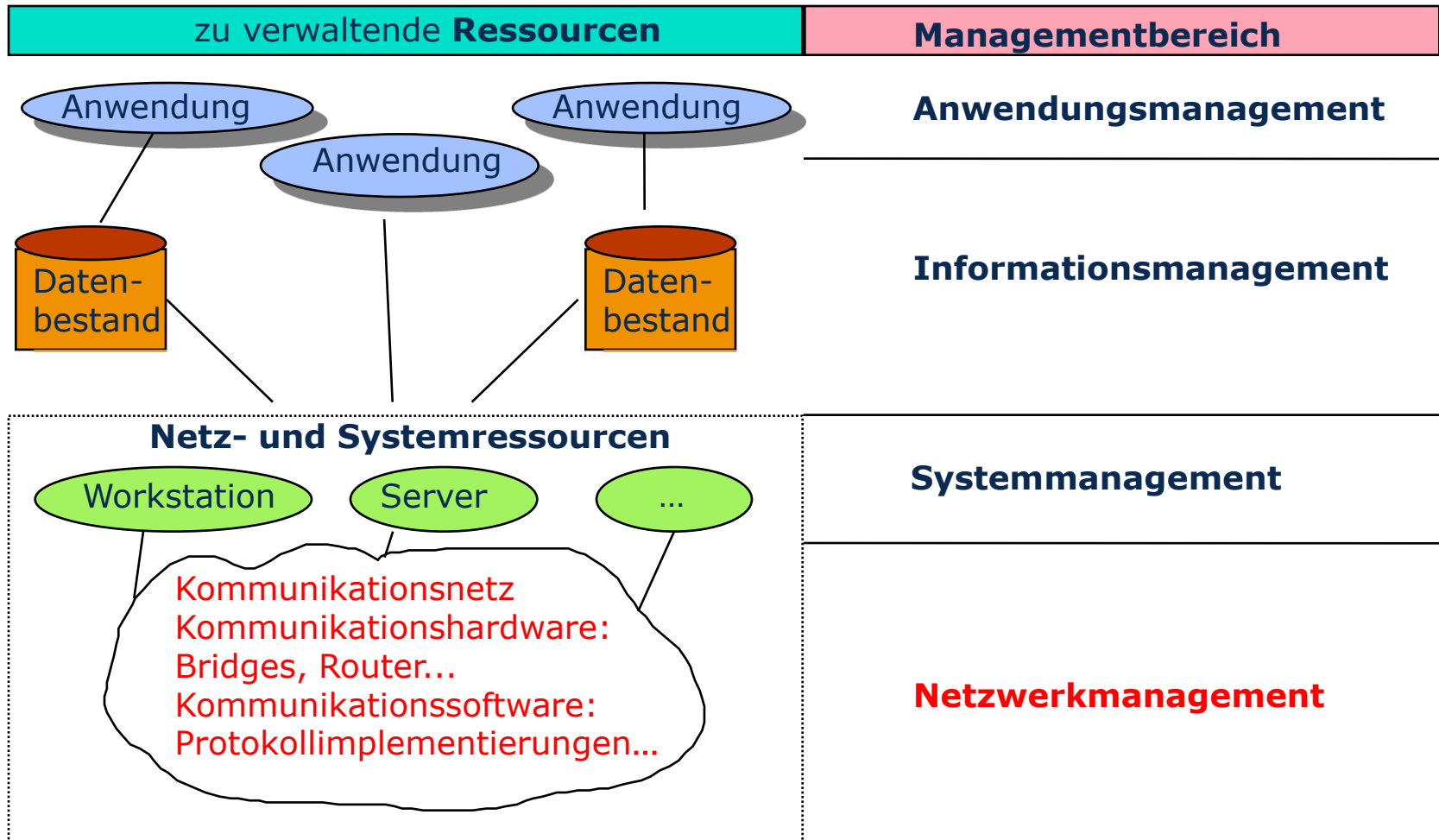
- **Komplexität der Computernetzwerke**

- 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.**

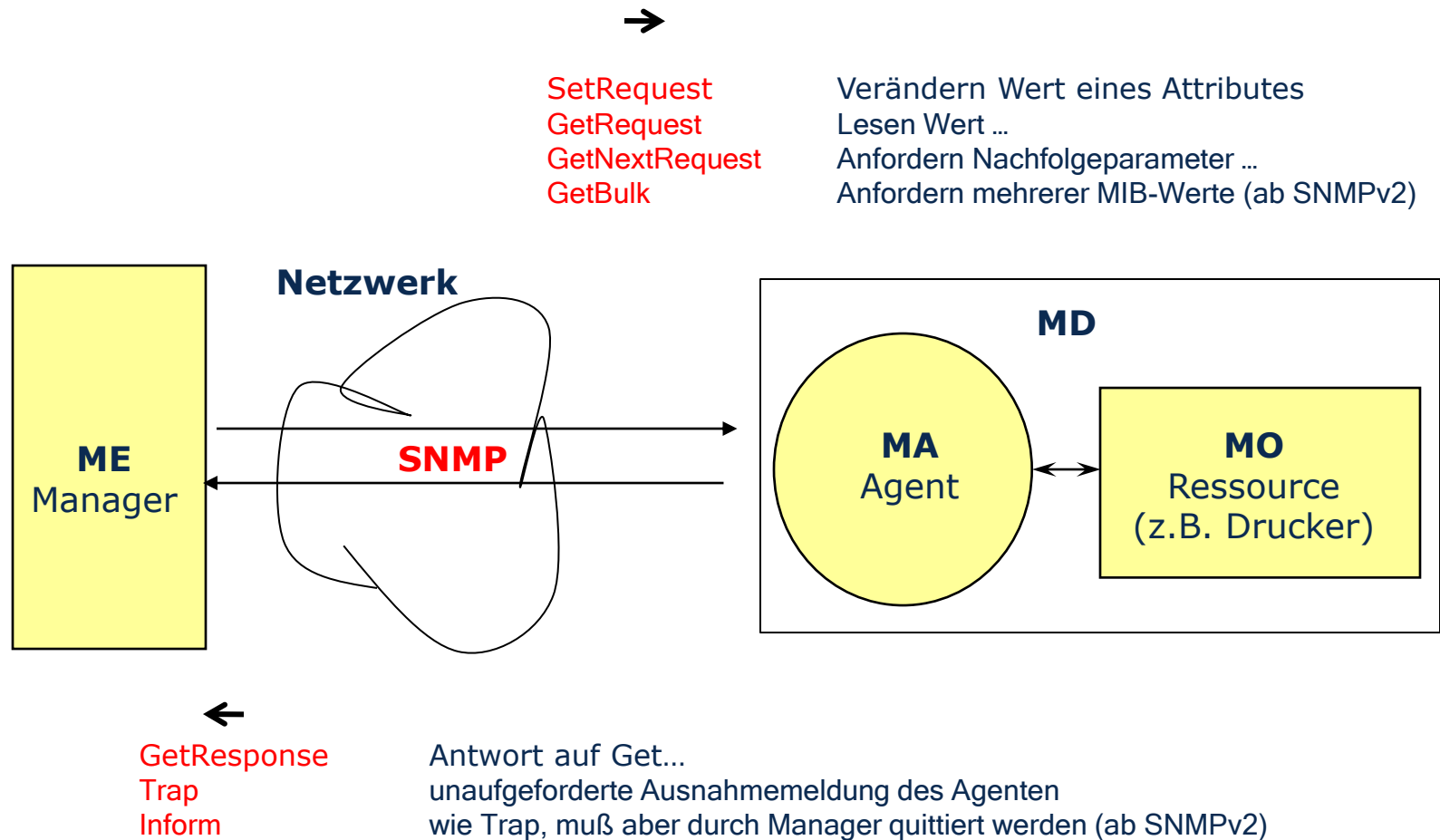
- **arbeitsaufwändige und teure Administration**

- 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

# Managementbereiche



# SNMP Dienstelemente



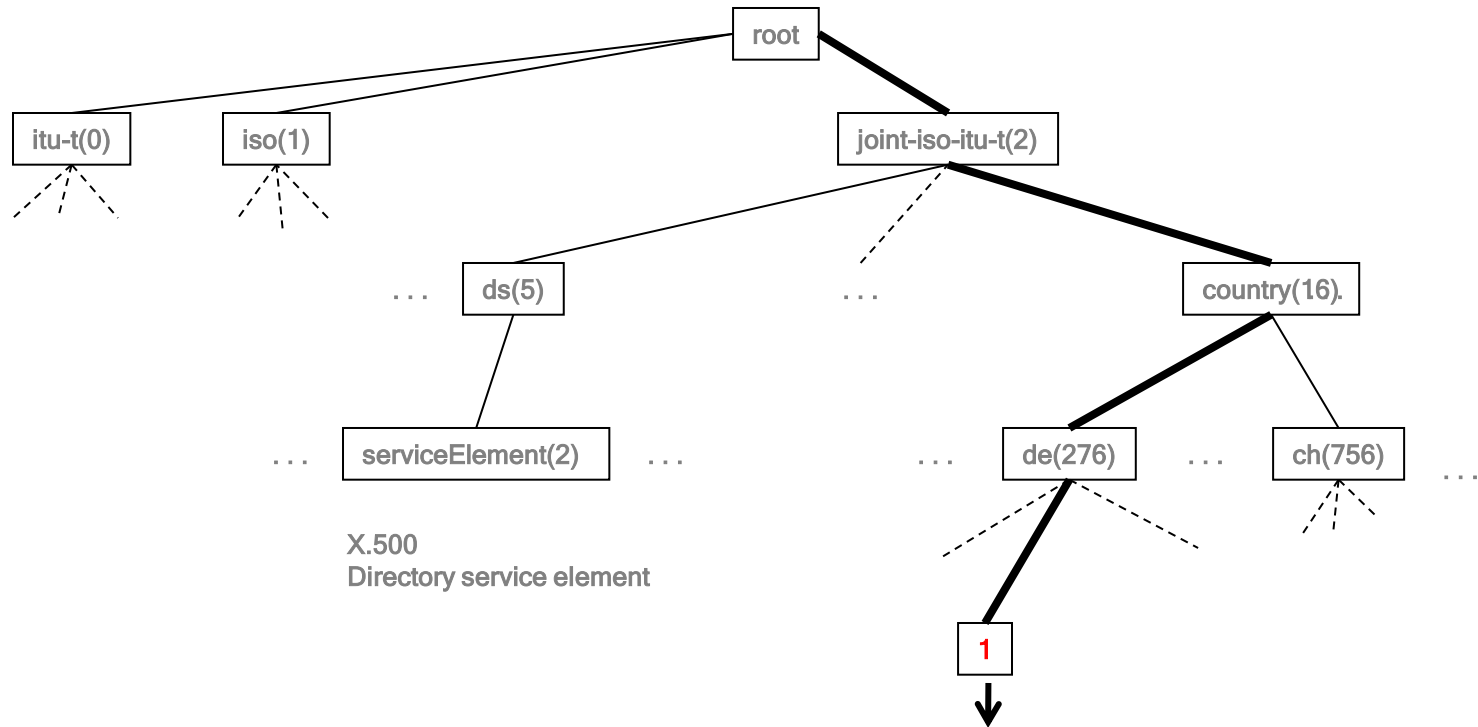
# MIB - allgemein

---

## **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 – gemeinsamer Bereich ITU und ISO



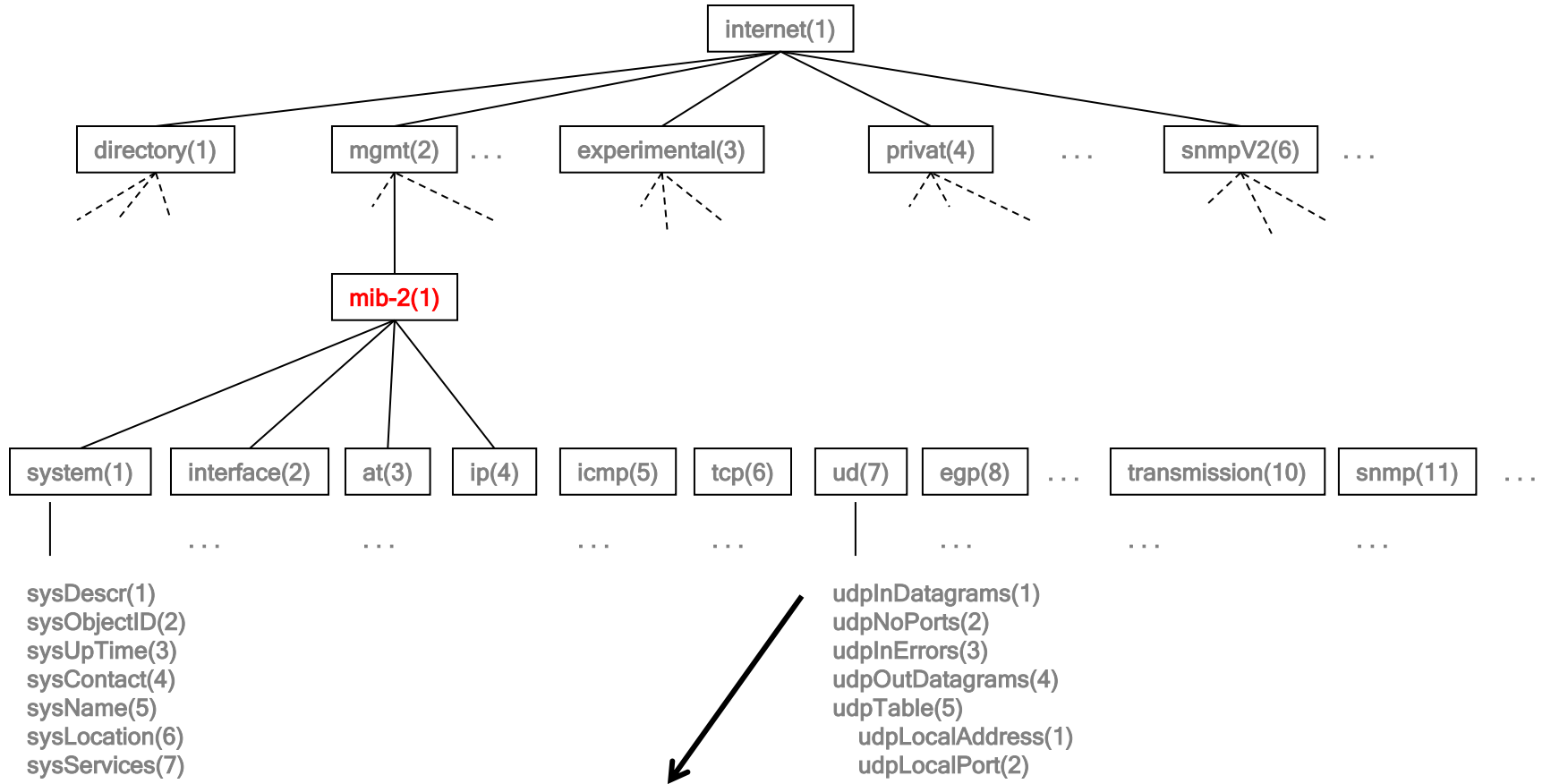
X.500  
Directory service element

Object ID branch for network operators and service providers  
(in German: Objektkennungsäste für Netzbetreiber und Diensteanbieter)

## Notation

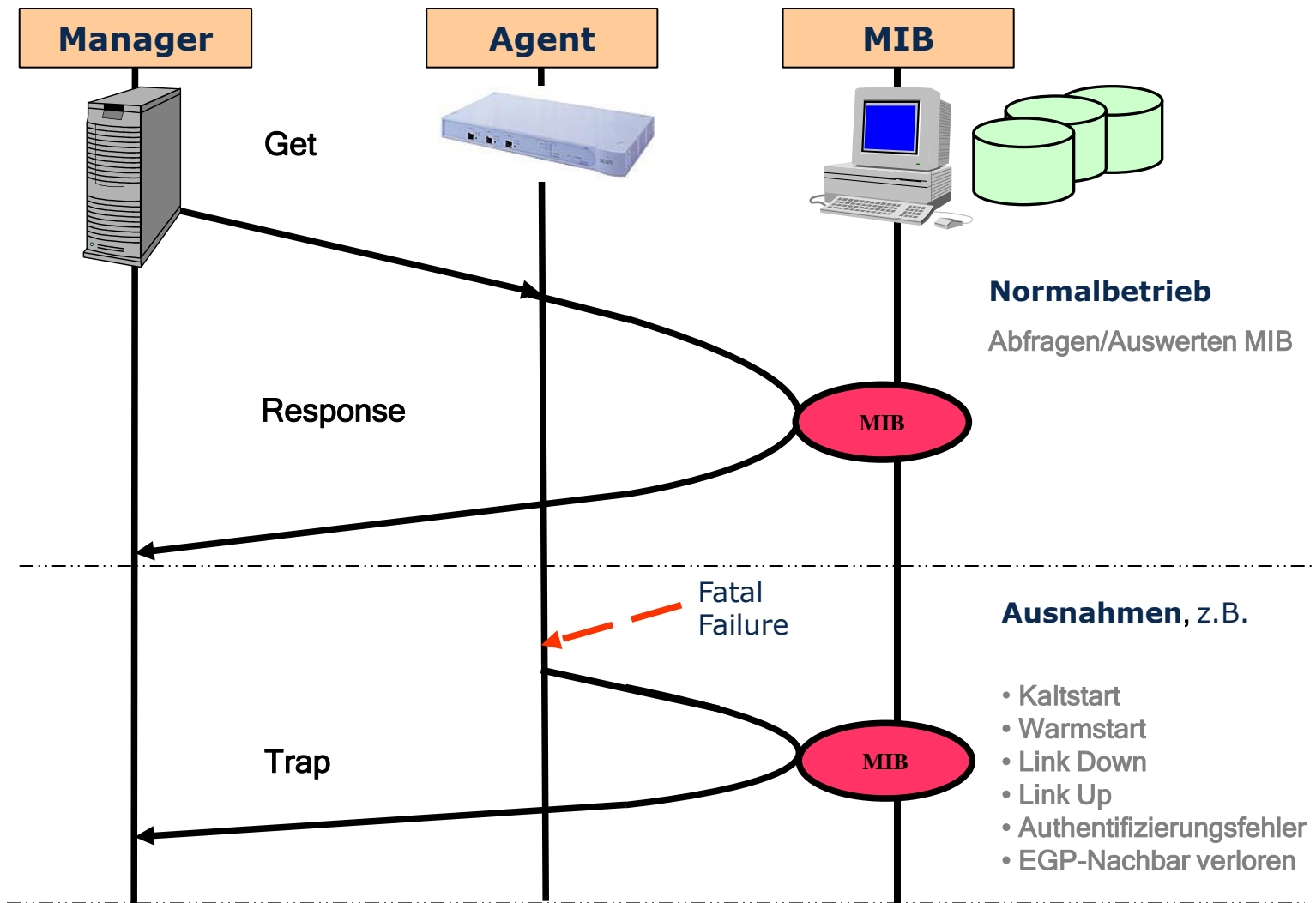
ASN.1     {joint-iso-itu-t(2) country(16) de(276) 1}  
dot        2.16.276.1

# 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

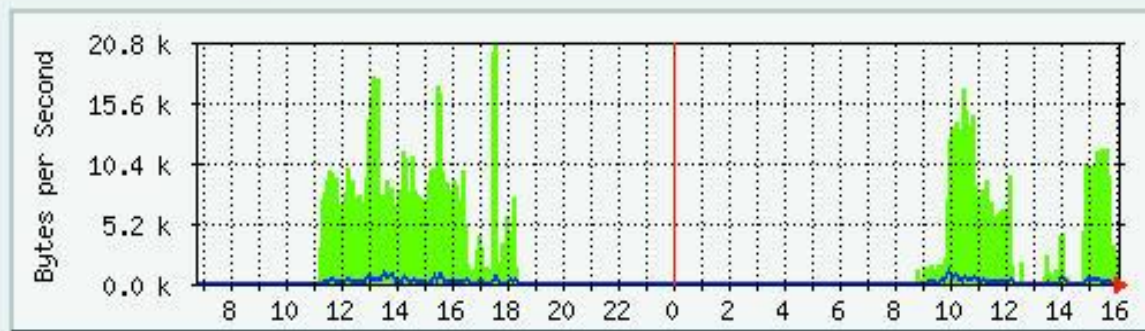
# SNMP Abläufe



# SNMP-Tools, z.B. MRTG

Beispiel „Anzeige Netzwerklast“

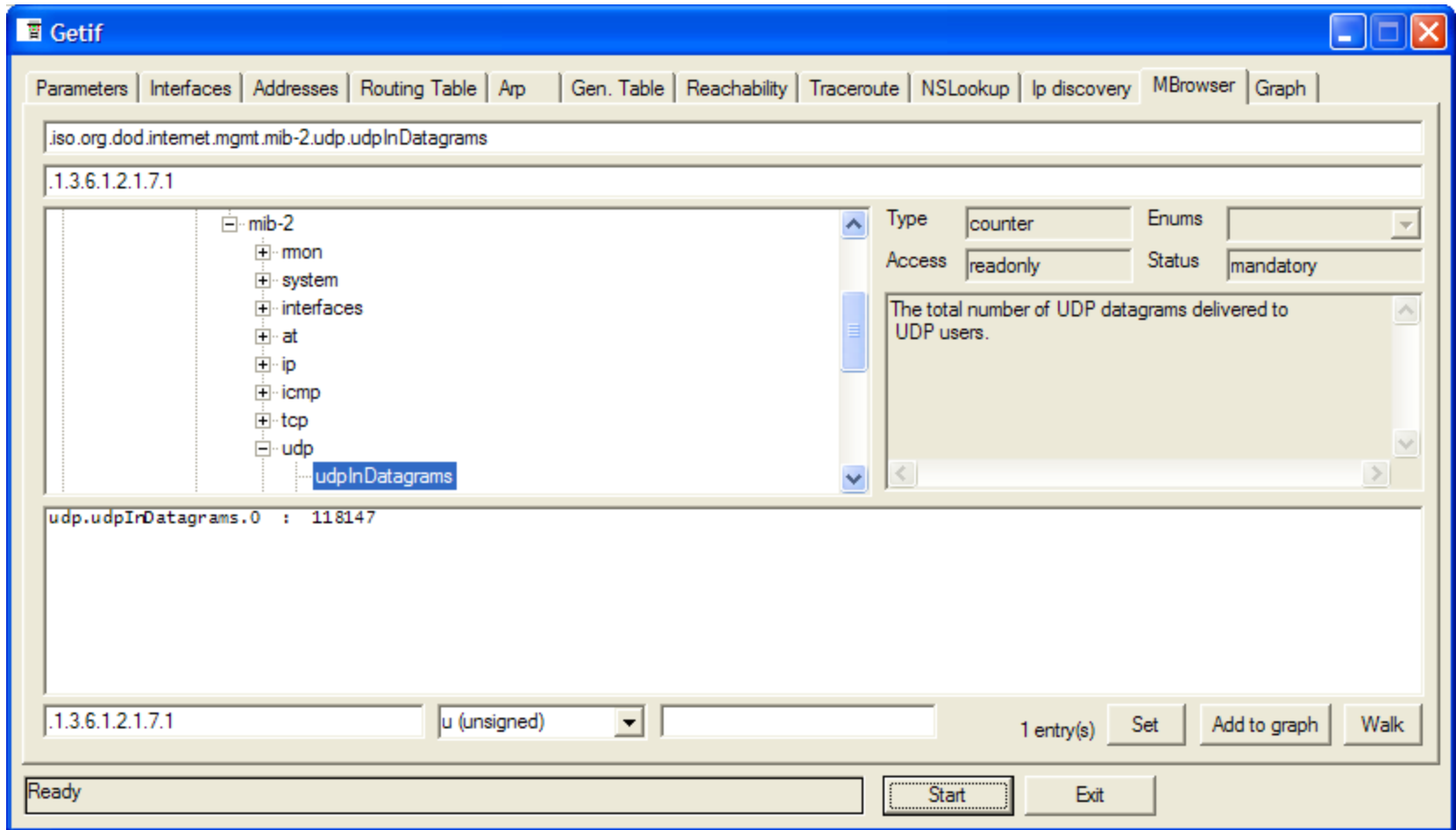
Tagesübersicht (Skalierung 5 Minute(n))



Maximal **Herein**: 20.8 kB/s (1.7%) Mittel **Herein**: 5611.0 B/s (0.4%) Aktuell **Herein**: 1538.0 B/s (0.1%)  
Maximal **Hinaus**: 1284.0 B/s (0.1%) Mittel **Hinaus**: 300.0 B/s (0.0%) Aktuell **Hinaus**: 91.0 B/s (0.0%)

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

# Getif - Anzeige der Anzahl empf. UDP-Segmente



# HP OpenView NN-Manager

## Leistungsmanagement

