

# Vertiefung Rechnertechnik und -netzwerke

# Vertiefung Rechnertechnik und -netzwerke

## **1 Einführung: TCP/IP in der Praxis**

## **2 Schichtenmodelle**

**2.1** Das DoD-Schichtenmodell

**2.2** Das OSI-Schichtenmodell

**2.3** Protokollstapel

**2.4** Netzwerkanalyse in Schicht 2

**2.5** Schicht 1: Störungen und Kollisionsvermeidung

⋮

## **X Verschlüsselung**

# Vertiefung Rechnertechnik und -netzwerke

## 1 Einführung: TCP/IP in der Praxis

## 2 Schichtenmodelle

2.1 Das DoD-Schichtenmodell

2.2 Das OSI-Schichtenmodell

2.3 Protokollstapel

## 3 OSI-Schicht 1 und 2: Netzzugang

3.1 Einführung: Netzwerkanalyse in der Praxis:  
tcpdump, wireshark, ettercap

3.2 Störungs- und Kollisionsbehandlung:  
Token Ring, Ethernet: CSMA/CD, FDDI  
WLAN: CSMA/CA, Hidden Station, Exposed Station, RTS/CTS

⋮

## X Verschlüsselung

# Vertiefung Rechnertechnik und -netzwerke

## 1 Einführung: TCP/IP in der Praxis

## 2 Schichtenmodelle

2.1 Das DoD-Schichtenmodell

2.2 Das OSI-Schichtenmodell

2.3 Protokollstapel

## 3 OSI-Schicht 1 und 2: Netzzugang

3.1 Einführung: Netzwerkanalyse in der Praxis:  
tcpdump, wireshark, ettercap

3.2 Störungs- und Kollisionsbehandlung:  
Token Ring, Ethernet: CSMA/CD, FDDI  
WLAN: CSMA/CA, Hidden Station, Exposed Station, RTS/CTS

CAN-Bus: CSMA/CR

3.3 Übertragungstechnik

3.4 Strukturierte Verkabelung

⋮

## X Verschlüsselung

# Vertiefung Rechnertechnik und -netzwerke

## 1 Einführung: TCP/IP in der Praxis

## 2 Schichtenmodelle

2.1 Das DoD-Schichtenmodell

2.2 Das OSI-Schichtenmodell

2.3 Protokollstapel

## 3 OSI-Schicht 1 und 2: Netzzugang

3.1 Einführung: Netzwerkanalyse in der Praxis:  
tcpdump, wireshark, ettercap

3.2 Störungs- und Kollisionsbehandlung:  
Token Ring, Ethernet: CSMA/CD, FDDI  
WLAN: CSMA/CA, Hidden Station, Exposed Station, RTS/CTS  
CAN-Bus: CSMA/CR

3.3 Übertragungstechnik

3.4 Strukturierte Verkabelung

## 4 OSI-Schicht 3: Vermittlung (Internet)

## 5 OSI-Schicht 4: Transport

⋮

## X Verschlüsselung

## 3.2 Störungs- und Kollisionsvermeidung

### Draht

- Problem: elektromagnetische Störungen von/nach außen
- Lösungen:
  - Abschirmung
  - (pseudo-) differentielle Signalübertragung

Koaxialkabel, Twisted-Pair-Kabel

## 3.2 Störungs- und Kollisionsvermeidung

### Draht

- Problem: elektromagnetische Störungen von/nach außen
- Lösungen:
  - Abschirmung
  - (pseudo-) differentielle SignalübertragungKoaxialkabel, Twisted-Pair-Kabel
- Problem: Kollisionen
- Lösungen:
  - Token Ring: kreisendes *Token*
  - Ethernet: CSMA/CD  
Kollision erkennen, zufällige Zeit warten

## 3.2 Störungs- und Kollisionsvermeidung

### Draht

- Problem: elektromagnetische Störungen von/nach außen
- Lösungen:
  - Abschirmung
  - (pseudo-) differentielle SignalübertragungKoaxialkabel, Twisted-Pair-Kabel
- Problem: Kollisionen
- Lösungen:
  - Token Ring: kreisendes *Token*
  - Ethernet: CSMA/CD  
Kollision erkennen, zufällige Zeit warten

### Glasfaser

- Problem: Kollisionen
- FDDI: kreisendes Token plus Reserve-Ring



## 3.2 Störungs- und Kollisionsvermeidung

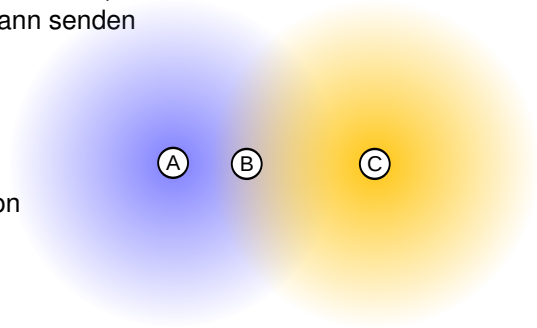
### WLAN

- Problem: Kollisionen  
nicht gleichzeitig senden und empfangen
- Lösung: CSMA/CA  
horchen, ob Medium eine bestimmte Zeit lang frei ist,  
zusätzlich zufällige Zeit abwarten,  
wenn immer noch frei, dann senden

## 3.2 Störungs- und Kollisionsvermeidung

### WLAN

- Problem: Kollisionen  
nicht gleichzeitig senden und empfangen
- Lösung: CSMA/CA  
horchen, ob Medium eine bestimmte Zeit lang frei ist,  
zusätzlich zufällige Zeit abwarten,  
wenn immer noch frei, dann senden
- Problem: Hidden Station
- Teil-Lösung: RTS/CTS
- Problem: Exposed Station
- Teil-Lösung: RTS/CTS



## 3.2 Störungs- und Kollisionsvermeidung

### 1 Einführung: TCP/IP in der Praxis

### 2 Schichtenmodelle

2.1 Das DoD-Schichtenmodell

2.2 Das OSI-Schichtenmodell

2.3 Protokollstapel

### 3 OSI-Schicht 1 und 2: Netzzugang

3.1 Einführung: Netzwerkanalyse in der Praxis:  
tcpdump, wireshark, ettercap

3.2 Störungs- und Kollisionsbehandlung:  
Token Ring, Ethernet: CSMA/CD, FDDI  
WLAN: CSMA/CA, Hidden Station, Exposed Station, RTS/CTS  
CAN-Bus: CSMA/CR

3.3 Übertragungstechnik

3.4 Strukturierte Verkabelung

### 4 OSI-Schicht 3: Vermittlung (Internet)

### 5 OSI-Schicht 4: Transport

⋮

### X Verschlüsselung

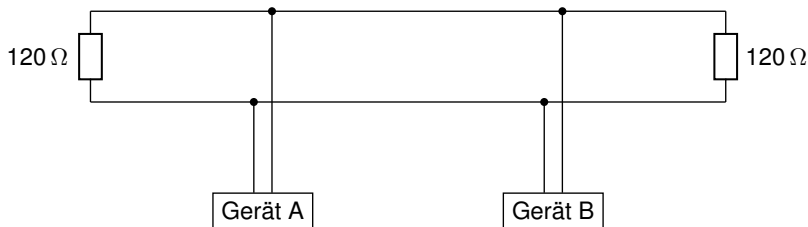
## 3.2 Störungs- und Kollisionsvermeidung

### CAN-Bus

Controller Area Network

Anwendungen: Steuergeräte, z. B. in Automobilen

- Problem: Kollisionen
- Lösung: CSMA/CR  
Carrier Sense Multiple Access / Collision Resolution

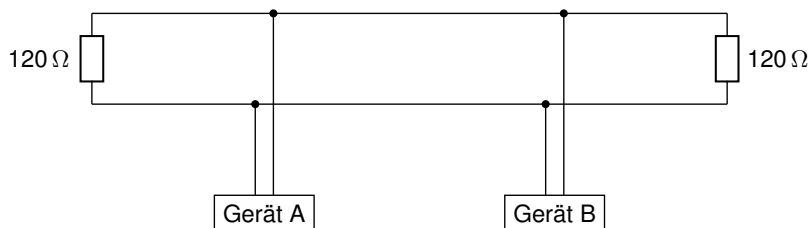


logisch 1: Ruhezustand

logisch 0: Spannungsdifferenz

## CAN-Bus

Carrier Sense Multiple Access / Collision Resolution

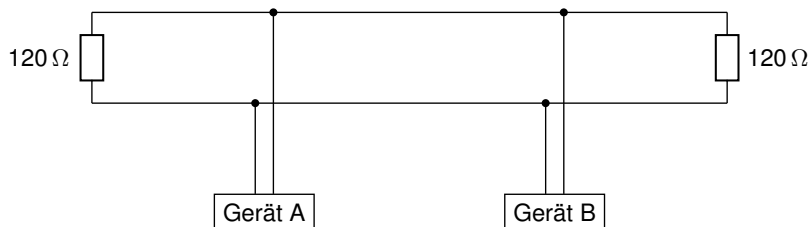


logisch 1: Ruhezustand

logisch 0: Spannungsdifferenz

## CAN-Bus

Carrier Sense Multiple Access / Collision Resolution

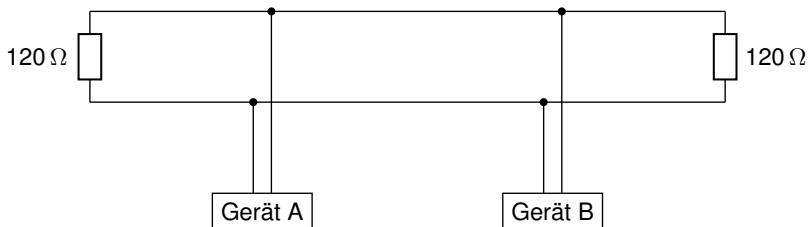


logisch 1: Ruhezustand

logisch 0: Spannungsdifferenz  $\longrightarrow$  Vorrang vor 1

## CAN-Bus

### Carrier Sense Multiple Access / Collision Resolution

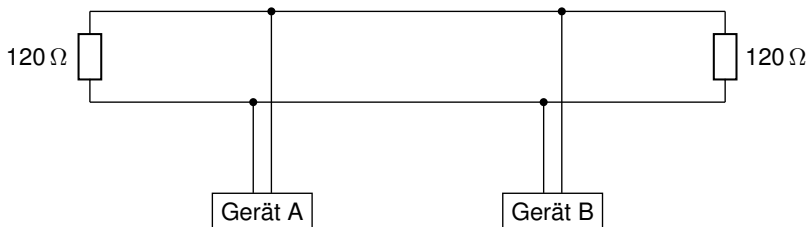


logisch 1: Ruhezustand – *rezessiv*

logisch 0: Spannungsdifferenz → Vorrang vor 1 – *dominant*

## CAN-Bus

### Carrier Sense Multiple Access / Collision Resolution



logisch 1: Ruhezustand – *rezessiv*

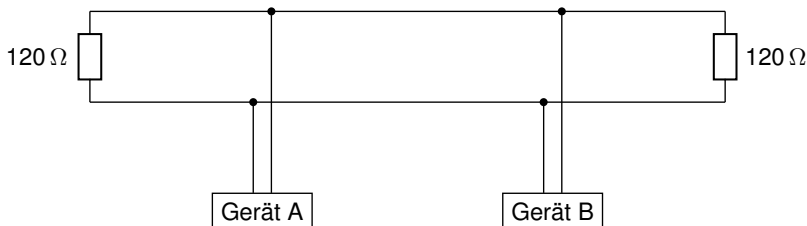
logisch 0: Spannungsdifferenz  $\longrightarrow$  Vorrang vor 1 – *dominant*

logische Und-Verknüpfung – *Wired And*



## CAN-Bus

### Carrier Sense Multiple Access / Collision Resolution



logisch 1: Ruhezustand – *rezessiv*

logisch 0: Spannungsdifferenz → Vorrang vor 1 – *dominant*

logische Und-Verknüpfung – *Wired And*

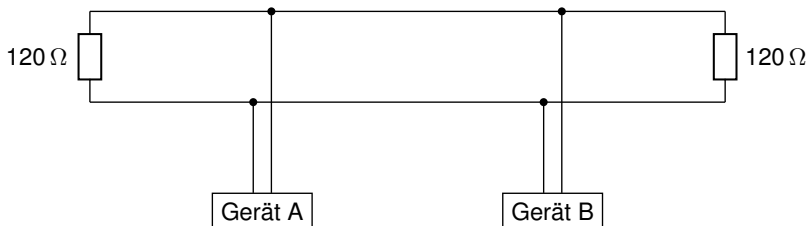
*Priorität* senden, Gesendetes lesen

- stimmt überein → weitersenden
- stimmt nicht überein → warten

→ Priorität 0 kann sofort senden

## CAN-Bus

### Carrier Sense Multiple Access / Collision Resolution



logisch 1: Ruhezustand – *rezessiv*

logisch 0: Spannungsdifferenz → Vorrang vor 1 – *dominant*

logische Und-Verknüpfung – *Wired And*

*Priorität* senden, Gesendetes lesen

- stimmt überein → weitersenden
- stimmt nicht überein → warten

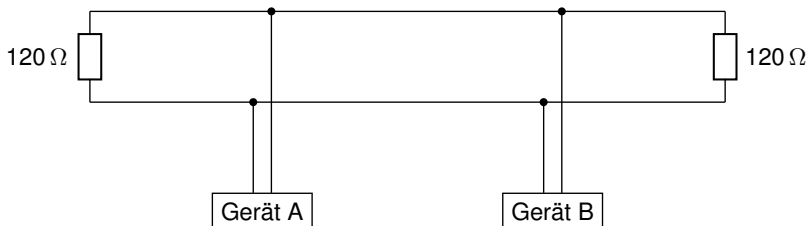
→ Priorität 0 kann sofort senden

A sendet Priorität 3: 0 0 1 1

B sendet Priorität 5: 0 1 0 1

# CAN-Bus

## Carrier Sense Multiple Access / Collision Resolution



logisch 1: Ruhezustand – *rezessiv*

logisch 0: Spannungsdifferenz → Vorrang vor 1 – *dominant*

logische Und-Verknüpfung – *Wired And*

*Priorität* senden, Gesendetes lesen

- stimmt überein → weitersenden
- stimmt nicht überein → warten

→ Priorität 0 kann sofort senden

A sendet Priorität 3: 0 0 1 1

B sendet Priorität 5: 0 1 0 1

↑  
B hört auf, A sendet weiter

## 3.3 Übertragungstechnik

### 1 Einführung: TCP/IP in der Praxis

### 2 Schichtenmodelle

2.1 Das DoD-Schichtenmodell

2.2 Das OSI-Schichtenmodell

2.3 Protokollstapel

### 3 OSI-Schicht 1 und 2: Netzzugang

3.1 Einführung: Netzwerkanalyse in der Praxis:  
tcpdump, wireshark, ettercap

3.2 Störungs- und Kollisionsbehandlung:  
Token Ring, Ethernet: CSMA/CD, FDDI  
WLAN: CSMA/CA, Hidden Station, Exposed Station, RTS/CTS  
CAN-Bus: CSMA/CR

3.3 Übertragungstechnik

3.4 Strukturierte Verkabelung

### 4 OSI-Schicht 3: Vermittlung (Internet)

### 5 OSI-Schicht 4: Transport

⋮

### X Verschlüsselung

## 3.3 Übertragungstechnik

### Draht

- Problem: Wie bekommen wir überhaupt ein Bit von A nach B?
- Lösung: definierte Spannungen und Zeiten

## 3.3 Übertragungstechnik

### Draht

- Problem: Wie bekommen wir überhaupt ein Bit von A nach B?
- Lösung: definierte Spannungen und Zeiten → Protokoll

## 3.3 Übertragungstechnik

### Draht

- Problem: Wie bekommen wir überhaupt ein Bit von A nach B?
- Lösung: definierte Spannungen und Zeiten → Protokoll
- Beispiel: RS-232

Synchronisation

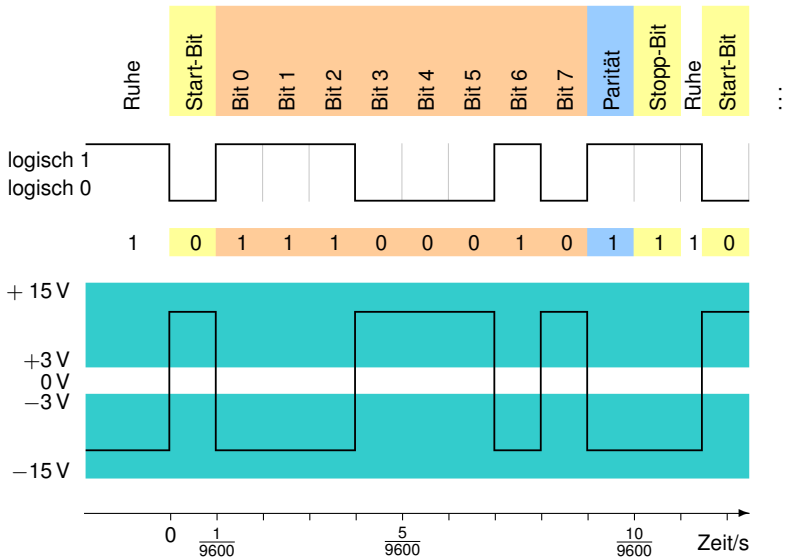
Daten

Check

9600 Baud, 8 Daten-Bits, ungerade Parität, 1 Stopp-Bit

Beispiel-Daten: ASCII „G“ = 71 = 0100 0111 binär

Übertragung der Daten von rechts (Bit 0) nach links (Bit 7)

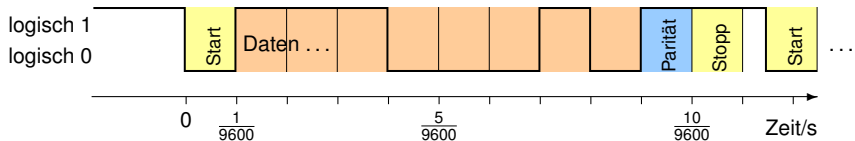




## 3.3 Übertragungstechnik

### Draht

- Problem: Wie bekommen wir überhaupt ein Bit von A nach B?
- Lösung: definierte Spannungen und Zeiten → Protokoll
- Beispiel: RS-232  
asynchron: 1 Leitung + Uhr

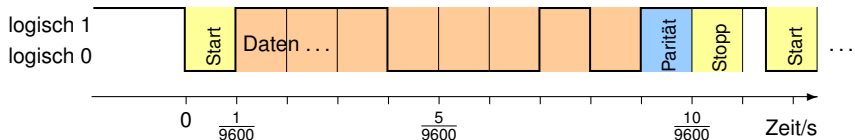


Ähnliche Protokolle: RS-422, RS-485, LIN-Bus, CAN-Bus, Ethernet

## 3.3 Übertragungstechnik

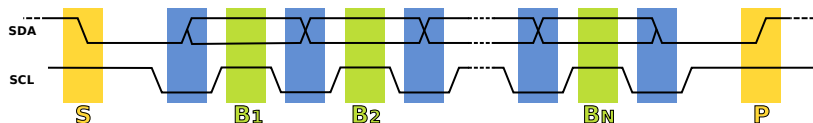
### Draht

- Problem: Wie bekommen wir überhaupt ein Bit von A nach B?
- Lösung: definierte Spannungen und Zeiten → Protokoll
- Beispiel: RS-232  
asynchron: 1 Leitung + Uhr



Ähnliche Protokolle: RS-422, RS-485, LIN-Bus, CAN-Bus, Ethernet

- Beispiel: I<sup>2</sup>C  
synchron: 2 Leitungen (statt Uhr)



## 3.3 Übertragungstechnik

### Sprechverbindung

- Problem: Wie bekommen wir überhaupt ein Bit von A nach B?

## 3.3 Übertragungstechnik

### Sprechverbindung

- Problem: Wie bekommen wir überhaupt ein Bit von A nach B?
- Lösung: definierte Frequenzen und Zeiten → Protokoll

## 3.3 Übertragungstechnik

### Sprechverbindung

- Problem: Wie bekommen wir überhaupt ein Bit von A nach B?
- Lösung: definierte Frequenzen und Zeiten → Protokoll
- Beispiel: RS-232 über Modem (Modulator/Demodulator)

## 3.3 Übertragungstechnik

### Sprechverbindung

- Problem: Wie bekommen wir überhaupt ein Bit von A nach B?
- Lösung: definierte Frequenzen und Zeiten → Protokoll
- Beispiel: RS-232 über Modem (Modulator/Demodulator)



Beispiel: 300 Bit/s

	logisch 1	logisch 0
Anrufer	1270 Hz	1070 Hz
Angerufener	2225 Hz	2025 Hz



## 3.3 Übertragungstechnik

### Sprechverbindung

- Problem: Wie bekommen wir überhaupt ein Bit von A nach B?
- Lösung: definierte Frequenzen und Zeiten → Protokoll
- Beispiel: RS-232 über Modem (Modulator/Demodulator)



noch im Einsatz: Fax

Beispiel: 300 Bit/s

	logisch 1	logisch 0
Anrufer	1270 Hz	1070 Hz
Angerufener	2225 Hz	2025 Hz



## 3.3 Übertragungstechnik

### **Telefonleitung = 50 Jahre alter Draht**

- Problem: Wie bekommen wir möglichst schnell möglichst viele Bits von A nach B?



### 3.3 Übertragungstechnik

#### Telefonleitung = 50 Jahre alter Draht

- Problem: Wie bekommen wir möglichst schnell möglichst viele Bits von A nach B?
- Lösung: Zerlegung in Frequenzen

Verfahren	Bandbreite	Datenübertragungsrate
POTS	300 Hz – 3.4 kHz	bis 56 kBit/s
ISDN	0 Hz – 120 kHz	$2 \times 64$ kBit/s
ADSL	138 kHz – 1.1 MHz	Down: bis 6 MBit/s, Up: 0.5 MBit/s
VDSL	138 kHz – 12 MHz	Down: bis 50 MBit/s, Up: 5 MBit/s

POTS = Plain Old Telephone Service

ISDN = Integrated Services Digital Network

DSL = Digital Subscriber Line

## 3.3 Übertragungstechnik

### Telefonleitung = 50 Jahre alter Draht

- Problem: Wie bekommen wir möglichst schnell möglichst viele Bits von A nach B?
- Lösung: Zerlegung in Frequenzen

Verfahren	Bandbreite	Datenübertragungsrate
POTS	300 Hz – 3.4 kHz	bis 56 kBit/s
ISDN	0 Hz – 120 kHz	$2 \times 64$ kBit/s
ADSL	138 kHz – 1.1 MHz	Down: bis 6 MBit/s, Up: 0.5 MBit/s
VDSL	138 kHz – 12 MHz	Down: bis 50 MBit/s, Up: 5 MBit/s

POTS = Plain Old Telephone Service

ISDN = Integrated Services Digital Network

DSL = Digital Subscriber Line

- POTS: funktionierende Frequenzen, analog trägt digital
- ISDN: funktionierende Frequenzen, digital trägt analog
- DSL: in Kanäle aufteilen, einzeln testen

## 3.3 Übertragungstechnik

### Telefonleitung = 50 Jahre alter Draht

- Problem: Wie bekommen wir möglichst schnell möglichst viele Bits von A nach B?
- Lösung: Zerlegung in Frequenzen
- Ähnliches Prinzip:
  - drahtlose Übertragung
  - PowerLAN

## 3.3 Übertragungstechnik

### Telefonleitung = 50 Jahre alter Draht

- Problem: Wie bekommen wir möglichst schnell möglichst viele Bits von A nach B?
- Lösung: Zerlegung in Frequenzen
- Ähnliches Prinzip:
  - drahtlose Übertragung
  - PowerLAN

### Generelles Prinzip: Multiplexverfahren

- Richtfunk (mehrere Leitungen): Raummultiplexverfahren
- mehrere Signale zeitversetzt: Zeitmultiplexverfahren
- mehrere Frequenzen (Wellenlängen): Frequenzmultiplexverfahren
- mehrere Protokolle: Codemultiplexverfahren

## 3.4 Strukturierte Verkabelung

### 1 Einführung: TCP/IP in der Praxis

### 2 Schichtenmodelle

2.1 Das DoD-Schichtenmodell

2.2 Das OSI-Schichtenmodell

2.3 Protokollstapel

### 3 OSI-Schicht 1 und 2: Netzzugang

3.1 Einführung: Netzwerkanalyse in der Praxis:

tcpdump, wireshark, ettercap

3.2 Störungs- und Kollisionsbehandlung:

Token Ring, Ethernet: CSMA/CD, FDDI

WLAN: CSMA/CA, Hidden Station, Exposed Station, RTS/CTS

CAN-Bus: CSMA/CR

3.3 Übertragungstechnik

3.4 Strukturierte Verkabelung

### 4 OSI-Schicht 3: Vermittlung (Internet)

### 5 OSI-Schicht 4: Transport

⋮

### X Verschlüsselung

## 3.4 Strukturierte Verkabelung

Universelle Gebäudeverkabelung (UGV) gemäß EN 50173-1  
Teil der Gebäudeinfrastruktur

- sicher
- zuverlässig
- erweiterbar
- anwendungsneutral

## 3.4 Strukturierte Verkabelung

Universelle Gebäudeverkabelung (UGV) gemäß EN 50173-1  
Teil der Gebäudeinfrastruktur

- sicher
  - zuverlässig
  - erweiterbar
  - anwendungsneutral
- } redundant auslegen, Leistungsreserve

## 3.4 Strukturierte Verkabelung

Universelle Gebäudeverkabelung (UGV) gemäß EN 50173-1  
Teil der Gebäudeinfrastruktur

- sicher
  - zuverlässig
  - erweiterbar
  - anwendungsneutral
- } redundant auslegen, Leistungsreserve

Primärbereich: zwischen Gebäuden, bis 2 km

- Glasfaserkabel (Potentialtrennung!)
- DSL über eigene Kupferkabel

Sekundärbereich: zwischen Stockwerken, bis 500 m

- Glasfaser- oder Kupferkabel

Tertiärbereich: innerhalb eines Stockwerks, bis 100 m

- Twisted-Pair-Kabel

Endpunkte: Standort-, Gebäude-, Etagenverteiler

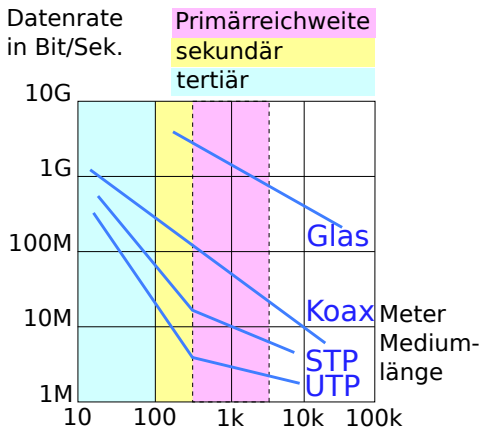
- Patch-Felder, Switches, Router



## 3.4 Strukturierte Verkabelung

Warum Glasfaserkabel?

- Kein Potentialausgleich erforderlich
- Auch im km-Bereich noch GBit-Übertragung



# Soviel für heute.

## 1 Einführung: TCP/IP in der Praxis

## 2 Schichtenmodelle

2.1 Das DoD-Schichtenmodell

2.2 Das OSI-Schichtenmodell

2.3 Protokollstapel

## 3 OSI-Schicht 1 und 2: Netzzugang

3.1 Einführung: Netzwerkanalyse in der Praxis:  
tcpdump, wireshark, ettercap

3.2 Störungs- und Kollisionsbehandlung:  
Token Ring, Ethernet: CSMA/CD, FDDI  
WLAN: CSMA/CA, Hidden Station, Exposed Station, RTS/CTS  
CAN-Bus: CSMA/CR

3.3 Übertragungstechnik

3.4 Strukturierte Verkabelung

## 4 OSI-Schicht 3: Vermittlung (Internet)

## 5 OSI-Schicht 4: Transport

⋮

## X Verschlüsselung