

Vertiefung Rechnertechnik und -netzwerke

1 Einführung: TCP/IP in der Praxis

2 Schichtenmodelle

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 Strukturierte Verkabelung

3.4 Übertragungstechnik

4 OSI-Schicht 3: Vermittlung (Internet)

5 OSI-Schicht 4: Transport

⋮

X Verschlüsselung

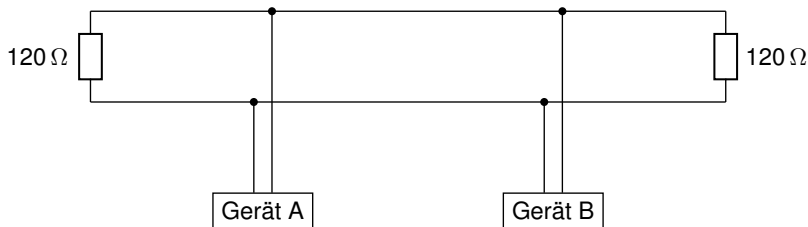
3.2 Störungs- und Kollisionsvermeidung

CAN-Bus

Controller Area Network

Anwendungen: Steuergeräte, z. B. in Automobilen

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

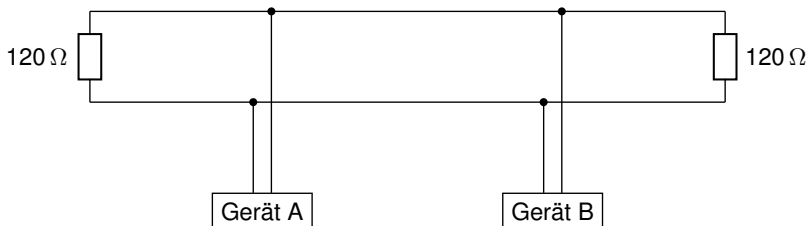


logisch 1: Ruhezustand

logisch 0: Spannungsdifferenz

CAN-Bus

Carrier Sense Multiple Access / Collision Resolution



logisch 1: Ruhezustand – *rezessiv*

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

logische Und-Verknüpfung – *Wired And*

Priorität senden, Gesendetes lesen

- stimmt überein → weitersenden
- stimmt nicht überein → warten

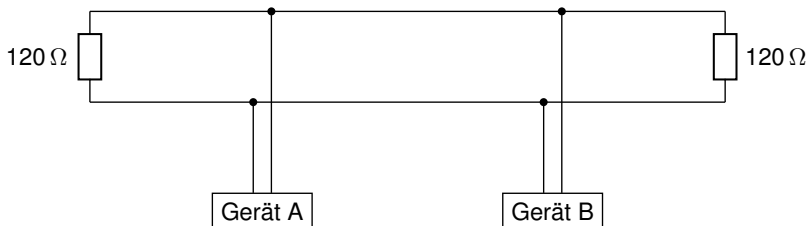
→ Priorität 0 kann sofort senden

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 Strukturierte Verkabelung

1 Einführung: TCP/IP in der Praxis

2 Schichtenmodelle

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 Strukturierte Verkabelung

3.4 Übertragungstechnik

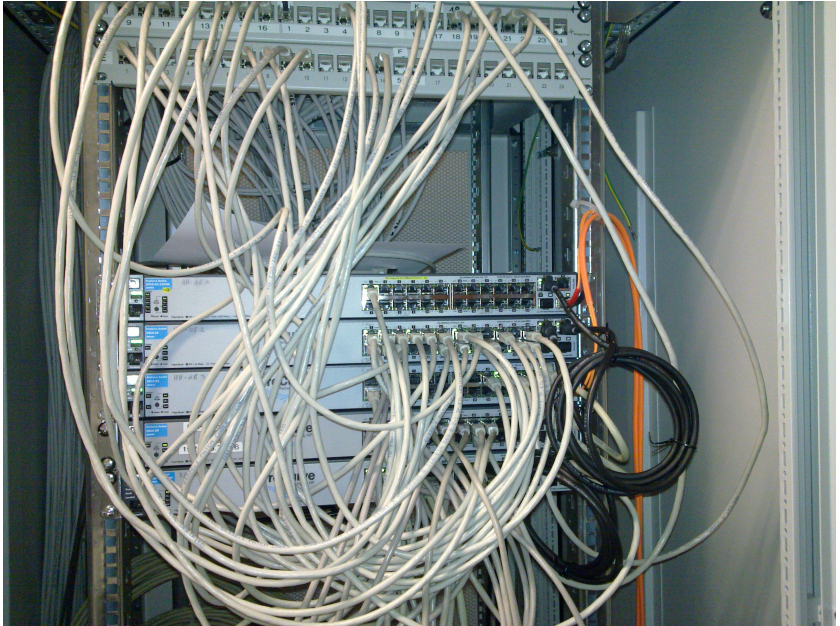
4 OSI-Schicht 3: Vermittlung (Internet)

5 OSI-Schicht 4: Transport

⋮

X Verschlüsselung

3.3 Strukturierte Verkabelung



3.3 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

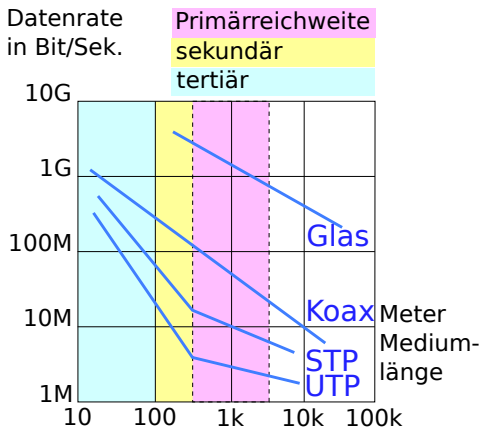
Endpunkte: Standort-, Gebäude-, Etagenverteiler

- Patch-Felder, Switches, Router

3.3 Strukturierte Verkabelung

Warum Glasfaserkabel?

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



3.3 Strukturierte Verkabelung

Verkabelung einer Anlage

Beispiel: Flugzeugkabinensimulator

- Haupt-PC \longleftrightarrow Feldbus:
Ethernet (TP)
(früher: CAN-Bus)
- Feldbus \longleftrightarrow Verbraucher:
mehradrige Leitungen
- Feldbus \longleftrightarrow Beleuchtung:
DALI-Bus
- Haupt-PC \longleftrightarrow Tür-PC:
Ethernet (TP)
- Tür-PC \longleftrightarrow Tür-Steuerung:
CAN-Bus
- Tür-Steuerung \longleftrightarrow Motoren:
spezielle Leitungen



3.4 Übertragungstechnik

1 Einführung: TCP/IP in der Praxis

2 Schichtenmodelle

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 Strukturierte Verkabelung

3.4 Übertragungstechnik

4 OSI-Schicht 3: Vermittlung (Internet)

5 OSI-Schicht 4: Transport

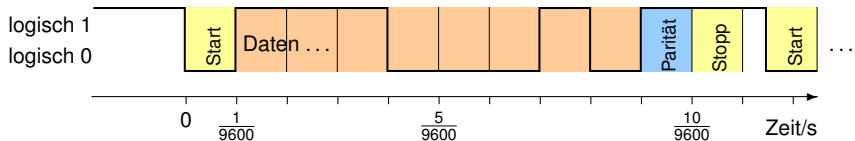
⋮

X Verschlüsselung

3.4 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

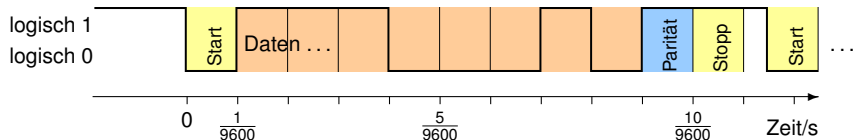


Ähnliche Protokolle: RS-422, RS-485, LIN-Bus, CAN-Bus, Ethernet

3.4 Übertragungstechnik

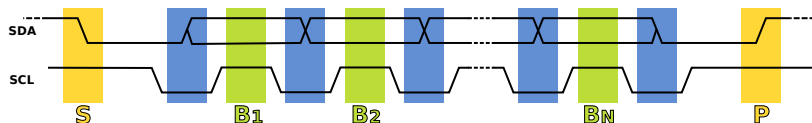
Draht

- 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: I²C
synchron: 2 Leitungen (statt Uhr)



3.4 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



3.4 Übertragungstechnik

Telefonleitung = 50 Jahre alter Draht

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

Generelles Prinzip: Multiplexverfahren

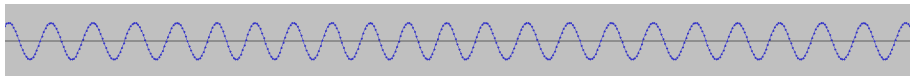
- Richtfunk (mehrere Leitungen): Raummultiplexverfahren
- mehrere Signale zeitversetzt: Zeitmultiplexverfahren
- mehrere Frequenzen (Wellenlängen): Frequenzmultiplexverfahren
- mehrere Protokolle: Codemultiplexverfahren

3.4 Übertragungstechnik

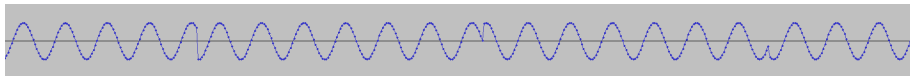
Amplitudenmodulation



Frequenzmodulation



Phasenmodulation



3.4 Übertragungstechnik

Verschiedene Basen

Vektoren in \mathbb{R}^3 :

$$2 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} + 3 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} + 5 \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

3.4 Übertragungstechnik

Verschiedene Basen

Vektoren in \mathbb{R}^3 :

$$2 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} + 3 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} + 5 \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 \\ 8 \\ -1 \end{pmatrix}$$

3.4 Übertragungstechnik

Verschiedene Basen

Vektoren in \mathbb{R}^3 :

$$\begin{aligned} 2 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} + 3 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} + 5 \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} -3 \\ 8 \\ -1 \end{pmatrix} \\ &= -3 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + 8 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} - 1 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

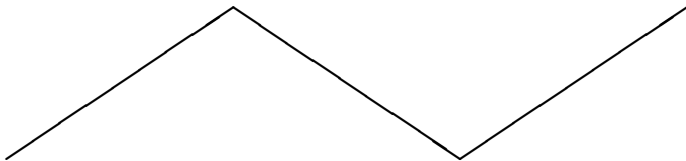
3.4 Übertragungstechnik

Verschiedene Basen

Vektoren in \mathbb{R}^3 :

$$\begin{aligned} 2 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} + 3 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} + 5 \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} -3 \\ 8 \\ -1 \end{pmatrix} \\ &= -3 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + 8 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} - 1 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Funktion als Vektor:



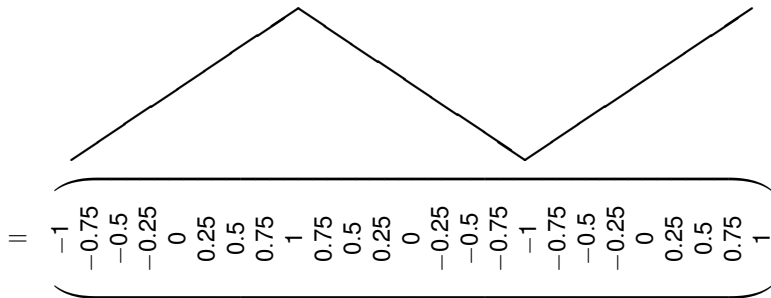
3.4 Übertragungstechnik

Verschiedene Basen

Vektoren in \mathbb{R}^3 :

$$\begin{aligned} 2 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} + 3 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} + 5 \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} -3 \\ 8 \\ -1 \end{pmatrix} \\ &= -3 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + 8 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} - 1 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

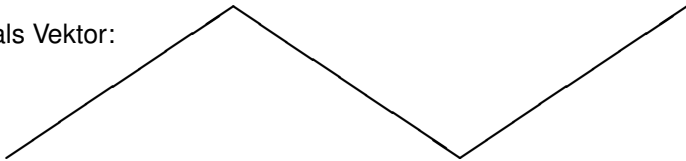
Funktion als Vektor:



3.4 Übertragungstechnik

Verschiedene Basen

Funktion als Vektor:

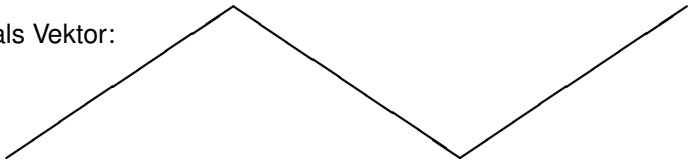


$$= \begin{pmatrix} \\ \bullet \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \bullet \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \bullet \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \bullet \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \bullet \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \bullet \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \bullet \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \bullet \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \bullet \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \bullet \\ \end{pmatrix}$$

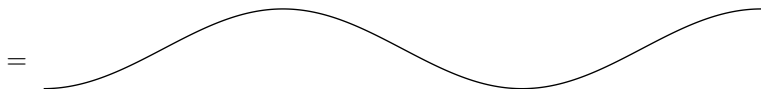
3.4 Übertragungstechnik

Verschiedene Basen

Funktion als Vektor:



$$= \begin{pmatrix} \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \bullet \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \bullet \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \bullet \\ \bullet \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \bullet \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \bullet \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \bullet \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \bullet \\ \bullet \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \bullet \\ \end{pmatrix}$$



$$+ \frac{1}{9}$$

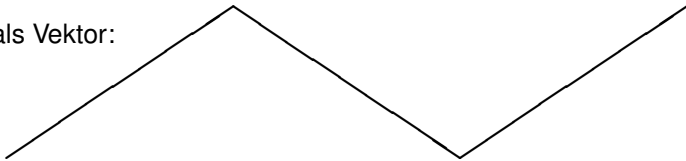
$$+ \frac{1}{25}$$

$$+ \frac{1}{49} \dots$$

3.4 Übertragungstechnik

Verschiedene Basen

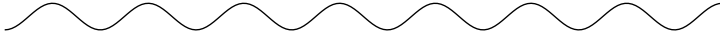
Funktion als Vektor:



$$= \begin{pmatrix} \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \cdot \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cdot \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cdot \\ \cdot \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cdot \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \cdot \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \cdot \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \\ \cdot \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cdot \\ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cdot \\ \end{pmatrix}$$



$$+ \frac{1}{9}$$
A black line graph of a periodic wave with a higher frequency than the one above it. It has more peaks and troughs within the same horizontal range.

$$+ \frac{1}{25}$$
A black line graph of a periodic wave with an even higher frequency than the one above it. It has many more peaks and troughs, appearing more compressed.

$$+ \frac{1}{49} \dots$$

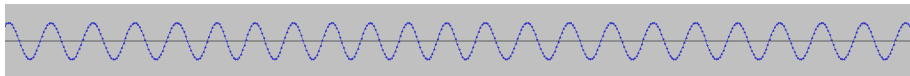
Fourier-Entwicklung

3.4 Übertragungstechnik

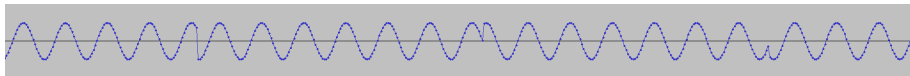
Amplitudenmodulation



Frequenzmodulation



Phasenmodulation

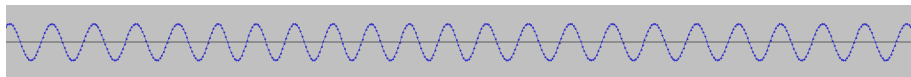


3.4 Übertragungstechnik

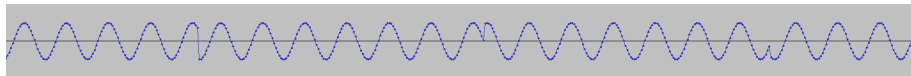
Amplitudenmodulation



Frequenzmodulation



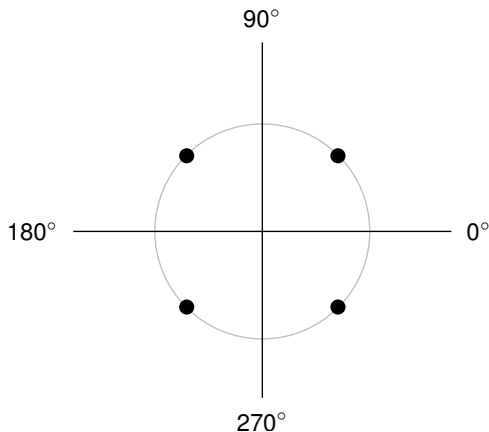
Phasenmodulation



Amplituden- + Phasenmodulation = *Quadraturamplitudenmodulation (QAM)*

3.4 Übertragungstechnik

Quadraturamplitudenmodulation (QAM)

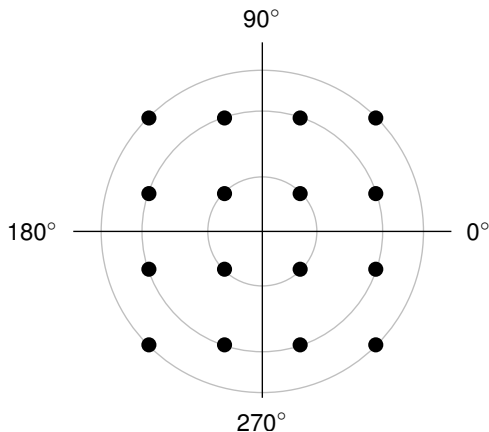


Konstellationsdiagramm

- Abstand vom Ursprung = Amplitude
- Winkel = Phase

3.4 Übertragungstechnik

Quadraturamplitudenmodulation (QAM)

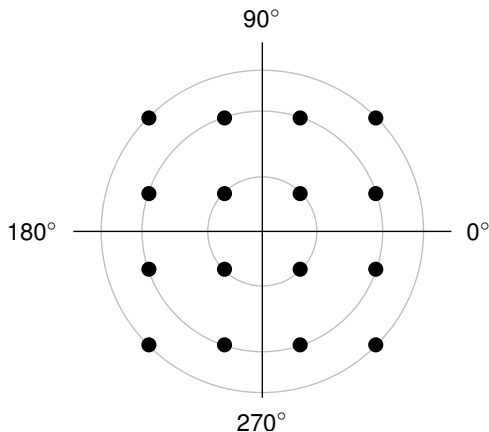


Konstellationsdiagramm

- Abstand vom Ursprung = Amplitude
- Winkel = Phase

3.4 Übertragungstechnik

Quadraturamplitudenmodulation (QAM)



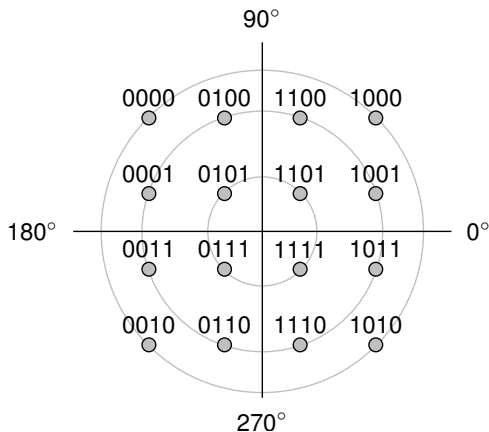
Konstellationsdiagramm

- Abstand vom Ursprung = Amplitude
- Winkel = Phase

... z. Zt. bis 64×64

3.4 Übertragungstechnik

Quadraturamplitudenmodulation (QAM)



Zuordnung mehrerer Bits zu einem *Symbol*

- Bei Verwechslung nur 1 Bit Fehler
- kann mathematisch aufgefangen werden

3.4 Übertragungstechnik

Quadraturamplitudenmodulation (QAM)

- 1 Trägerfrequenz, viele Symbole, schnell nacheinander
→ Störung betrifft komplette Übertragung
- viele Trägerfrequenzen, wenige Symbole, gemächlich nacheinander
→ Störung betrifft nur einzelne Frequenzen
→ **Orthogonales Frequenzmultiplexverfahren (OFDM)**

Anwendung: DSL, Digitales Radio und Fernsehen, WLAN, . . .

3.4 Übertragungstechnik

Quadraturamplitudenmodulation (QAM)

- 1 Trägerfrequenz, viele Symbole, schnell nacheinander
→ Störung betrifft komplette Übertragung
- viele Trägerfrequenzen, wenige Symbole, gemächlich nacheinander
→ Störung betrifft nur einzelne Frequenzen
→ **Orthogonales Frequenzmultiplexverfahren (OFDM)**

↑
Trägerfrequenzen beeinflussen sich nicht

Anwendung: DSL, Digitales Radio und Fernsehen, WLAN, . . .

3.4 Übertragungstechnik

Quadraturamplitudenmodulation (QAM)

- 1 Trägerfrequenz, viele Symbole, schnell nacheinander
→ Störung betrifft komplette Übertragung
- viele Trägerfrequenzen, wenige Symbole, gemächlich nacheinander
→ Störung betrifft nur einzelne Frequenzen
→ **Orthogonales Frequenzmultiplexverfahren (OFDM)**

Trägerfrequenzen beeinflussen sich – eine Symboldauer lang – nicht

Anwendung: DSL, Digitales Radio und Fernsehen, WLAN, ...

Vertiefung Rechnertechnik und -netzwerke

1 Einführung: TCP/IP in der Praxis

2 Schichtenmodelle

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 Strukturierte Verkabelung

3.4 Übertragungstechnik

4 OSI-Schicht 3: Vermittlung (Internet)

5 OSI-Schicht 4: Transport

⋮

X Verschlüsselung