

Kommunikationstechnik - S4

Raphael Nambiar

Version: 23. Mai 2023

OSI-Modell

Dienst

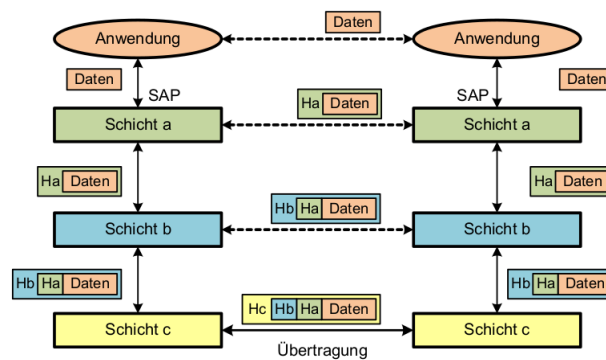
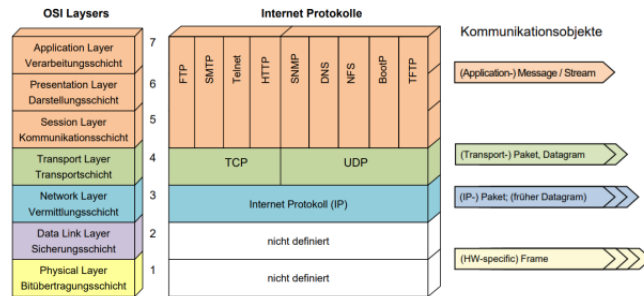
Klassifizierung von Diensten:

Verbindungsorientiert	verbindungslos
Verbindungs-Aufbau nötig Ziel muss bereit sein	Jederzeit Nachrichten schicken Ziel muss nicht «bereit» sein

Zuverlässig	Unzuverlässig
Kein Datenverlust Sicherung durch Fehler-Erkennung -/ Korrektur	Möglicher Datenverlust Keine Sicherung
Text-Nachrichten, Backup Dateidienste	Streaming Voip

Schicht

Eine Schicht hat die Aufgabe der darüberliegenden Schicht bestimmte Dienste zur Verfügung zu stellen. Die Schichten benötigen kein Wissen über die Realisierung der darunterliegenden Schicht.



Protokoll

Ein Protokoll ist eine Sammlung von Nachrichten, Nachrichtenformaten und Regeln zu deren Austausch. In der Technik ist ein Kommunikationsprotokoll eine Vereinbarung, die festlegt wie eine Datenübertragung zwischen Kommunikationspartnern abläuft.

Übertragungsmedien

Ausbreitungsgeschwindigkeit

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum:

$$c_0 = 299'792'458 \text{ m/s}$$

Ausbreitungsgeschwindigkeit in Medien:

$$c_{\text{Medium}} = 200'000 \text{ km/s} = \frac{2}{3} c_0$$

Beispiel:

Licht im Glas, Brechungsindex $n = 1.5$

$$c_{\text{Glas}} = \frac{c_0}{n} = 200'000 \text{ km/s}$$

Signaldämpfung

Signaldämpfung bezeichnet die Leistungsabnahme eines Signals.

- Je grösser die Bandbreite (Hz), desto höhere Datenraten (bit/s) übertragen
- Je kleiner die Dämpfung ist, desto grössere Distanzen können erreicht werden
- Senkt man die Bitrate (bei gleicher Dämpfung), können grössere Distanzen erreicht werden

$$dB = 10 \cdot \log\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$$

$$dB = 10 \cdot \log\left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2$$

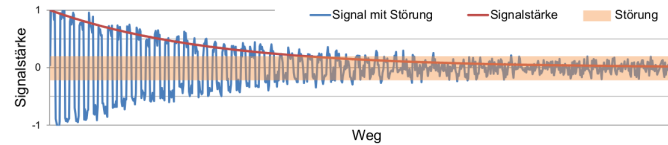
Signal-Rausch-Verhältnis (SNR)

Das SNR ist ein Mass für die Qualität eines Signals. Es gibt an, wie stark das Signal im Vergleich zum Rauschen ist.

$$SNR = 10 \cdot \log\left(\frac{P_{\text{Signal}}}{P_{\text{Noise}}}\right)$$

In dB angegeben.

Signale und Störungen



Mögliche Ursachen der Störungen:

- Übersprechen zwischen den Leitungen
- Rauschen des Empfängers
- Einstreuungen durch andere Geräte / Anlagen (Motoren etc.)

Kabeltypen

- Koaxialkabel → Geeignet für hochfrequente Signale
- Twinaxial-Kabel → Hoher Schutz
- Twisted Pair (TP) → Häufig im Einsatz (Shielded / Unshielded)
- Glasfaser → Hohe Bandbreite, Geringe Dämpfung, Resistent

Schirmeigenschaften

- Drahtgeflecht → niederfrequente Einstreuungen
- Metallisch beschichtete Folien → hochfrequente Störungen

xx/yTP worin **TP** für Twisted Pair steht:

xx steht für die Gesamtschirmung:

U = ungeschirmt

F = Folienschirm

S = Geflechschirm

SF = Schirm aus Geflecht und Folie

y steht für die Aderpaarschirmung:

U = ungeschirmt

F = Folienschirm

S = Geflechschirm

TP Kabel und Störungen

- TP Kabel sind anfälliger auf Störungen als Koaxialkabel oder Glasfasern
- Störungen werden kapazitiv oder induktiv eingekoppelt z.B. von parallel geführten Leitungen oder Motoren etc.
- Bei Störungen von benachbarten Leitungen spricht man von Übersprechen oder Nebensprechen (crosstalk)

Fausregel:

- Kapazitive Störung → Abschirmung
- Induktive Störung → twisted

Lichtwellenleiter

- Zentrum aus Kernglas mit hoher optischer Dichte (Brechungsindex 1.5)
- Vom Mantelglas umschlossen, geringere optische Dichte (Brechungsindex 1.48)
- Lichtstrahlen breiten sich im Kernglas aus und werden am Mantelglas totalreflektiert

- Die Eigenwellen (Ausbreitungswege der Lichtstrahlen) werden als Moden bezeichnet.

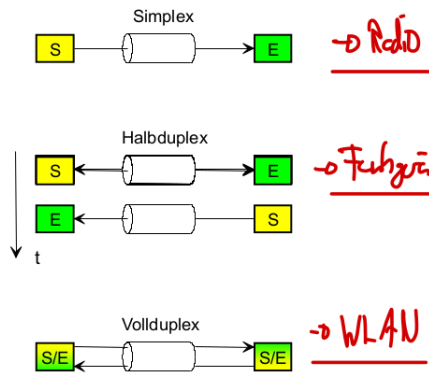
Physical Layer

Arten der Kommunikation (Verkehrsbeziehung)

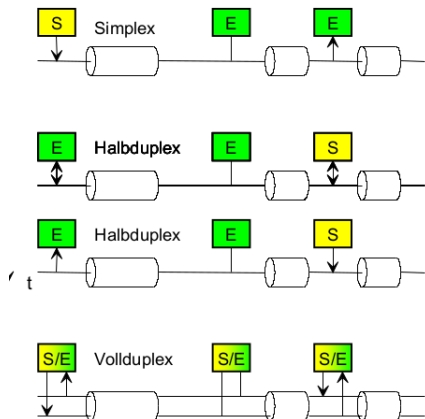
- Simplex → Ein Kanal, in eine Richtung
- Halbduplex → Ein Kanal, abwechselungsweise in zwei Richtungen
- Vollduplex → Ein Kanal pro Richtung

Arten der Verbindungen (Kopplung)

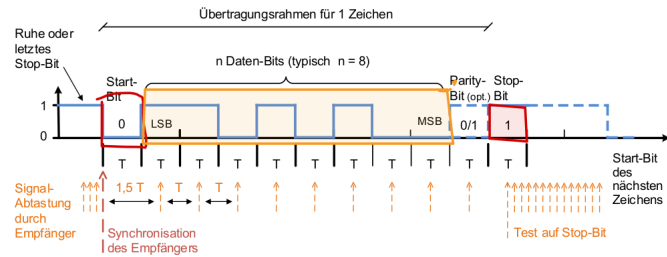
Punkt - Punkt Direkte Verbindung zweier Kommunikationspartner



Shared Medium Mehrere Partner verwenden das gleiche Medium



Serielle asynchrone Übertragung

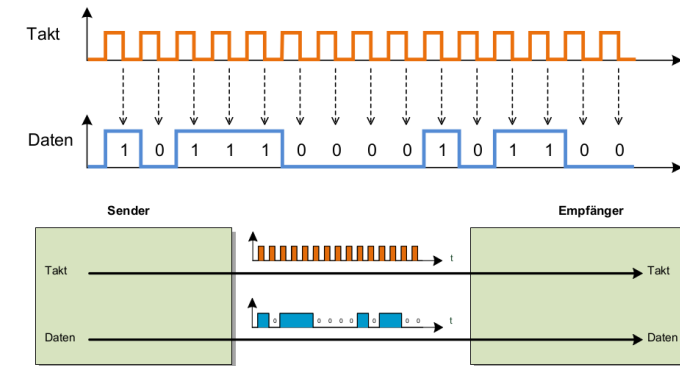


LSB = Least Significant Bit, *MSB* = Most Significant Bit

Wichtig:

Übertragener Wert ablesen:
LSB zuerst, *MSB* zuletzt
 1101'0100 → *LSB* zuerst → 0100'1101

Serielle synchrone Übertragung



Datenübertragungsrate

- Baudrate → Symbole pro Sekunde
- Zeichenrate → Zeichen pro Sekunde

Frequenz

Die Frequenz ist die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde.
 Masseinheit Hertz (Hz)

Bit-Dauer

$T [s] = \text{Bit-Dauer}$, $B = \text{Baud}$

$$T = \frac{1}{B}$$

maximale Symbolrate

Die maximale Symbolrate f_s (Baud) ist gleich der doppelten Bandbreite B (Hz) des Übertragungskanal.

Einheit: Baud (Bd)

Nyquist:

$$f_s = 2 \cdot B$$

Maximal erreichbare Bitrate

$R [\text{bit/s}] = \text{Bitrate}$

$$R \leq 2B \cdot \log_2 M$$

$$\log_2(x) = \frac{\log_{10}(x)}{\log_{10}(2)}$$

Bandbreite

Die Bandbreite hängt von der Übertragungsstrecke und der Stärke des Signals im Vergleich zu den vorhandenen Störungen, ab.

- Eigenschaft des Übertragungskanal und durch das Medium begrenzt
- Masseinheit Hertz (Hz)

Kanalkapazität

Berücksichtigt für einen realen Kanal das Signal-zu-Rausch Leistungsverhältnis S/N (Shannon)
 Einheit Bit/s (bps)

$$C_s = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

$$\log_2(x) = \frac{\log_{10}(x)}{\log_{10}(2)}$$