

OSI-Layer 1

1 Medien

- elektrische Leitung (Kupferkabel): elektrischer Strom
 - Unshielded Twisted-Pair (UDP)
 - Shielded Twisted-Pair (STP)
 - Coaxial
- Lichtwellenleiter (Glasfaserkabel): Licht
 - Single-mode fiber (SMF) mit Laser
 - Multimode fiber (MMF) mit LED
- Funkwelle (Antenne): elektromagnetische Welle
 - WiFi (WLAN) IEEE 802.11
 - Bluetooth IEEE 802.15 WPAN
 - WiMax IEEE 802.16
 - Cellular
 - * GSM: G (9,6 kbit/s)
 - * GPRS: 2G (53 kbit/s)
 - * EDGE: E (236,8 kbit/s)
 - * UMTS: 3G (384 kbit/s)
 - * HSPA: H, 3G+, 3.5G (7,2 Mbit/s)
 - * LTE: 4G (100 Mbit/s)
 - Satellite

2 Bandbreite - Durchsatz

- Bandwidth: Theoretischer maximale Datenmenge pro Zeit
- Throughput: Tatsächlich übertragene Datenmenge pro Zeit
- Goodput: Nettodatenmenge

3 Encoding - Signaling

- Encoding: How you use the 1s and 0s to represent information. ('A' -> 1000001)
- Signaling: Method by which you define what a one or zero is. (1000001 -> -|-|-)

4 Verstärkung, Dämpfung, Pegel

Eingang -> Verstärkung, Dämpfung -> Ausgang

relativer Pegel, Maß in Dezibel

- Leistungsverstärkung: $10 * \lg(P_A / P_E)dB$
- Spannungsverstärkung: $20 * \lg(U_A / U_E)dB$
- Stromverstärkung: $20 * \lg(I_A / I_E)dB$

absoluter Pegel

- 0 dBm = 1 mW
- 0 dBW = 1 W
- 0 dBV = 1 V
- 0 dBA = 1 A

5 Modulation

Modulation: niederfrequentes Nutzsignal verändert (moduliert) Amplitude, Frequenz oder Phase des hochfrequenten Trägersignals

Grund: ideale Antennenlänge = Wellenlänge $\lambda = c/f$

300 Hz => 1000 km

3 GHz => 10 cm

Analoges Nutzsignal

<https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Amfm3-en-de.gif>

- AM (Amplitudenmodulation): Bsp.: analoger Rundfunk auf Mittelwelle
- FM (Frequenzmodulation): Bsp.: UKW-Hörfunk
- PM (Phasenmodulation): Bsp.: PAL-Farbfernsehen

Digitales Nutzsignal

- ASK (Amplitude Shift Keying): Funkuhr DCF77
https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:DCF77_Impulse.png
- FSK (Frequency Shift Keying): Telefonmodem, Faxgerät
<https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Fsk.svg>
- PSK (Phase Shift Keying): Manchester Code (10 Mbit/s-Ethernet), EDGE
https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Grafic_BPSK.gif

6 Fehlererkennung und Fehlerkorrektur

Fehlererkennung

- Paritätsbit: Anzahl der Einsen (inc. Paritätsbit) gerade (even) / ungerade (odd)
- Einerkomplement
 - Beispiel IPv4-Header-Checksum:
16 Bit- Werte des Headers addieren, Übertrag addieren, Einerkomplement bilden
 - TCP-Header-Checksum
- CRC (cyclic redundancy check): Polynomdivision:
 - Beispiel: Ethernet FCS = CRC-32-Checksum

Fehlerkorrektur

- ARQ (Automatic Repeat Request): Empfänger schickt ACK/NAK
 - Beispiel: TCP
- Hamming-Code: zusätzliche Redundanz
 - z.B. zwei Zusatzbits
 - 000 - 000
 - 001 - 000
 - 010 - 000
 - 011 - 111
 - 100 - 000
 - 101 - 111
 - 110 - 111
 - 111 - 111
 - <http://wiki.macke.it/lib/exe/detail.php/se/coderaum.jpg>
- ECC (Error Correcting Code): Shannons Theorem