

# Zusammenfassung - Netzwerke II

## Drahtlose Netzwerke

### 1.1.1 Grundlagen

**Wireless Host (Drahtloser Teilnehmer):** Endsystem auf dem die Applikation läuft (stationär oder mobile), z.B. Smartphone, PC

**Wireless Link (Drahtlose Verbindung):** Verbindet Teilnehmer direkt oder per Basisstation (Abdeckung, Datenrate)

**Basisstation (Base Station):** Überträgt Datenpakete zwischen drahtgebundenem zu drahtlosem Netzwerk, meist mit drahtgebundenem Netzwerk verbunden (WLAN Access Point, UMTS Basisstation)

**Drahtloses Infrastruktur Netzwerk:** Netzwerkteilnehmer sind über Basisstation mit dem Netz verbunden

**Drahtloses Ad-Hoc Netzwerk:** Keine Infrastruktur (Basisstationen), Teilnehmer bilden das Netz selbst.

Nachteile: passive Teilnehmer haben trotzdem Stromverbrauch, eigene Daten landen auf fremden Mobiltelefonen und höhere Latenz

**Single-Hop:** Genau ein wireless Link

**Multi-Hop:** Übertragung geht über mehrere wireless Links in Folge

Übliche Datenraten		Beispiele für Single und Multi-Hop	
		Single Hop	Multiple Hops
<b>GSM (2G)</b>	0.56 Mb/s	Infrastruktur	Host verbindet sich mit Basisstation (Wifi, zellulare Netzwerke) und diese dann mit dem Internet
<b>UMTS (3G)</b>	4 Mb/s		Host muss möglicherweise durch mehrere drahtlose Geräte um sich mit dem Internet zu verbinden: <i>Mesh Net</i>
<b>LTE (4G) und 802.11b</b>	5 - 11 Mb/s		Keine Basisstation und auch keine Verbindung zu weiterem Internet. Muss durch mehrere drahtlose Geräte: <i>MANET, VANET</i>
<b>802.11ag</b>	54 Mb/s	Keine Infrastruktur	
<b>802.11n</b>	200 Mb/s		

### Herausforderungen bei drahtloser Übertragung

- Teilnehmer zeitweise nicht erreichbar (Funkloch)
- IP-Adresse ändert sich
- Höhere Anzahl an Übertragungsfehlern durch Interferenz (Störung durch andere Teilnehmer) oder Dämpfung → Bessere Fehlerbehandlung
- Kurzer Paketverlust führt bei TCP zu angeblicher Netzüberlastung (obwohl nur kurzzeitige Störung)
- Medium kann abgehört werden
- Mehrwege-Ausbreitung: Signale werden an unterschiedlichsten Oberflächen reflektiert → Am Empfänger sowohl konstruktive als auch destruktive Überlagerung möglich

⇒ Funkkanal ist zeit- und ortsvariant!

**Modulationsarten:** Frequenz-, Amplituden- & Phasenmodulation, Quadraturamplitudenmodulation (QAM) ⇒ Kombination von Amplituden- und Phasenmodulation (*QAM-8*: 3 Bit pro Symbol, *QAM-1024*: 10 Bit pro Symbol).

Höhere Modulationsarten bieten höhere Übertragungsrate sind aber fehleranfälliger. Bei größerem Signal-Rausch-Abstand (SNR - Stärke des Nutzsignals bezogen auf Störung) kann höhere Modulation eingesetzt werden da Kanal anscheinend nicht so stark gestört (*QAM-16 = 4Mbps*, *QAM-256 = 8Mbps*)

**Bit-Error-Rate (BER):** Wahrscheinlichkeit, dass ein fehlerhaftes Bit übertragen wird.

**Hidden Terminal Problem:** Teilnehmer A, B & C. A und B hören sich, B und C hören sich aber A und C hören sich nicht → Bei Übertragung  $A \rightarrow B$  und  $C \rightarrow B$  stören sie sich unbewusst gegenseitig.

TODO: BEHEBUNG / VERMINDERUNG DURCH?

### Aufteilen eines Mediums:

- TDMA (Time Division Multiple Access)
  1. synchron: Jeder Teilnehmer hat festen Zeitslot, nur in diesem kann er senden
  2. asynchron: keine festen Zeitslot, jeder nutzt aktuellen Zeitslot wenn er Daten hat - Absender wird in Header geschrieben

- FDMA (Frequency Division Multiple Access)
  1. Teilnehmer nutzen unterschiedliche Frequenzen
- CDMA (Code Division Multiple Access)
  1. Teilnehmer nutzen unterschiedliche Spreizcodes, **Vorteil:** Störungsunempfindlicher, **Nachteil:** Mehr Datenübertragung
  2. Zu übertragende Daten werden vom Sender mit Spreizcode multipliziert, Ergebnisbits  $\Leftrightarrow$  **Chips**
  3. Empfänger multipliziert empfangende Daten mit Spreizcode des Senders
  4. Teilnehmer senden zur gleichen Zeit im gleichen Band, Daten werden beim Empfänger durch bitweise Multiplikation mit Code zurückgewonnen
  5. Andere Teilnehmer wirken als zusätzliches Rauschen ( $\Rightarrow$  Umso mehr Teilnehmer umso geringerer SNR  $\Rightarrow$  Sendeleistung erhöhen)

### CDMA - Beispiel zur Kodierung

Sender hat Spreizcode  $(1, 1, 1, -1, 1, -1, -1, -1)$  und versendet Daten  $d_1 = -1, d_0 = 1$ . Nach Multiplikation der Daten mit Spreizcode:

$Z_{1,m} = (-1, -1, -1, 1, -1, 1, 1, 1)$ ,  $Z_{0,m} = (1, 1, 1, -1, 1, -1, -1, -1)$ . Der Empfänger dekodiert folgendermaßen:  $\frac{\sum_{m=1}^M Z_{i,m} \cdot c_m}{M}$ .

Dabei ist  $M$  Länge des Spreizcodes (in diesem Beispiel 8),  $c_m$  Spreizfaktor an der Stelle  $m$ ,  $Z_{i,m}$  die gespreizten Daten, d.h:

$$d_1 = \frac{(-1) \cdot 1 + (-1) \cdot 1 + (-1) \cdot 1 + 1 \cdot (-1) + (-1) \cdot 1 + 1 \cdot (-1) + 1 \cdot (-1) + 1 \cdot (-1)}{8} = \frac{-8}{8} = -1$$

$$d_0 = \frac{1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + (-1) \cdot (-1) + 1 \cdot 1 + (-1) \cdot (-1) + (-1) \cdot (-1) + (-1) \cdot (-1)}{8} = \frac{8}{8} = 1$$

Bei mehreren Sendern multipliziert der Empfänger das überlagerte Signal mit dem jeweiligen Spreizcode, da diese orthogonal zueinander sind, kommen die richtigen Daten des jeweiligen Senders wieder raus.