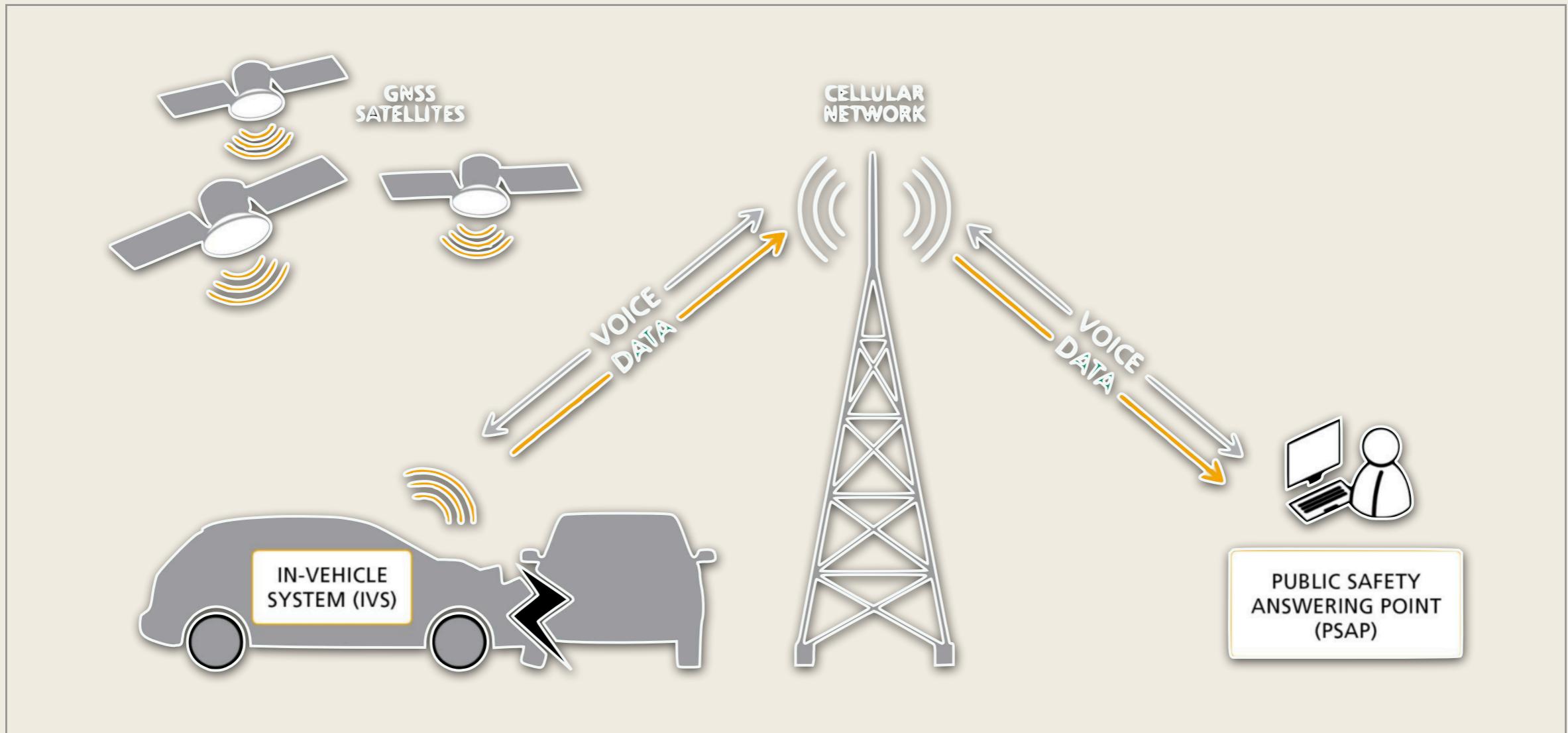


# Mobile Kommunikationssysteme

mit Fokus auf Telemetrie per WLAN



# Gliederung



1. Allgemeines über Mobile Kommunikation
2. Anwendungsbereiche
3. Fokus auf Telemetrie per WLAN
4. Literatur

# 1. Allgemeines über Mobile Kommunikation

# Mobile Kommunikation

- Kombination aus **1** Mobilität + Kommunikation

**1** Mobilität = Beweglichkeit

→ Zustand, sich frei von Standort A zu Standort B zu bewegen

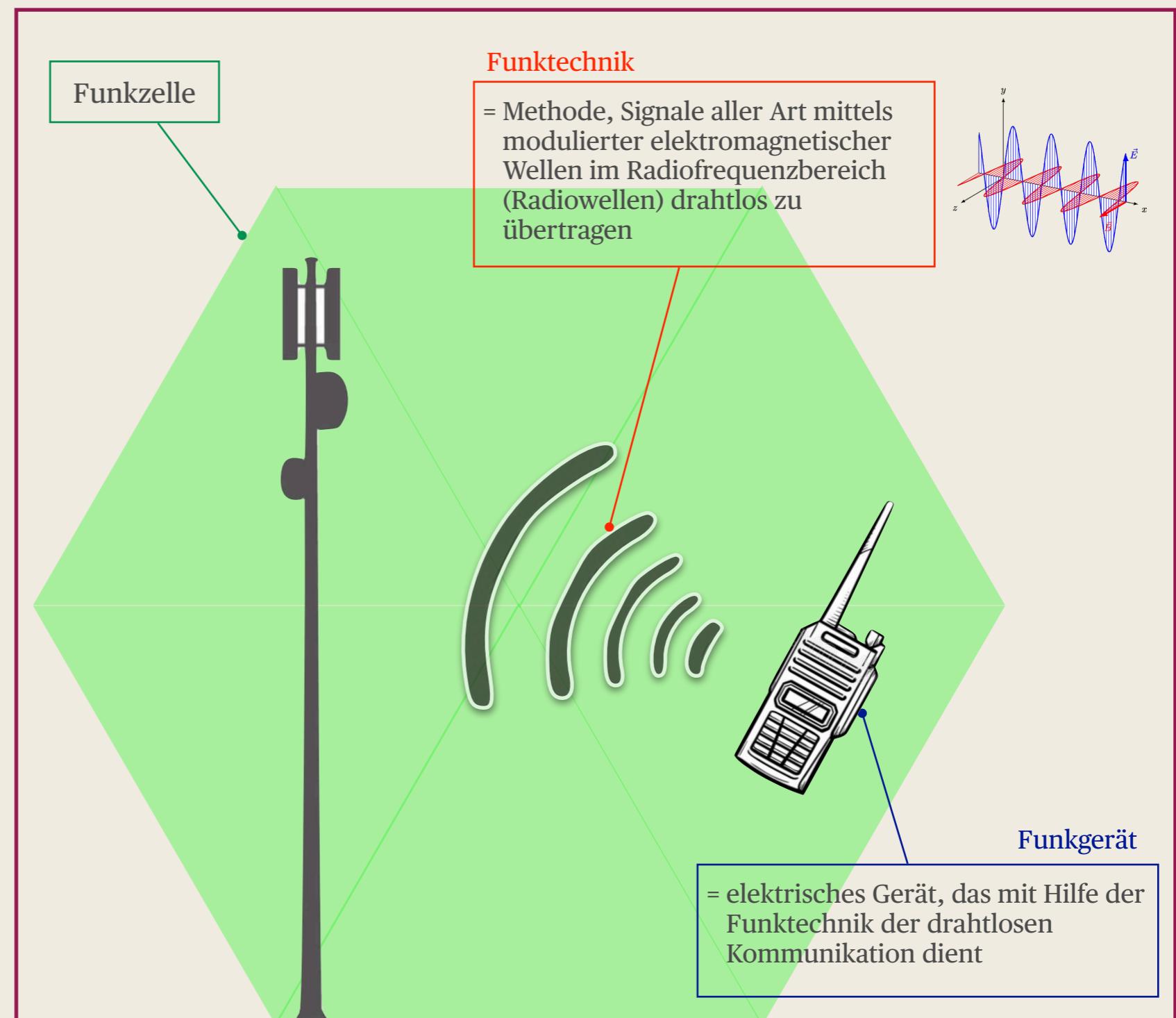
# Kommunikationssysteme

- *Mobilfunk*
  - GMS (Global System for Mobile Communication)
  - GPRS (General Packet Radio Service)
  - EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)
  - UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)
  - HSPA (High Speed Packet Access)
  - WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)
  - LTE (Long Term Evolution)
- *drahtlose Netzwerke*
  - WLAN (Wireless Local Area Network)
  - Bluetooth

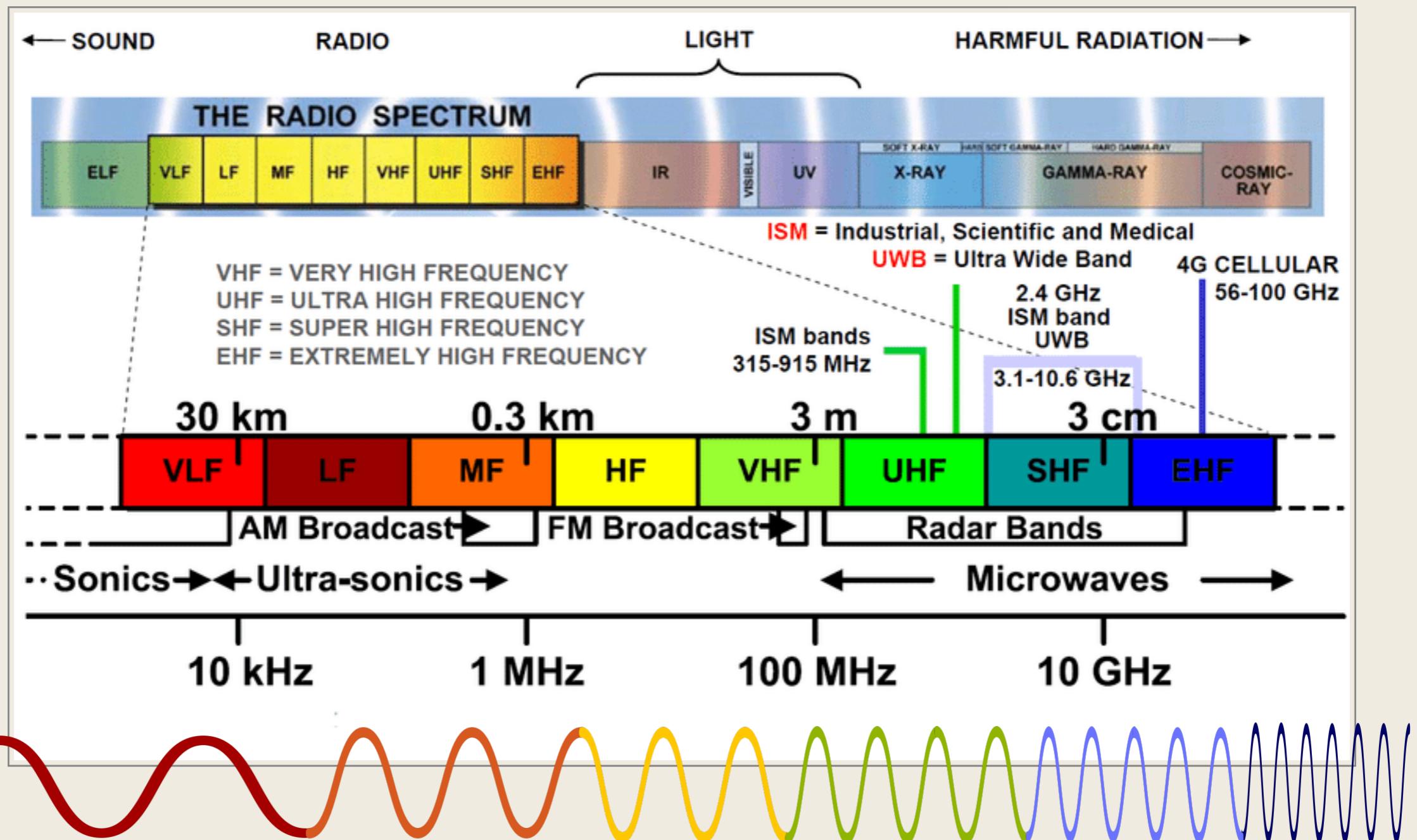
# Was ist Mobilfunk ?

## Mobilfunk

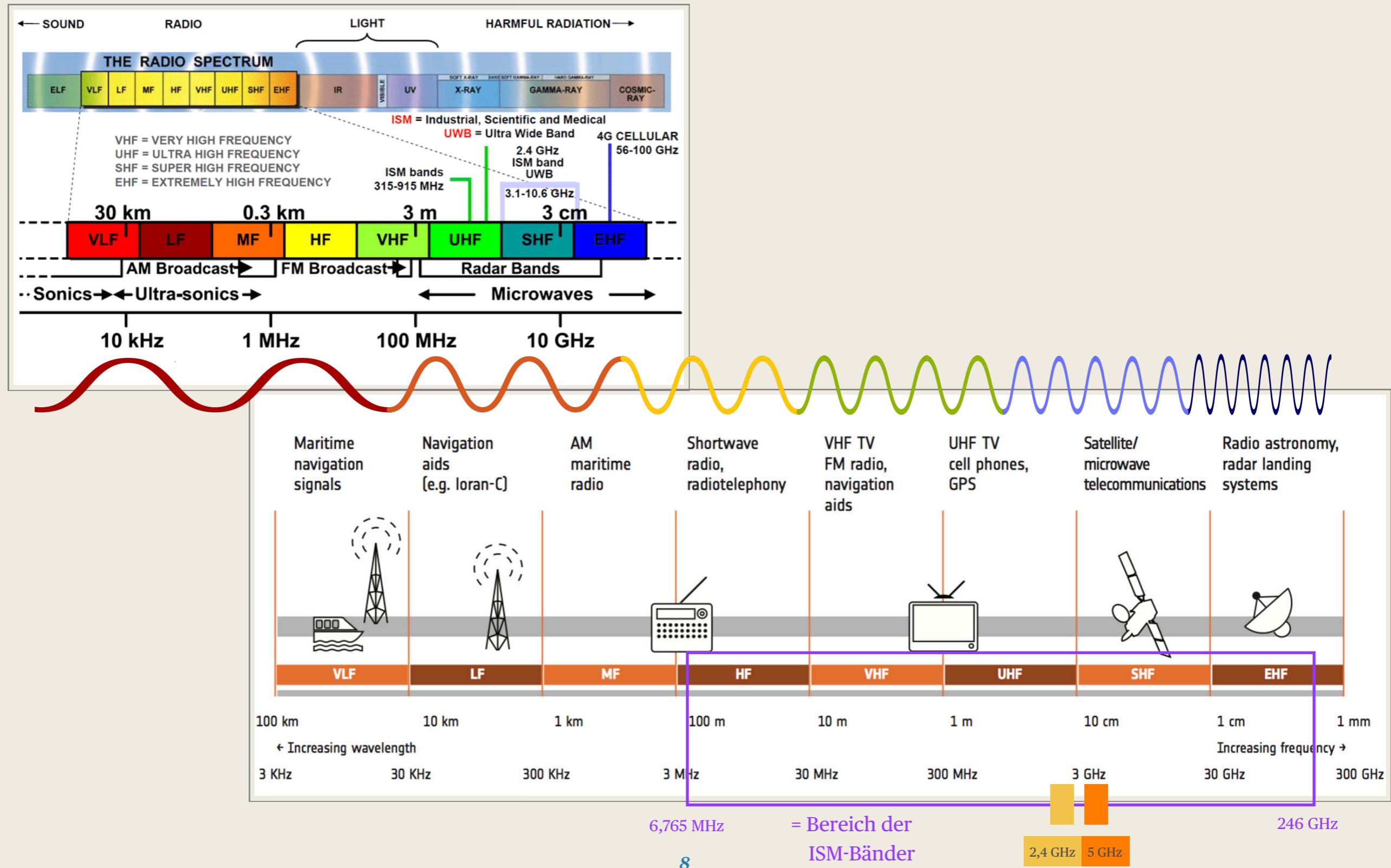
- = Betrieb von beweglichen (mobilen) Funkgeräten
- Nutzung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern für drahtlose Übertragung von Sprache & Daten



# Das Frequenzband



# Das Frequenzband



## **2. Anwendungsbereiche**

# Anwendungsbereiche

- Nutzung von Sprach- und Datendiensten (allg. Sprachübertragung)
  - Internet und E-Mail
  - Anbindung an Hot-Spots
  - Vernetzung verschiedener Geräte über kurze Distanzen
  - Multimedia-Anwendungen
- Kommunikation über Endgeräte

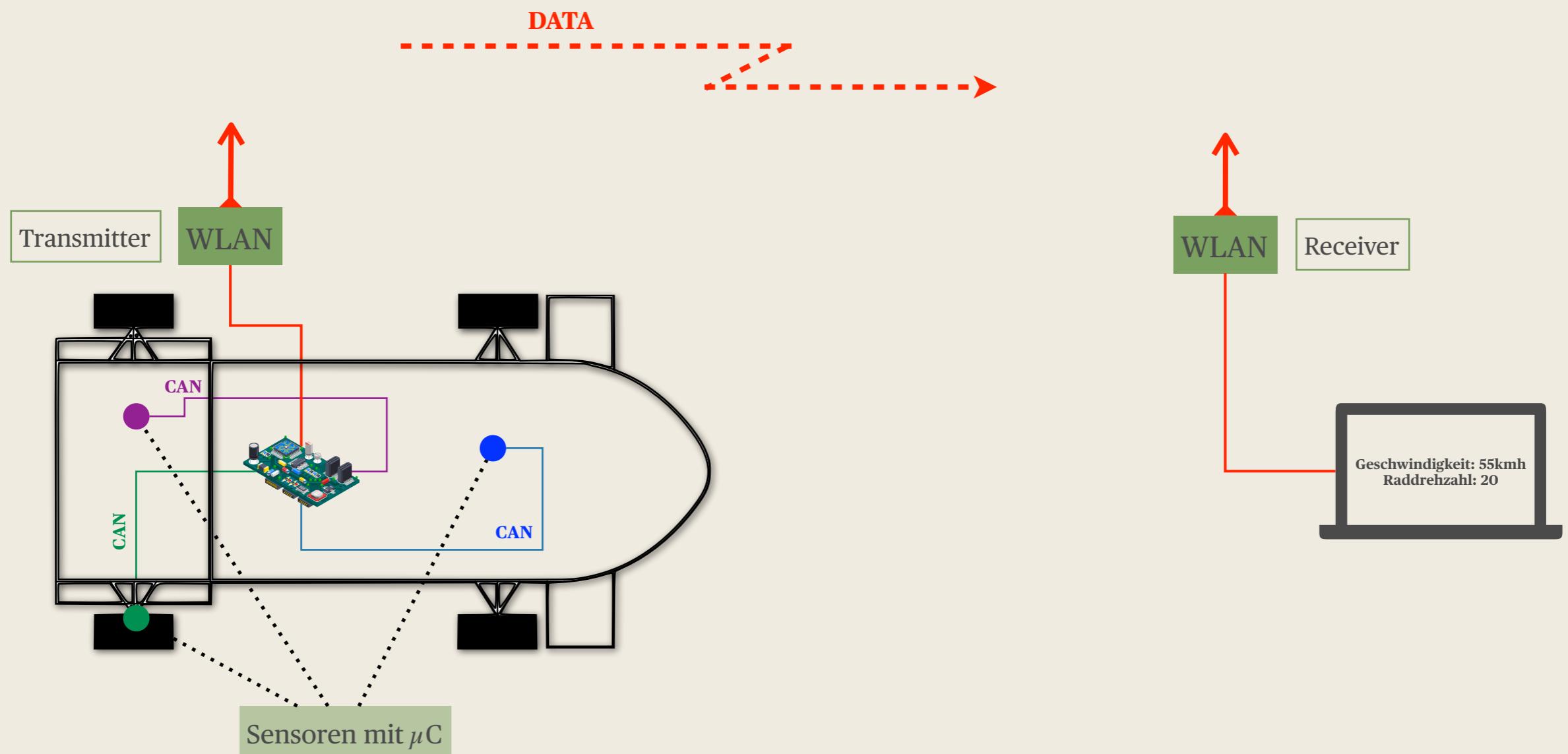
# **3. Fokus auf Telemetrie per WLAN**

# Was ist Telemetrie ?

- = Erfassen und Messen von Informationen eines Sensors am entfernten Ort + Übertragung der Informationen an eine zentrale Stelle oder einen Host
  - Überwachung und Auswertung der Daten
  - Steuerung eines Prozesses am entfernten Ort

- Anwendungsbereiche unterteilt in :
  - Fernfeldtelemetrie
  - Nahfeldtelemetrie

# Telemetrie am Beispiel



↑ - Antenne

# Wie wird WLAN definiert?

- Wireless Local Area Network (WLAN)
- ist ein lokales Funknetz, welches sich auf IEEE 802.11-Standard bezieht
- IEEE („Institute of Electrical and Electronic Engineers“)
  - = weltweiter Berufsverband von Ingenieuren, Technikern und Wissenschaftlern
  - ➔ veranstalten wissenschaftliche Fachtagungen
  - ➔ bilden Gremien für Standardisierung in den Gebieten Elektrotechnik und Informationstechnik



Schicht	Funktion
2: Sicherungsschicht: b: Logical Link Control (LLC) a: Medium Access Control (MAC)	802.2 CSMA, VCD
1: Physikalische Schicht: Physical Layer Convergence Protocol (PLCP)	DSSS, FHSS, IrDA

# WLAN Standard - Versionen

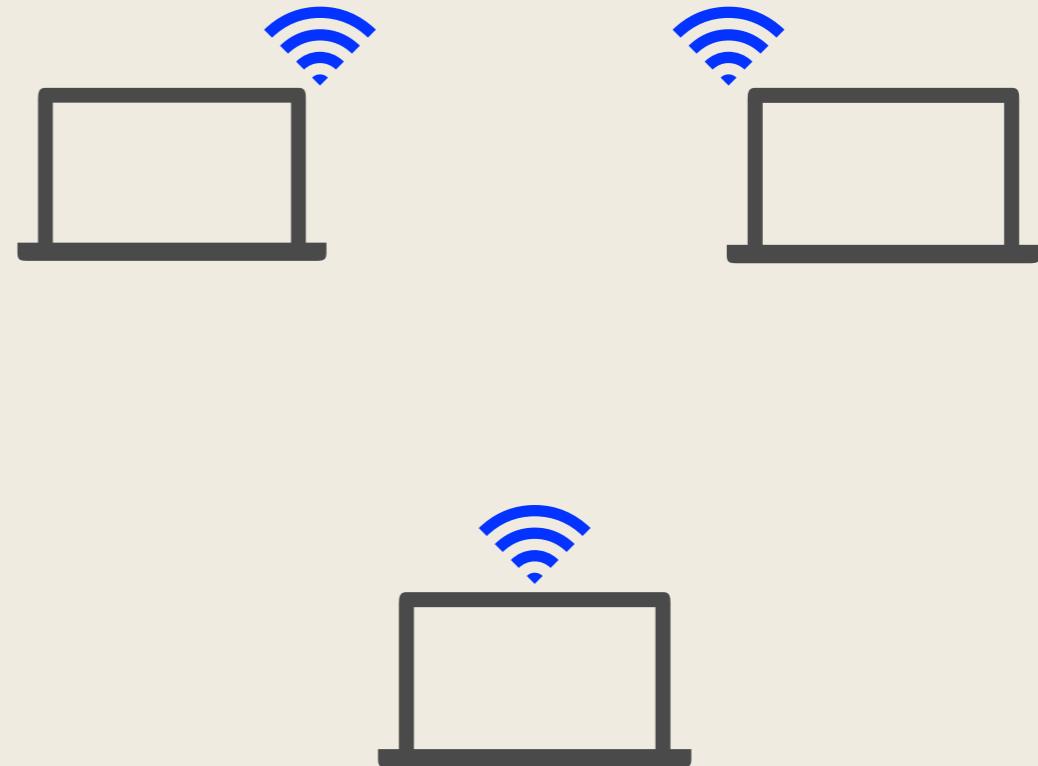
Standard	max. Datenrate [MBit/s]	Frequenzband	maximale Reichweite [m]	Modulationsverfahren
802.11	2	2,4 GHz	Haus: 10 im Freien: 100	FHSS, DSSS
802.11 b	11	2,4 GHz	Haus: 38 im Freien: 140	DSSS
802.11 a	54	5 GHz	Haus: 25 im Freien: 120	OFDM
802.11 g	54	2,4 GHz	Haus: 38 im Freien: 140	OFDM
802.11 n	600	2,4 GHz 5 GHz	Haus: 70 im Freien: 300	OFDM + MIMO
802.11 ac	bis zu 6,93 GBit/s	5 GHz	Haus: 50 im Freien: 100	OFDM + MU-MIMO
802.11 ax	bis zu 4,8 GBit/s	2,4 GHz 5 GHz 6 GHz	größere Reichweite als ältere Standards	OFDM MU-MIMO

→ wird in der Praxis  
nicht erreicht

# Wireless - Architekturen (Topologie)

## Ad-hoc-Netz

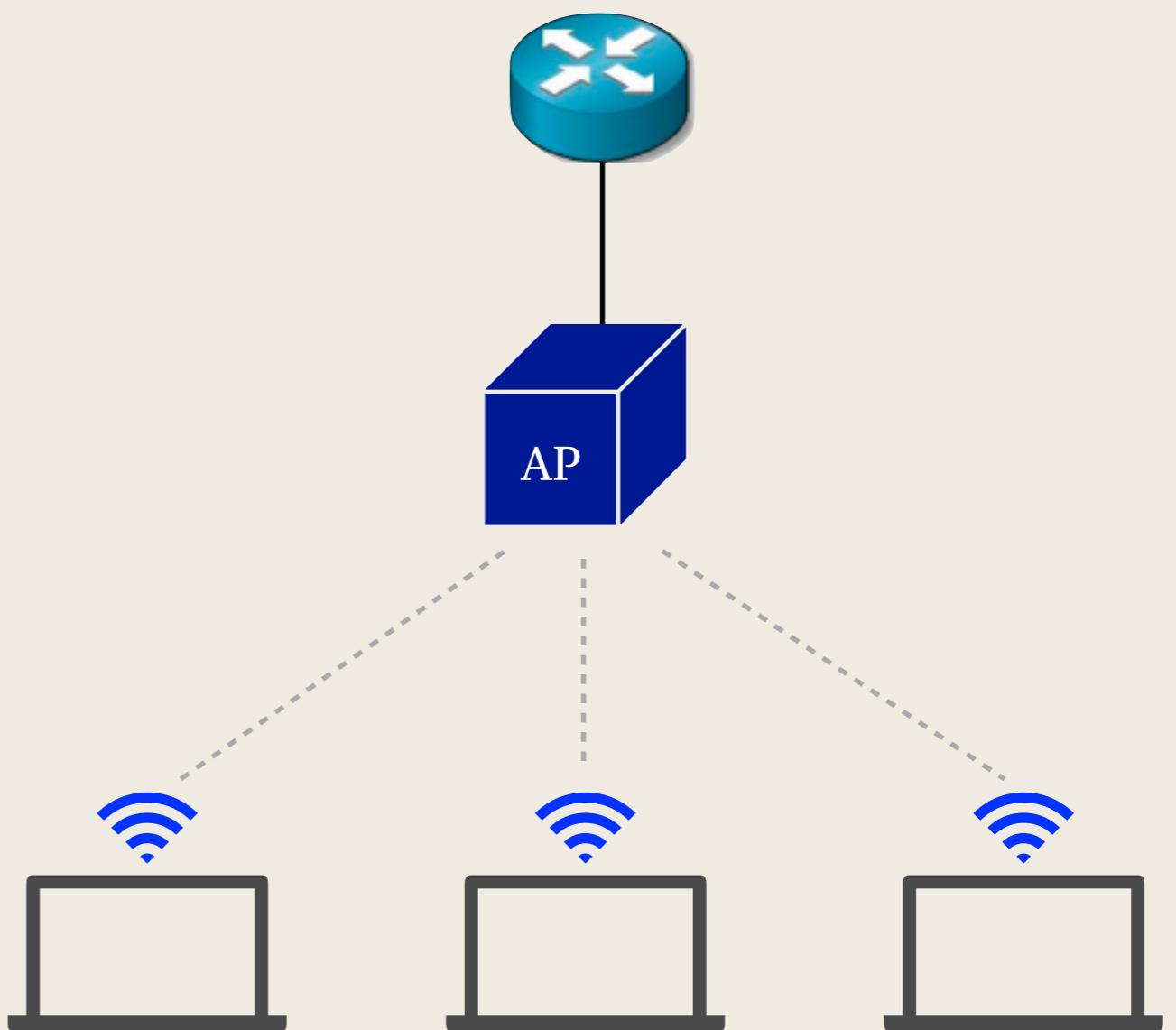
- Independent Basic Service Set (IBSS)
- zwei oder mehrere WLAN-Endgeräte in Reichweite können untereinander kommunizieren
  - ohne Server oder LAN-Anschluss
- für spontanen Aufbau geeignet



# Wireless - Architekturen (Topologie)

## Infrastruktur - Modus

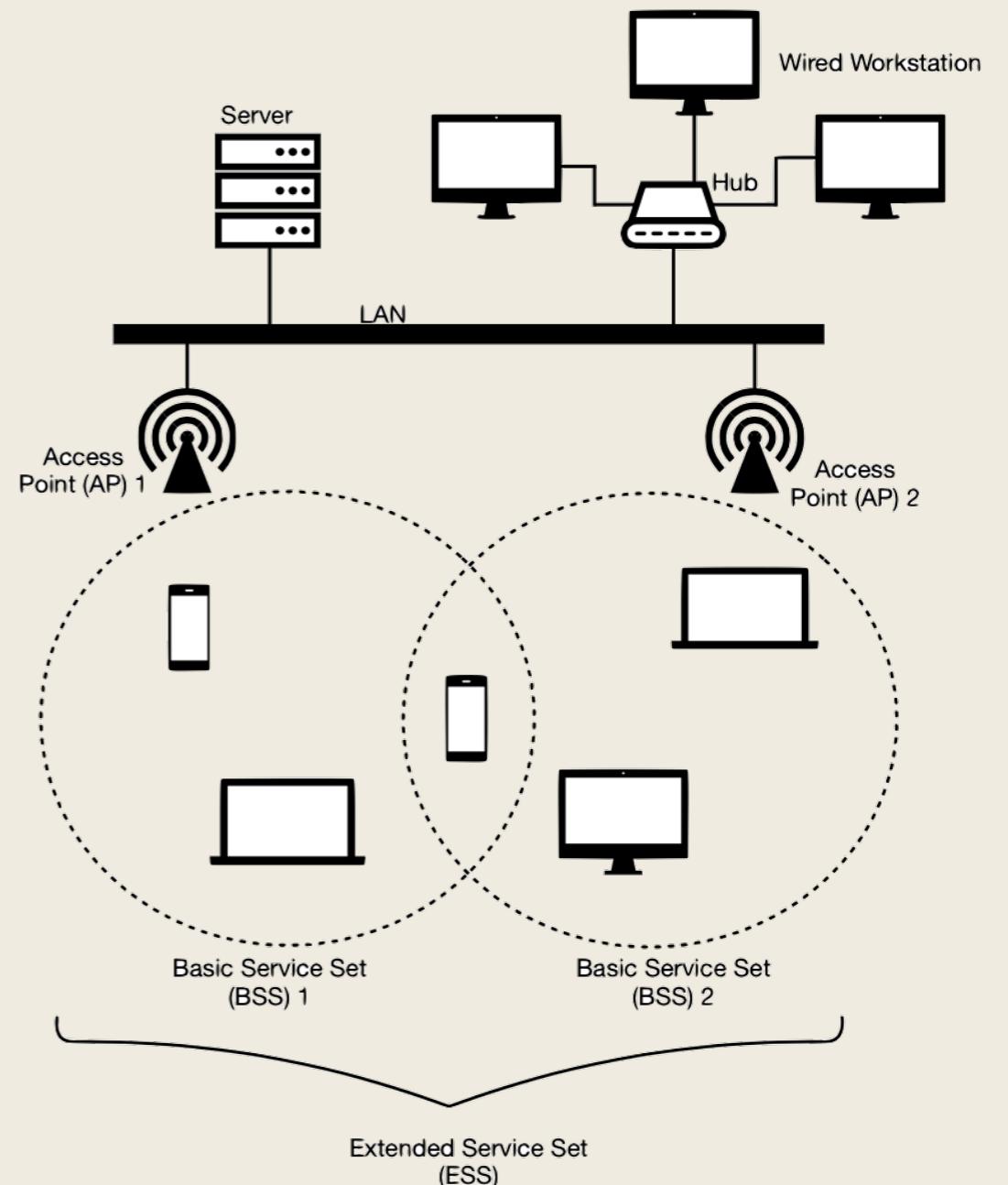
- gewährt Funkstationen Zugang zu drahtgebundenem LAN
- Access Point (AP) notwendig



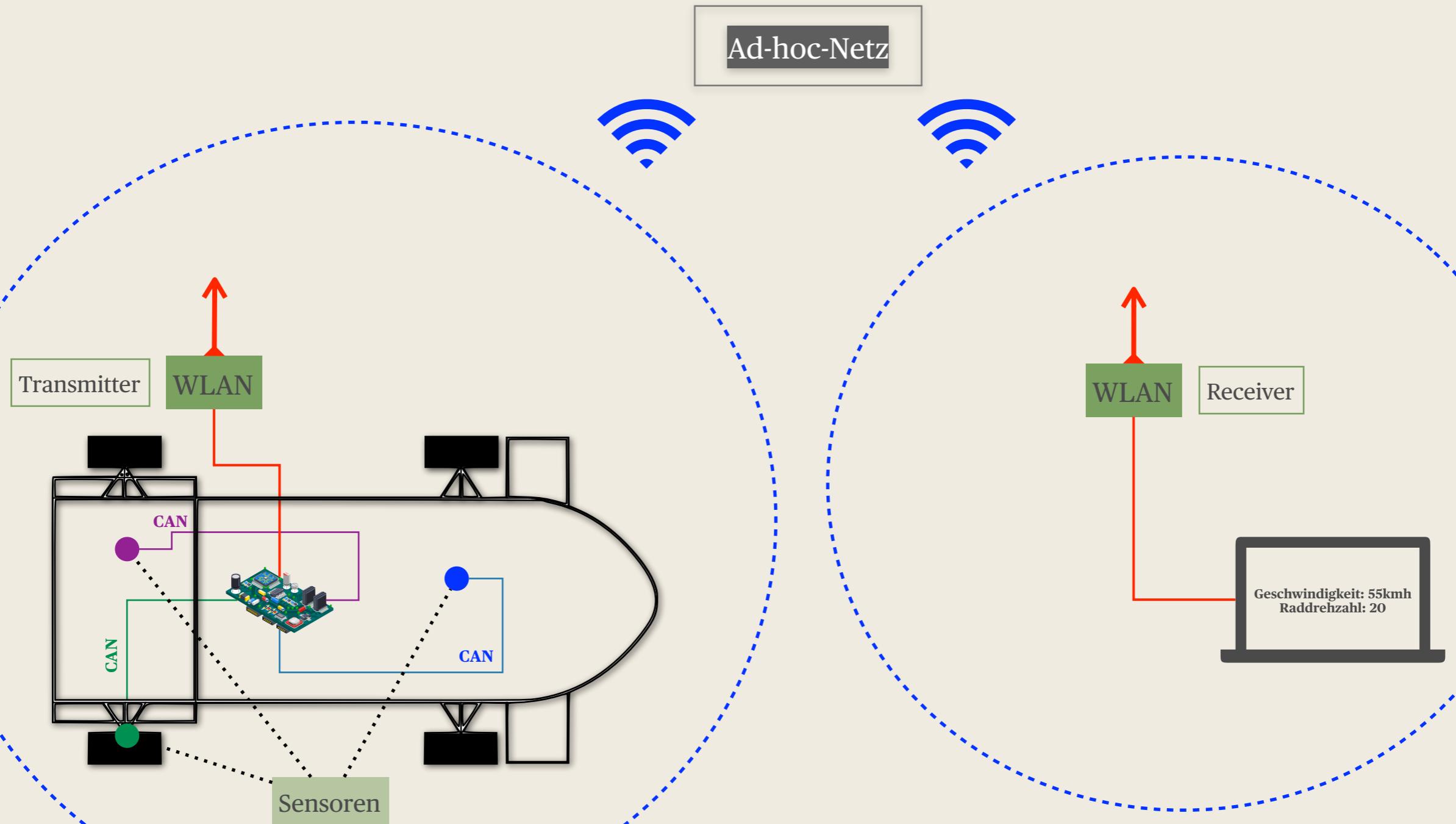
# Wireless - Architekturen (Topologie)

## Extended Service Set (ESS)

- besteht aus mehreren BSS (Zellen)
- mehrere APs bilden Wireless LAN
- Verbindung der APs findet über Ethernet statt



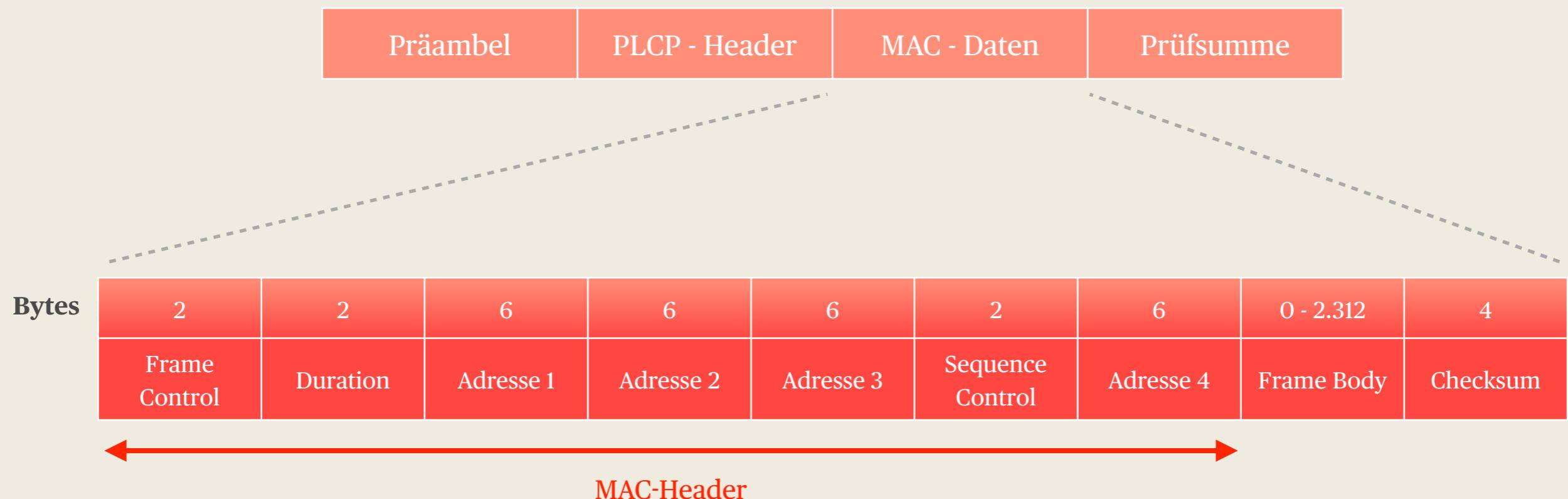
# Beispiel - Topologie



# WLAN - Frames

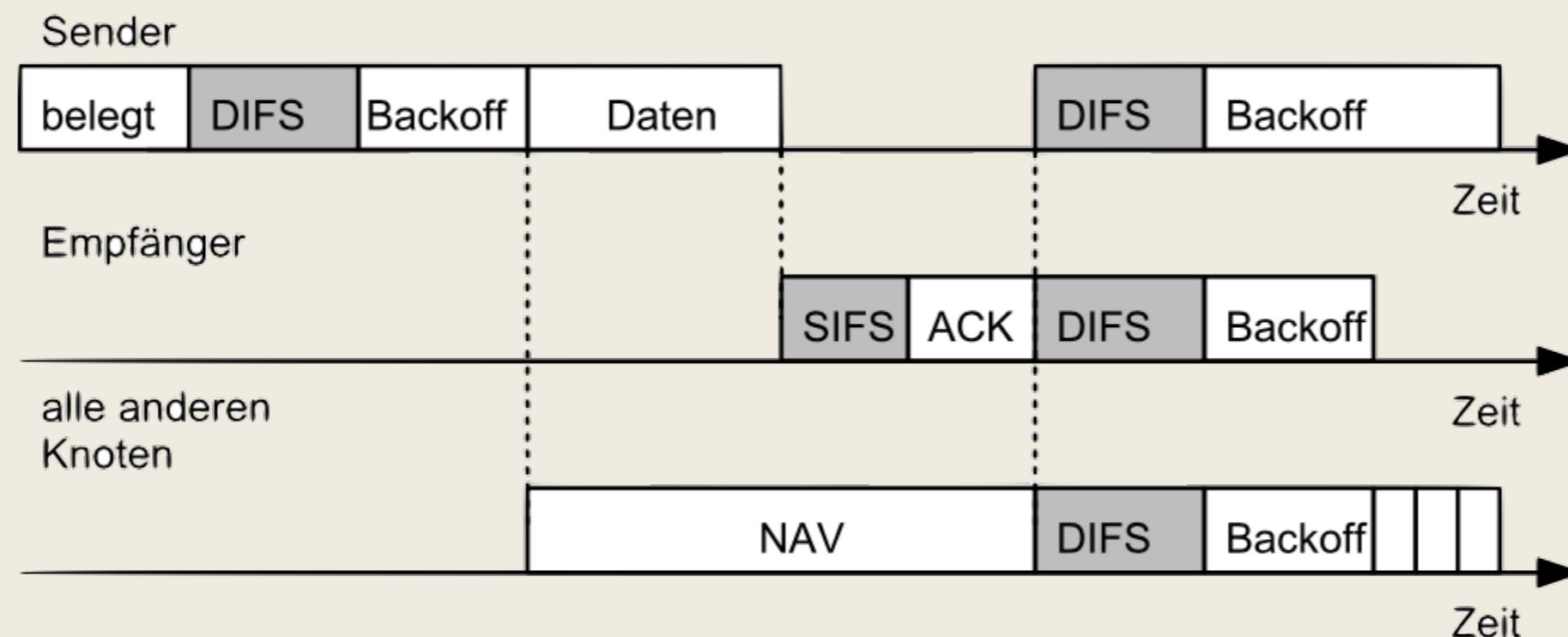
- Grundstruktur für :

- ➔ Datenframes
- ➔ Kontrollframes
- ➔ Managementframes



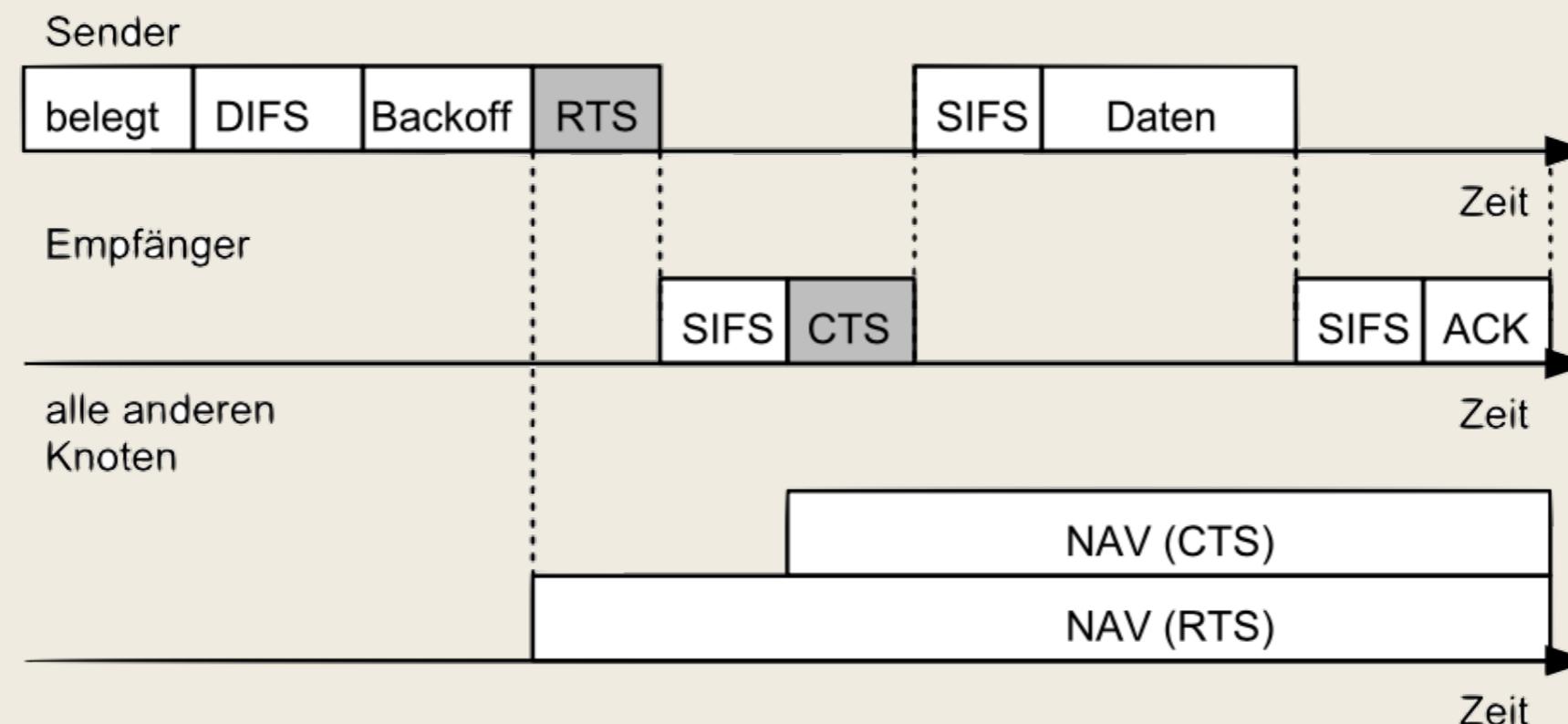
# MAC - Unterschicht

- CSMA/CA („Hören vor Sprechen“)  
→ sendefähige Station stellt sicher, dass Empfänger bereit und Kanal frei ist



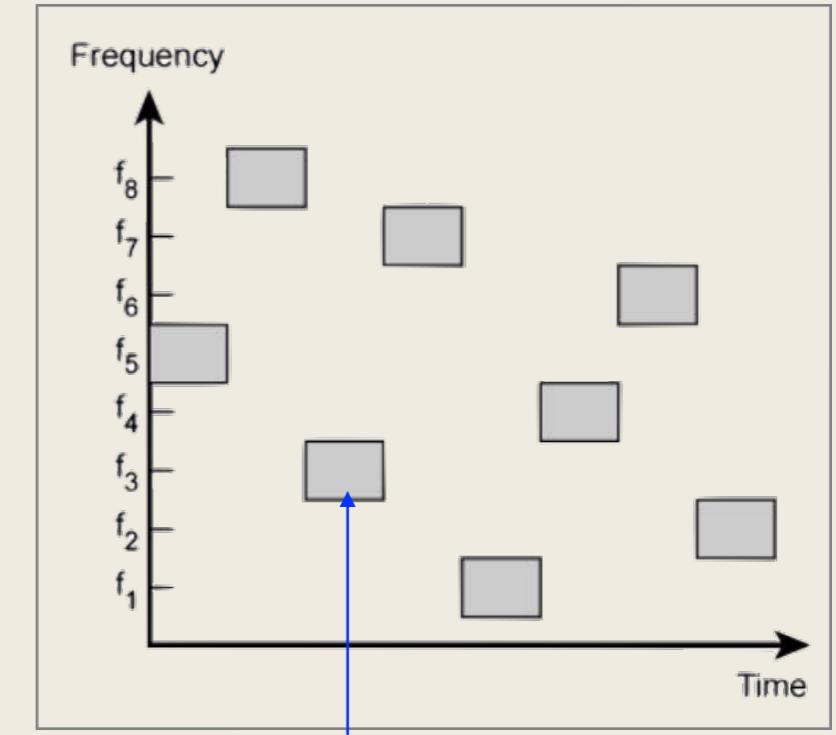
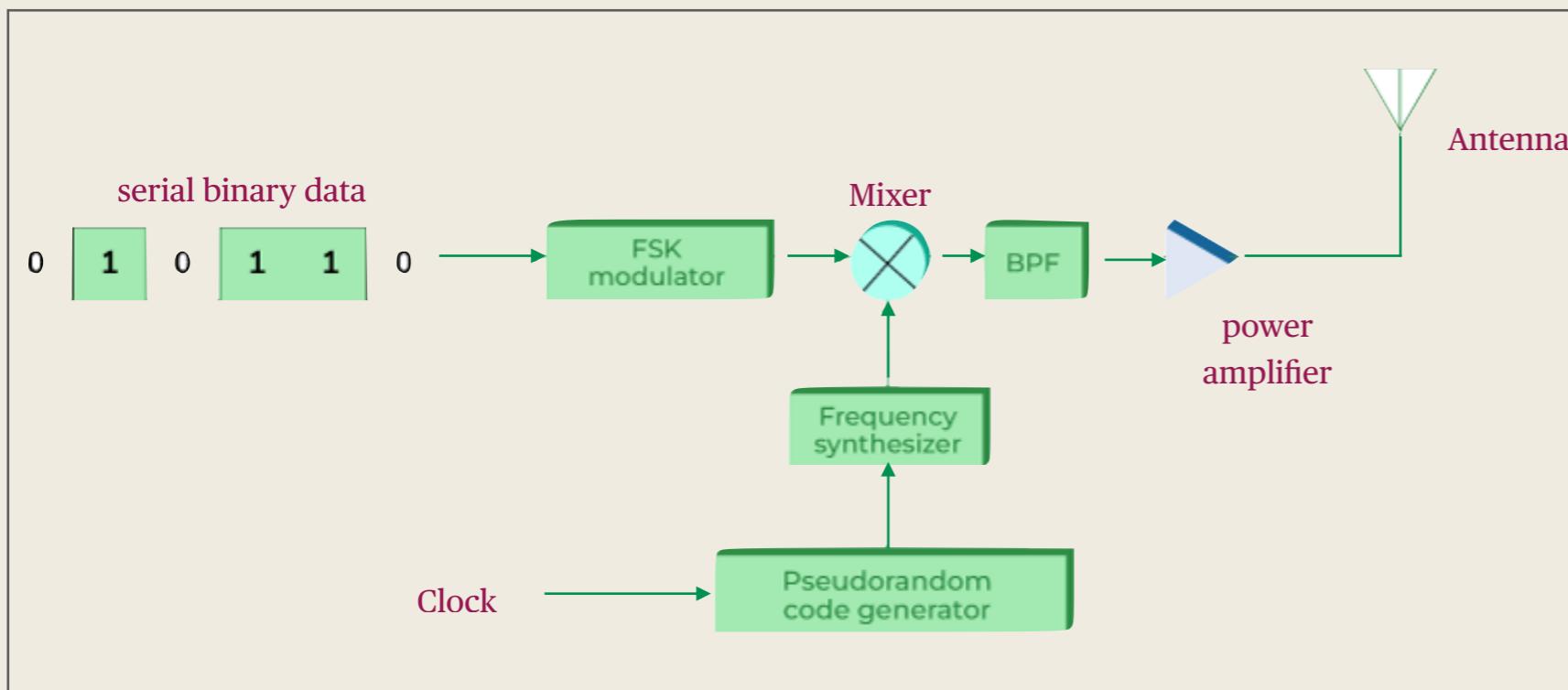
# MAC - Unterschicht

- Reservierungen über RTS („Ready-To-Send“) und CTS („Clear-To-Send“)



# WLAN - Übertragung : Modulationsverfahren

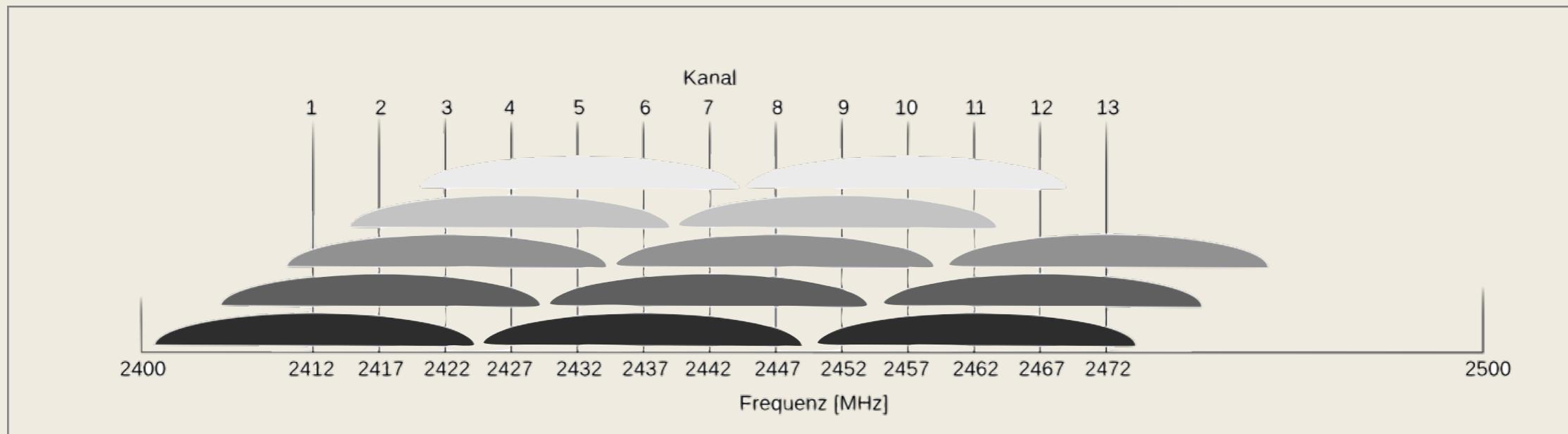
Frequency Hopping Spread Spectrum  
(FHSS)



# WLAN - Übertragung : Modulationsverfahren

Direct Sequence Spread Spectrum  
(DSSS)

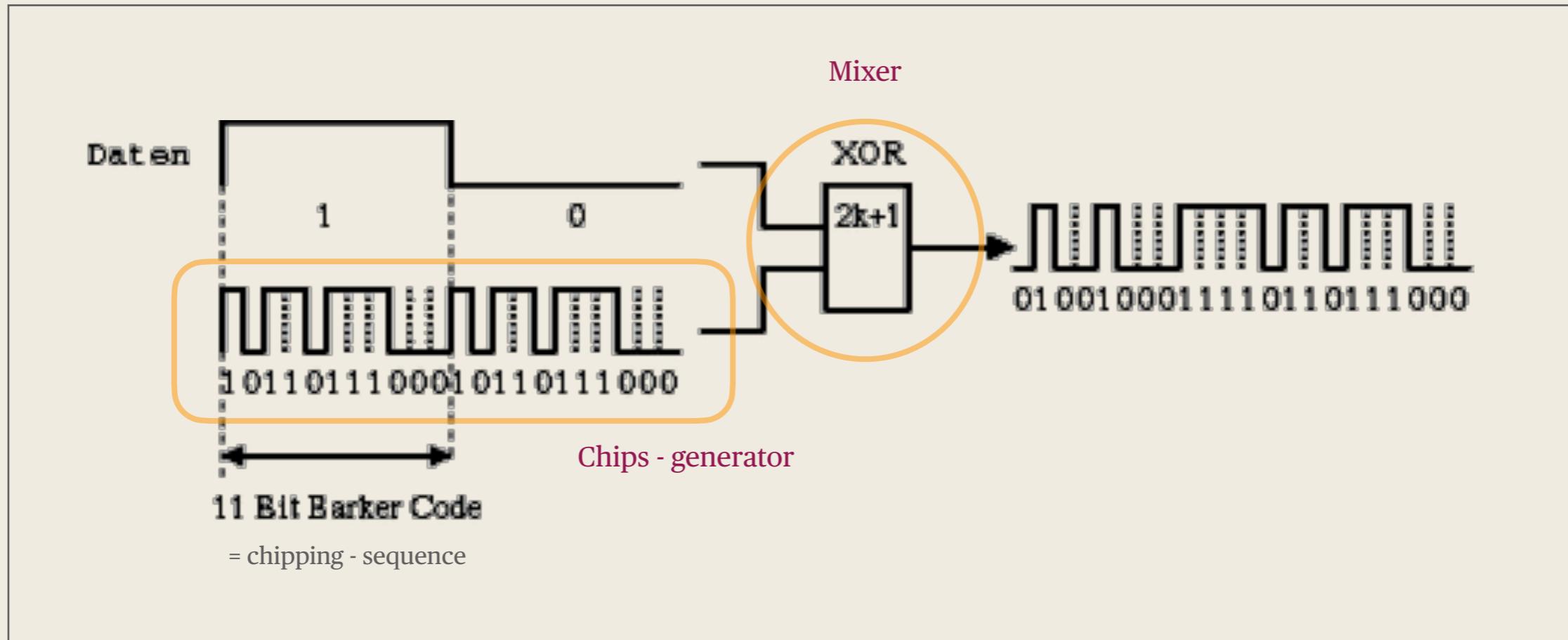
- 2,4 GHz ISM-Band wird in 13 Kanäle aufgeteilt
- Breite jedes Kanals = 22 MHz
- nur 3 Kanäle, die sich nicht überschneiden



# WLAN - Übertragung : Modulationsverfahren

Direct Sequence Spread Spectrum  
(DSSS)

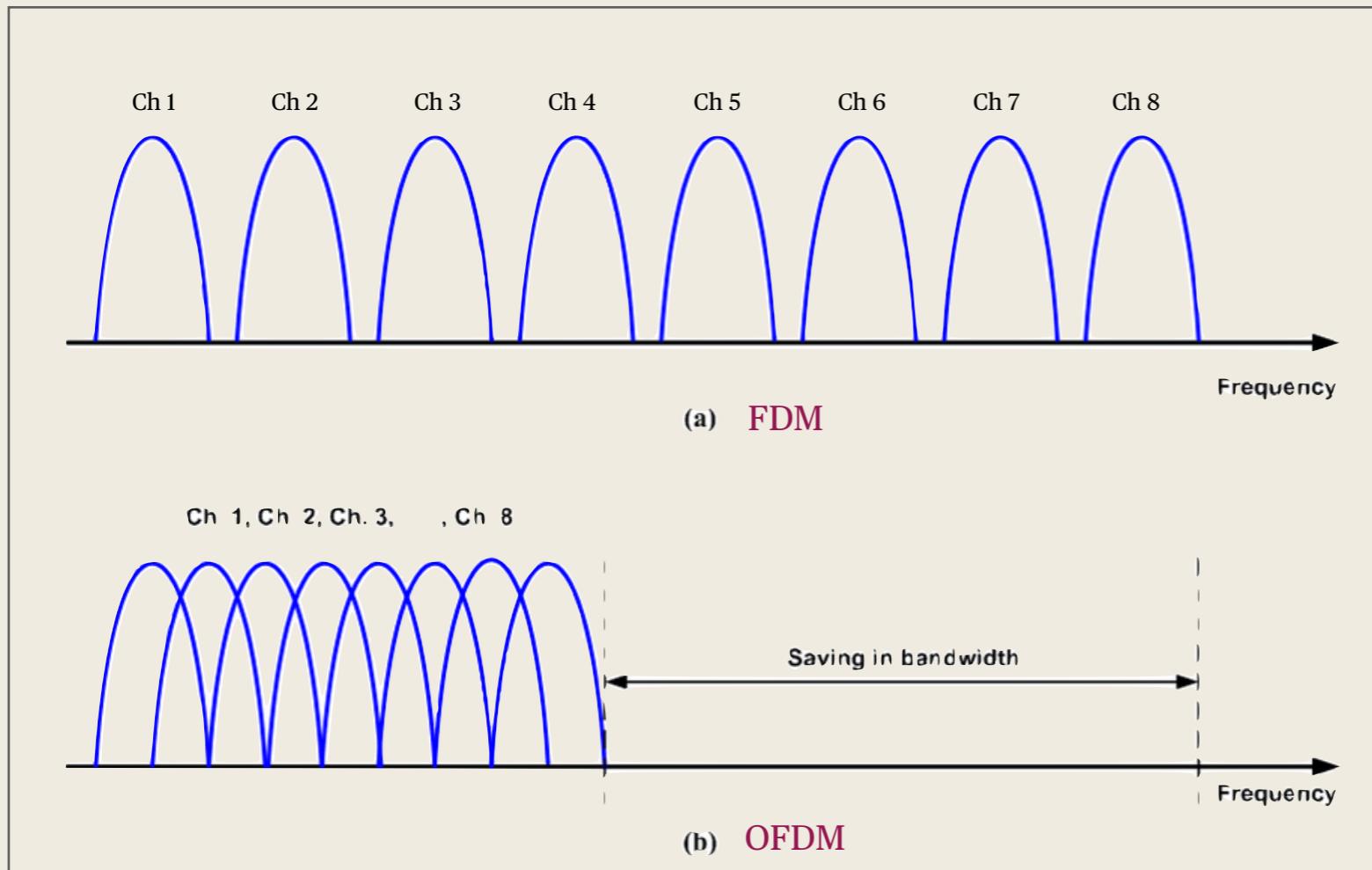
- Idee: Ausgangssignal mittels Bitfolge zu spreizen
- jedes Daten-Bit wird durch 11 Bits („Chips“) ersetzt



# WLAN - Übertragung : Modulationsverfahren

Orthogonal Frequency Division Multiplexing  
(OFDM)

- Frequenzbereich eines 20 MHz-Kanals wird in Unterkanäle aufgeteilt

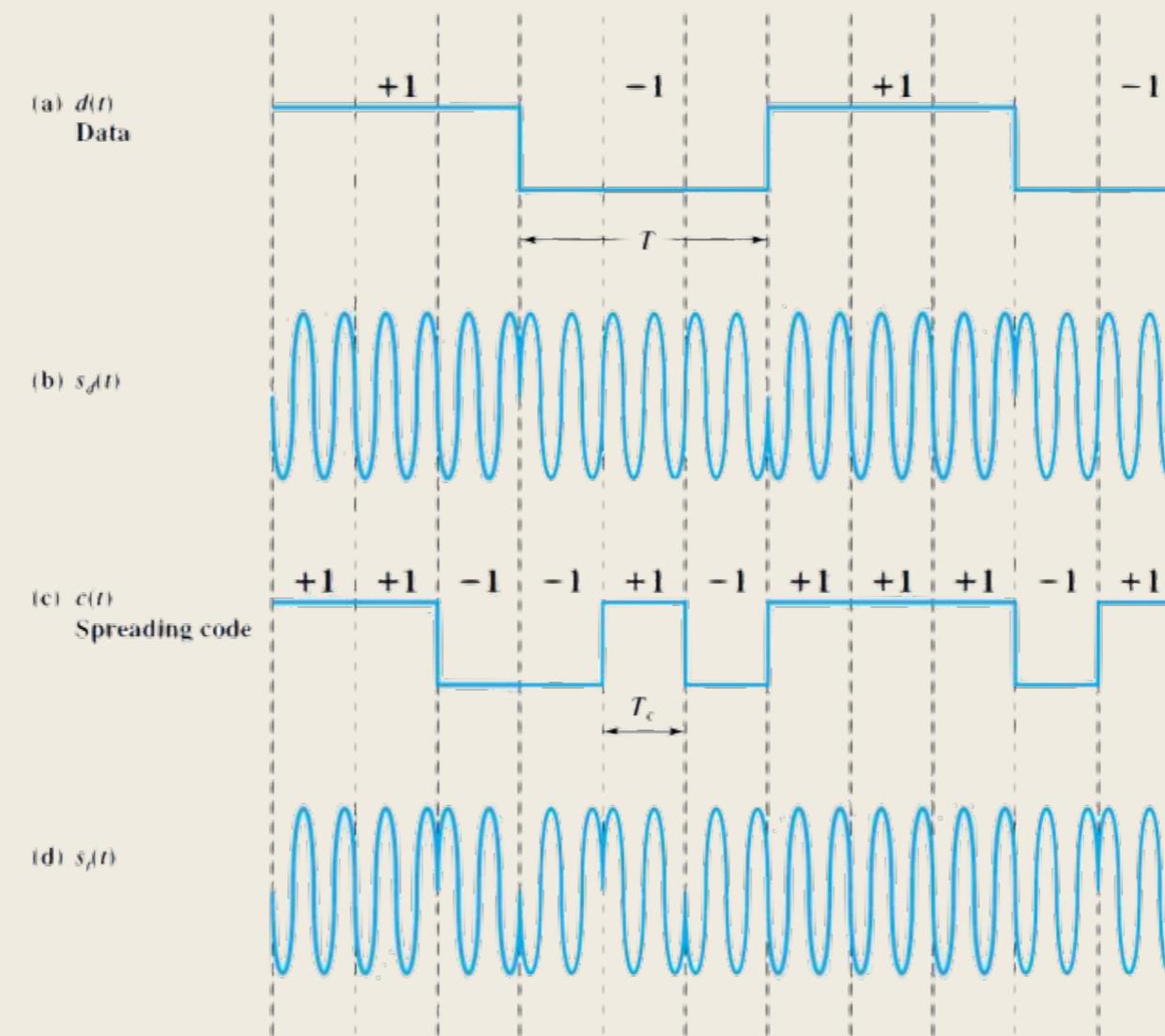


## Vorgehen der Modulation :

- (1) serieller Datenstrom wird in mehrere parallele Datenströme aufgeteilt
- (2) einzelne Datenströme werden einzelnen Frequenzträgern zugewiesen
- (3) Frequenzträger werden auf herkömmliche Weise moduliert

# DSSS + BPSK am Telemetrie - Beispiel

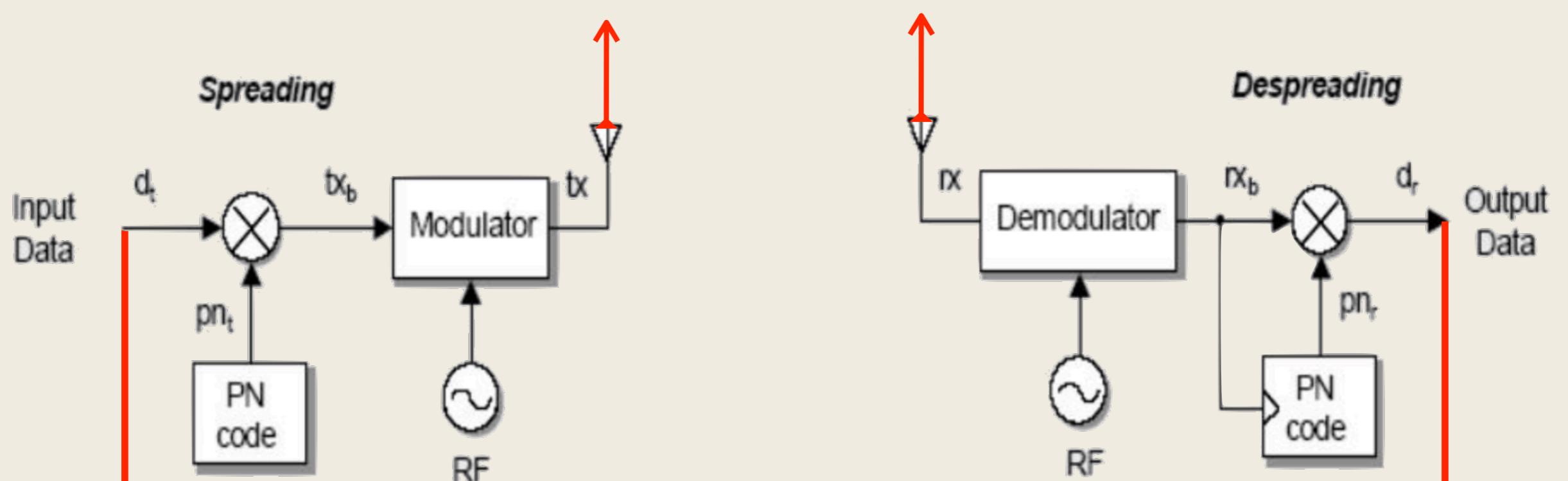
- DSSS - Verfahren mit Binary Phase Shift Keying - Modulation (BPSK)



# DSSS + BPSK am Telemetrie - Beispiel

Transmitter

Receiver



# Empfohlene Literatur

- Riggert, Wolfgang; Lübben, Ralf : *Rechnernetze*, 7. Auflage
- Gessler, Ralf; Krause, Thomas : *Wireless-Netzwerke für den Nahbereich*, 2. Auflage
- Baun, Christian: *Computernetze kompakt*, 5. Auflage
- <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0910261.htm>
- <https://www.vodafone.de/downloadarea/Technik-2011-09.pdf>
- [http://dr-joyanta-kumar-roy.com/study\\_meterial/Telemetry%20systems/Telemetry%20basics.pdf](http://dr-joyanta-kumar-roy.com/study_meterial/Telemetry%20systems/Telemetry%20basics.pdf)
- <http://www.telemetrie-world.de/fachartikel/Grundlagen/WLAN-Telemetrie.pdf>
- [https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-201004211570/3/BfS\\_2008\\_Mobilfunk.pdf](https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-201004211570/3/BfS_2008_Mobilfunk.pdf)
- [https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/emf/broschuere-mobilfunk.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/emf/broschuere-mobilfunk.pdf?__blob=publicationFile&v=7)
- Wikipedia

