



Mehrfachzugriffs- und Multiträgerverfahren

Jan Falkenhain

prinzipielle Methoden:	1
SDMA	2
TDMA	4
CDMA	5
FDMA	9
Multiträgerverfahren	10
OFDM	11

Inhaltsverzeichnis





prinzipielle Methoden:

Mehrfachzugriffsverfahren:

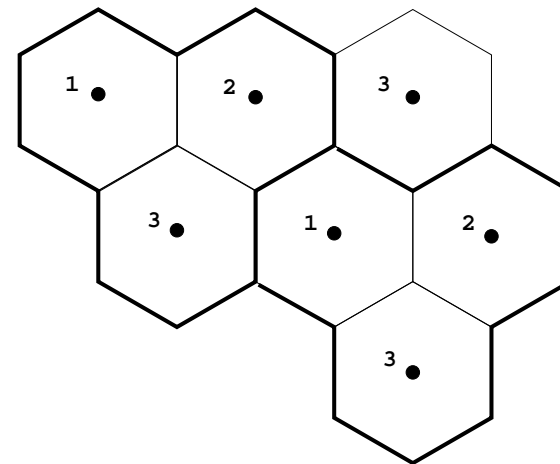
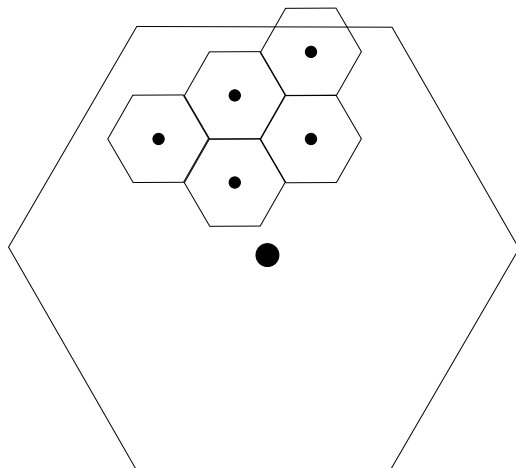
- Prinzipielle Möglichkeiten des Mehrfachzugriffs
 - SDMA (Space Division Multiple Access)
 - TDMA (Time Division Multiple Access)
 - CDMA (Code Division Multiple Access)
 - FDMA (Frequency Division Multiple Access)
- Verwendung mehrerer (oder aller vier) Verfahren
- Kriterien:
 - Qualitätsanforderungen
 - Störanfälligkeit
 - Kosten der technischen Realisierung



SDMA

SDMA (Space Division Multiple Access)

- hierarchische Aufteilung des Ortes in Funkzellen:



- z.B. für UMTS:
 - Megazelle ($> 20\text{km}$)
 - Makrozelle (bis 20km)
 - Mikrozelle (bis 1km)
 - Pikozelle (ca. 100m)



SDMA (Space Division Multiple Access)

Aufteilung der Funkzelle:

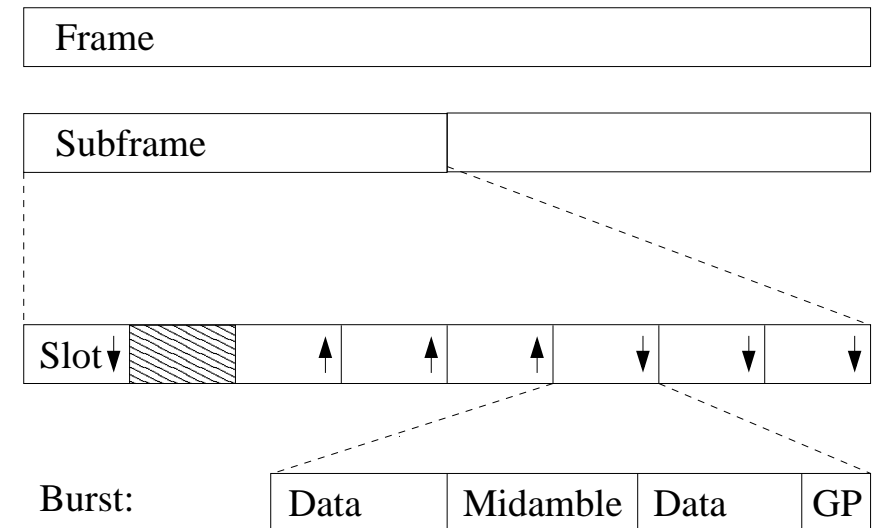
- Sektorisierung, d.h. feste Aufteilung der Funkzelle
- Adaptive Antenne (Smart Antenna), d.h. elektronisch veränderbare Aufteilung der Funkzelle
 - örtliche Ausrichtung der Abstrahlung



TDMA

TDMA (Time Division Multiple Access) bedeutet eine zeitliche Trennung von Teilnehmern

- Definition eines Rahmens (Frames), der sich zeitlich periodisch wiederholt
- pro Rahmen mehrere Zeit-Schlitze (Slots)
- ein Teilnehmer pro Zeit-Schlitz
- Teilnehmer sendet Datenstrom (Burst) mit einer Midamble. Lernfolgen dienen der Kanalschätzung

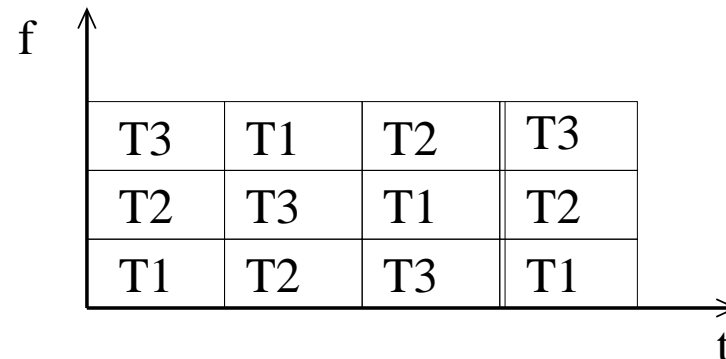




CDMA

CDMA (Code Division Multiple Access)

- Sender und Empfänger vereinbaren ein Codewort
 - DS-CDMA (Direct Sequence), Daten werden direkt mit dem Codewort moduliert
 - FH-CDMA (Frequency Hopping), das Codewort bestimmt die jeweilige Trägerfrequenz



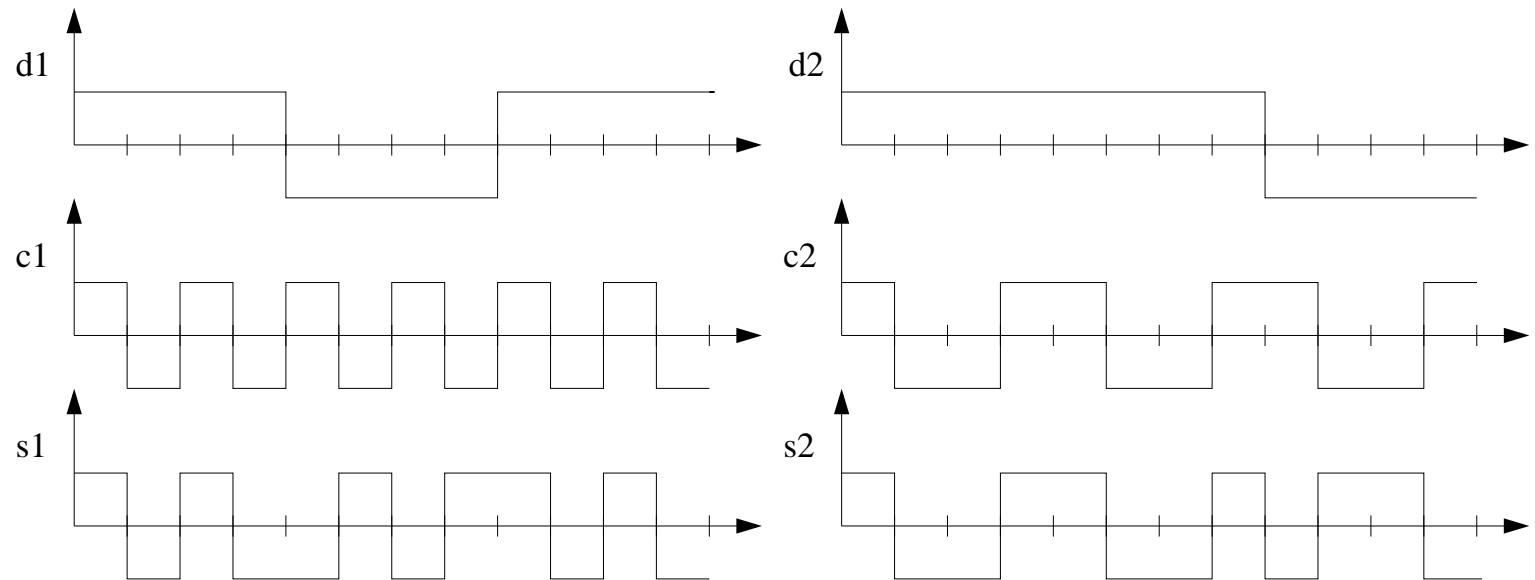
- TH-CDMA (Time Hopping), Codewort bestimmt die Zuteilung der Zeitschlitz



DS-CDMA (Direct Sequence)

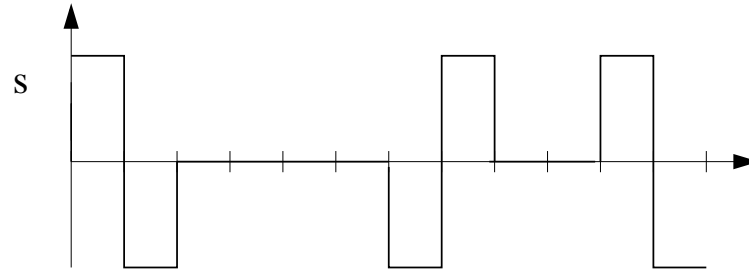
- Teilnehmer i : $\vec{s}_i = d_i \cdot \vec{c}_i$, Daten werden gespreizt

- orthogonale Codeworte \vec{c}_j : $\begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$; $\vec{c}_i^T \cdot \vec{c}_j = \begin{cases} const & i = j \\ 0 & sonst \end{cases}$

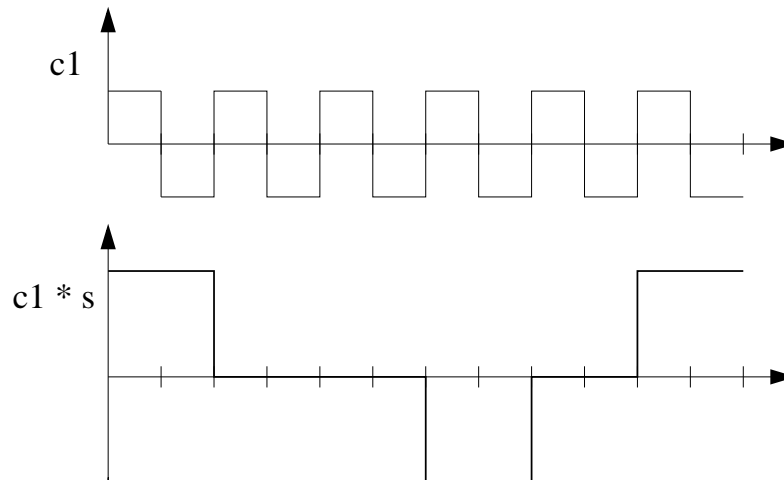




- Daten aller Teilnehmer werden addiert/überlagert: $\vec{s} = \sum_{j=1}^N d_j \vec{c}_j$



- Übertragung
- Empfänger: $\vec{c}_i^T \cdot \vec{s} = \sum_{j=1}^N d_j \cdot \vec{c}_i^T \cdot \vec{c}_j = d_i \cdot const$





DS-CDMA (Direct Sequence)

- $T_S = SF \cdot T_c$
- frequenzselektiver Schwund wird auf die Teilnehmer verteilt.
- Walsh-Codes, OVSF-Codes (orthogonal)
- Gold-Codes (nicht exakt orthogonal, aber geringe Kreuzkorrelationen)

Joint Detection (gemeinsame Detektion)

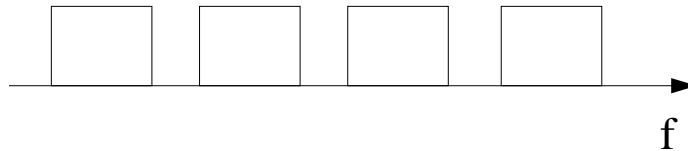
- $\vec{e} = A \cdot \vec{d} + \vec{n}$
- A enthält Kanalimpulsantworten und alle Teilnehmer-Codes
- \vec{d} aus Schätzverfahren



FDMA

FDMA (Frequency Division Multiple Access)

- Aufteilung der Bandbreite, Modulation mit verschiedenen Trägerfrequenzen



- Überlappung der Teilspektren führt i.a. zu Interkanalinterferenz
- Schutzintervalle, geringe spektrale Effizienz



Multiträgerverfahren

- Motivation:
 - Mehrwegeausbreitung \implies Intersymbolinterferenz (wenn $\Delta\tau_{max} \geq T_S$) bzw. frequenzselektive Kanalübertragungsfunktion.
 - Ansatz: Aufteilung in N Kanäle, in jedem Kanal n wird T_S erhöht ($T_{S,n} = N \cdot T_S$) bzw. der Frequenzgang ist im Teilspektrum nahezu konstant.
 - Vorteil: Kanalverzerrung kann evt. entfallen.
 - Nachteil: Zeitselektivität nimmt zu
- Bedingung für orthogonale Frequenzen (trotz spektraler Überlappung): $\Delta f = \frac{1}{T_{S,n}}$
- Impulsformung: Rechteckimpuls (der Dauer T_S), speziell im OFDM-Verfahren



OFDM

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)

- Rechteckimpulse: \Rightarrow

$$s(t) = \sum_{n=0}^{N-1} d_n \cdot e^{jn\Delta\omega \cdot t}$$

- Sender: N Abtastwerte von $s(t) \Rightarrow IFFT_N\{d_n\}$
- Empfänger: $d_n = FFT_N\{s(k)\}$
- Problem: ideale Abtastung nötig
- Lösung: Einführung eines Schutz-Intervalls T_G , das Sendesymbol wird um T_G verlängert
 - Anforderung: $T_G \geq \tau_{max}$
 - spektrale Effizienz wird reduziert.
 - Bedingung für angepasstes Filter wird verletzt