



Anpassung von Datenrate und Leistung (Smart-Antenna-Konzept)

Jan Schwarz

- 1 Anpassung der Datenrate**
- 2 Anpassung der Leistung**
- 3 Beispiel**





Code Division Multiple Access (CDMA)

- Mehrfach- bzw. Vielfachzugriffsverfahren
- Hauptbestandteil innerhalb von TD-SCDMA
- Charakteristika
 - ein Frequenzband für alle Codekanäle
 - mehrere gleichzeitige Signale im selben Frequenzband
 - orthogonale Spreizcodes
 - Anzahl der Teilnehmer aufgrund der gegenseitigen Beeinflussung begrenzt
- **Ziel:** möglichst viele Teilnehmer gleichzeitig, bei minimaler Sendeleistung

⇒ Spreizcodes verwenden





Übergang von CDMA auf TD-SCDMA

- TD-SCDMA ist Kombination aus:
 - Time Division Duplex (TDD)
 - Time Division Multiple Access (TDMA)
 - Code Division Multiple Access (CDMA)

⇒ hybrides Vielfachzugriffsverfahren

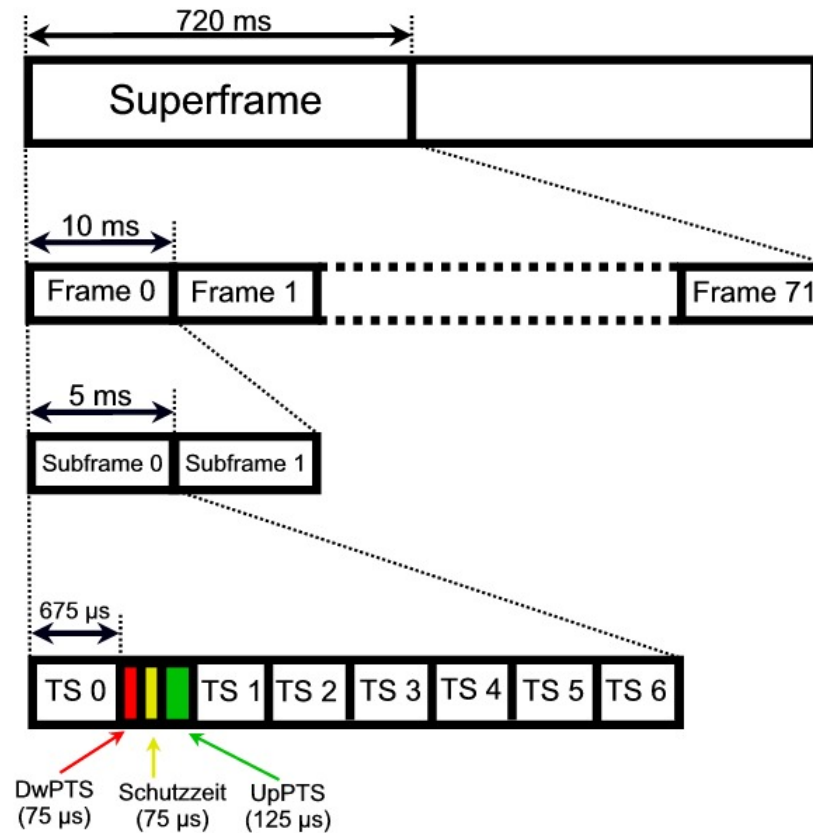
- CDMA und TDMA sind Hauptkomponenten
- Struktur spiegelt sich beim Rahmenaufbau wieder



Anpassung der Datenrate



Rahmenstruktur





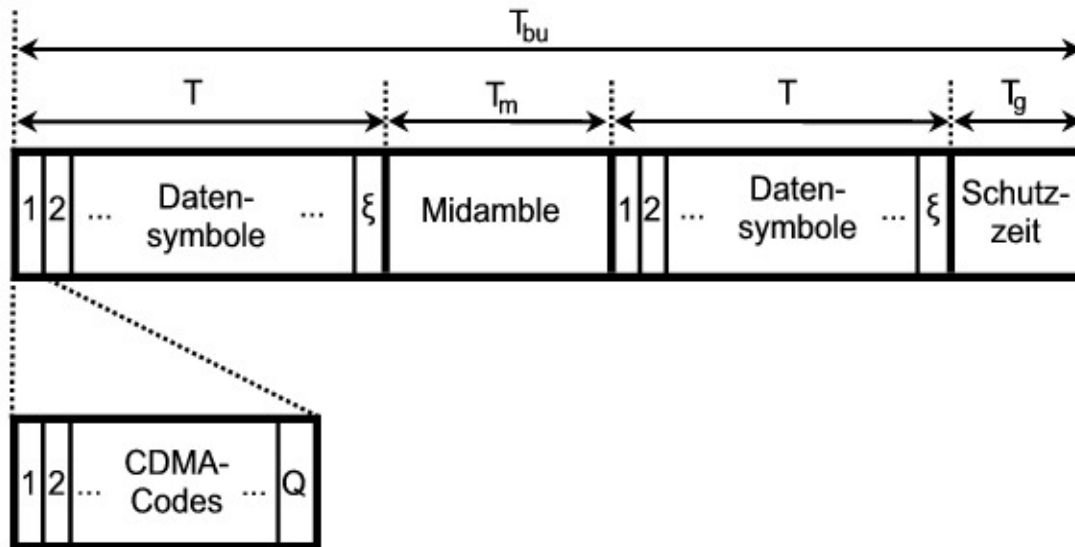
Einteilung in Ressourcen

- Ressource: Einteilung der Bandbreite in separierbare Kommunikationskanäle
- zeitliche Synchronisation der Kommunikationskanäle
- jeder Zeitschlitz sowohl in der Aufwärts- als auch in der Abwärtsstrecke einsetzbar
- **Einschränkungen:**
 - maximal 2 Umschaltzeitpunkte pro Rahmen
 - erster Zeitschlitz (TS_0) immer Abwärtsstrecke
 - zweiter Zeitschlitz (TS_1) immer Aufwärtsstrecke
- Übertragung erfolgt in Bursts





Burststruktur



$$T_{bu} = 675\mu s = 864 \text{ Chips}$$

$$T = \xi Q T_c = 275\mu s$$

$$T_c = 0,78125\mu s = 1 \text{ Chip}$$

$$T_m = 112,5\mu s = 144 \text{ Chips}$$

$$T_g = 12,5\mu s = 16 \text{ Chips}$$

$$Q \in \{1, 2, 4, 8, 16\} \text{ (Spreizfaktor)}$$

$$\xi \in \{352, 176, 88, 44, 22\}$$

Anzahl der möglichen Datensymbole ξ ist abhängig vom Spreizfaktor Q

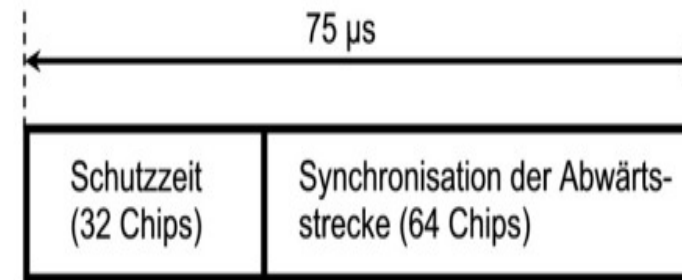
Dauer T der Datensymbole muss stets $T = \xi Q T_c = 275\mu s$ sein



spezielle Burstformate



Uplink Pilot Timeslot (UpPTS)



Downlink Pilot Timeslot (DwPTS)

- Schutzzeit zwischen UpPTS und DwPTS beträgt $75\mu s$
- ⇒ **Fazit:** insgesamt drei (vier) unterschiedliche Burstformat



Datenrate (Theorie vs. Praxis)

- Ressource als Schlüsselgröße
 - Datenrate beeinflusst durch
 - Verzögerungszeit
 - Bitfehlerrate
 - bei maximalen Spreizfaktor ($Q = 16$) $\xi = 22$ Datensymbole pro Datenblock
 - TD-SCDMA verwendet QPSK (Wertigkeit $M = 4$)
- ⇒ Anzahl der Rohdaten pro Burst $N_r = M \cdot \xi = 4 \cdot 22 = 88$ bit
- Datenrate: Verhältnis der Nutzdaten zur Dauer eines Rahmens
 - Annahme: idealer Fall (Nutzdaten = Rohdaten)
- ⇒ Datenrate einer Ressource: $R_r = \frac{N_i}{T_{fr}} = \frac{88 \text{ bit}}{5 \text{ ms}} = 17600 \text{ bit/s} = 17,6 \text{ kbit/s}$





- weitere Annahmen:
 - verwenden aller Spreizcode, d.h. $Q = 16$
 - Ausnutzung sämtlicher Zeitschlitz pro Rahmen, d.h. $K_t = 7$

⇒ max. Anzahl verwendeter Ressourcen pro Rahmen

$$N_{fr,max} = Q \cdot K_t = 16 \cdot 7 = 112$$

⇒ maximale Datenrate einer Zelle

$$R_{fr,max} = N_{fr,max} \cdot R_r = 112 \cdot 17,6 \text{ kbit/s} = 1971,2 \text{ kbit/s} \approx 2 \text{ Mbit/s}$$

- **Problem:** max. Datenrate steht nur einem einzigen Teilnehmer pro Zelle zur Verfügung

⇒ mehrere Teilnehmer ($N_{fr,max} = 122$): Aufspaltung der Datenrate

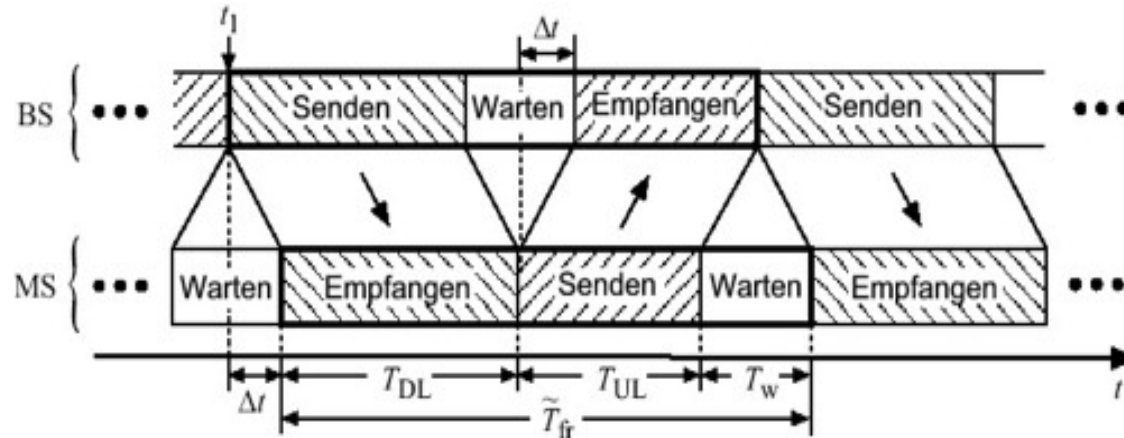
- weitere Schwierigkeiten, die die Datenrate verringern
 - Fehler bei der Übertragung
 - Einbringung von Redundanz (FEC-Verfahren)
 - Zeitverzögerung durch Verwürfelung



Anpassung der Datenrate



Laufzeitproblem



$$c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$$
$$\Delta t \hat{=} \text{Laufzeit}$$
$$\Delta s \hat{=} \text{Weglänge}$$

Laufzeit des Signals $\Delta t = \frac{\Delta s}{c_0}$
ungenutztes Zeitintervall $T_w = 2 \cdot \Delta t$

- Problem:
 - nicht gleichzeitig Senden und Empfangen
 - Umschaltzeitpunkte nicht deterministisch
- ⇒ Lösung: Schutzzeit in jedem Burst



Interferenz

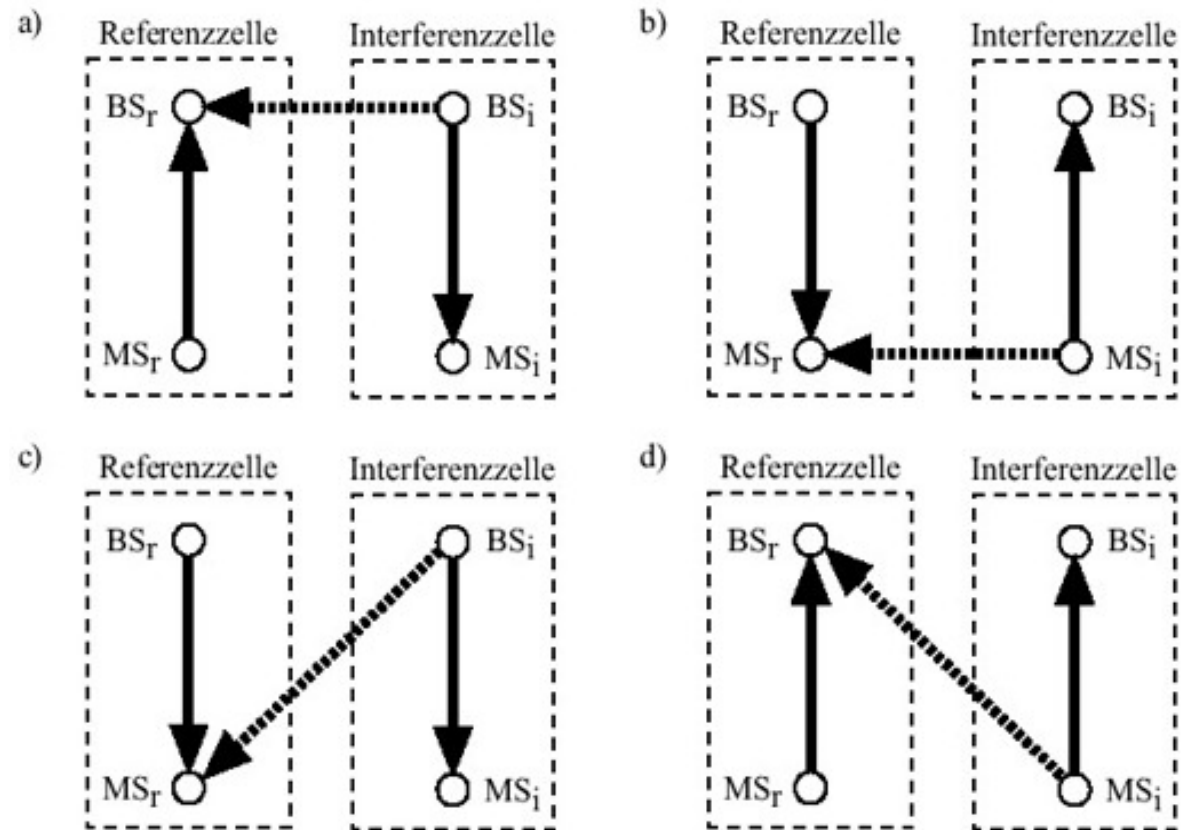
- Problemstellung
 - kein idealer Kanal
 - Bitfehler treten auf

⇒ Redundanz notwendig, Datenrate sinkt
- Bitfehlerrate abhängig von der Qualität des Empfangssignals
- Maß für die Qualität: Träger-zu-Interferenz-Verhältnis (Signal-zu-Geräusch-Verhältnis)





Möglichkeiten der Interzellinterferenz



a) BS-zu-BS-Interferenz, b) MS-zu-MS-Interferenz, c) BS-zu-MS-Interferenz, d) MS-zu-BS-Interferenz



schnelle Leistungsregelung

- **Ziel:** Vermeidung von Interferenzen aufgrund von Leistungsschwankungen
- zwei Arten von Regelkreisen
 - geschlossene Regelschleife
 - offene Regelschleife

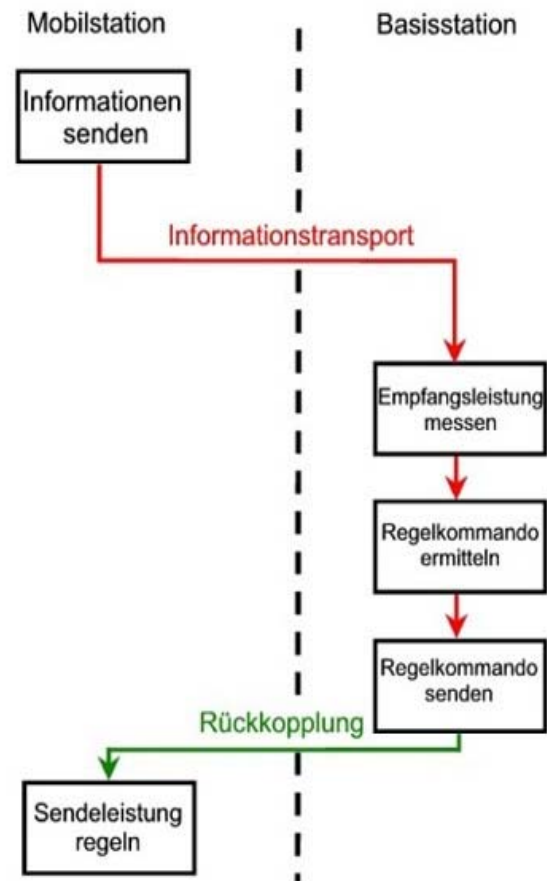


Anpassung der Leistung

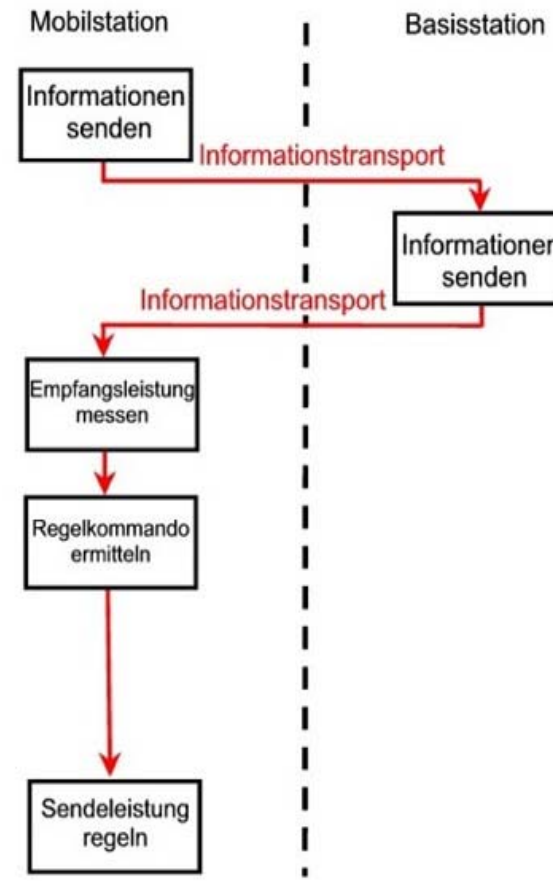


offene und geschlossene Regelschleife

a) geschlossene Regelschleife



b) offene Regelschleife





Probleme der Regelkreise

- Rückkopplung verursacht größere Verzögerung
⇒ geschlossene Regelkreise nicht eingesetzt
- "Cocktail-Party-Effekt" aufgrund zu schneller Bewegung der Mobilstation
→ bereits ab $v_{max} = 30$ km/h





Adaptive Antennen (Smart-Antennas)

- Gründe für den Einsatz
 - keine flächendeckende Bestrahlung
 - Verringerung der Interferenzen
 - "Near-Far-Effekt" wird eliminiert
- besteht aus 8 ringförmig angebrachten Elementen
- Erzeugung einer Richtstrahlcharakteristik
 - ausgeprägte Hauptkeule, die das Folgen von Objekten ermöglicht
 - Nebenkeulen nur minimal ausgeprägt
- pro Teilnehmer ein eigenständiger Richtstrahl

Animation zur Verdeutlichung der Richtstrahlcharakteristik:

http://www.ihf.rwth-aachen.de/English_Pages/Forschung/Sdma/Animation/animation.html





Beamforming

- Algorithmus als das Hauptproblem beim Beamforming
- viele unterschiedliche Lösungsansätze
- Optimierung des Algorithmus' hinsichtlich
 - Schnelligkeit
 - Vermeidung von Interferenzen
 - Keulengeometrie
 - niedrige Sendeleistung

Auf Wunsch des Auditoriums wird ein Konzept anhand eines Tafelanschriebs vorgeführt!
(zeitaufwendig)





Uplink Synchronisation

- Grund: Laufzeitproblem
- spezielle Zeitschlitz (UpPTS, DwPTS) relevant
- Vorgehensweise
 - Ermittlung der benachbarten Basisstationen durch DwPTS
 - Auswahl einer der Basisstationen (abhängig von Leistung)
 - Senden eines UpPTS zur Registrierung an Basisstation
 - DwPTS und erneut UpPTS zur Synchronisation sowie Sendeleistungsbestimmung (Beamforming)
- während der Kommunikation immer wieder Pilotsignale zur Leistungsregulation aussenden

