



Hauptseminar im Wintersemester 2001/2002

Dienste und Infrastrukturen für mobile Netze

Basistechnologien

Zugriffsverfahren, Modulation, Handover

25.10.2001
Michael Dyrna

Übersicht

- Einführung in mobile Netze
 - Anwendungen für mobile Netze
 - Was ist Mobilität?
- Eigenschaften des drahtlosen Kanals
- Modulationsverfahren
- Multiplex- und Zugriffsverfahren
- Zellen und Zellstrukturen

Typische Anwendungen

Informationen, Unterhaltung

- Nachrichten
- Aktienkurse
- Wetter
- Spiele

Fahrzeuge

- Digitaler Rundfunk
(Musik, Nachrichten, Verkehr, Wetter)
- Sprach- und Datendienste
(Telefonie, e-mail, www, Videokonferenz)
- Global Positioning System
- lokales Ad-hoc-Netz
(Notfallsituationen, Sicherheitsabstand, Warnung)

mobiles Büro

- Zugriff auf Firmendatenbank
(Preise, Kundeninformationen, Lagerbestand)
- Kommunikation
(e-mail, Telefonie, www, Videokonferenz)

ortsabhängige Dienste

- Nachfolgedienste
(Anrufweiterschaltung, e-mail-Weiterleitung)
- ortsbewusste Dienste
(z.B. Nutzung der nächsten Peripheriegeräte)
- Informationsdienste
(finde nächste Tankstelle, WC, Hotel, etc.)

Mobilität

Wer/was ist mobil?

Benutzer

Benutzer kann Dienste eines Systems an unterschiedlichen Orten nutzen

(z.B. Anrufweiter-schaltung am Telefon, www-Dienste)

Endgerät

Kommunikationsgerät kann (mit oder ohne Nutzer) seinen Ort verändern

(z.B. Mobiltelefon, PDA)

Session

Teilnehmer kann Session unterbrechen und an einem anderen Ort fortsetzen

(in Forschung)

=> mobil ist nicht drahtlos!

Mobilität

Wie wird Endgeräte-Mobilität erreicht?

Endgerät hat Bindung an seine Umgebung
=> Ziel: Überwindung dieser Bindungen

Größe, Gewicht	kleine Bauweise
Stromversorgung	Batteriebetrieb / sparsame Hardware
Datenkommunikation	drahtlos (Funk, IR)
Sicherheit	Verschlüsselung

Vorteile

- “every-time-every-where-

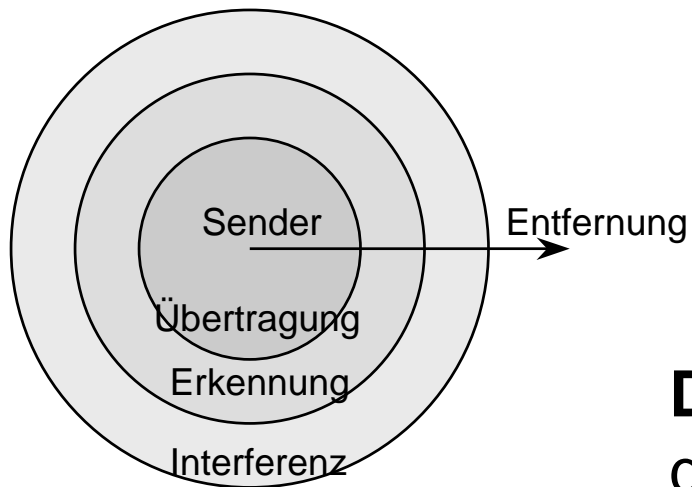
Herausforderungen

- Endsysteme klein und leicht, trotzdem robust und komfortabel
- Hohe Übertragungsraten, trotzdem wenig elektromag. Strahlung
- Ein- und Ausgabedevices klein, trotzdem komfortabel

Signalausbreitung

Modell: Übertragung im Vakuum

Realität: Ausbreitung nicht kugelförmig, sondern bizarre Polygone



Effekte

Dämpfung: Empfangsleistung nimmt quadratisch mit der Entfernung von Sender und Empfänger ab



Abschattung



Streuung



Reflexion



Beugung

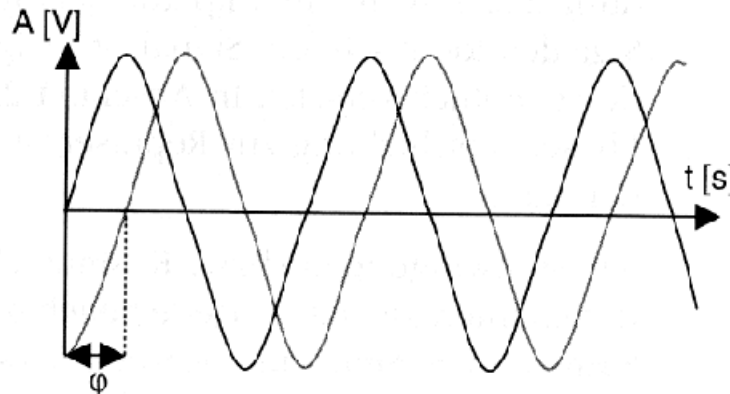
Signale

Signal = physikalische Repräsentation von Daten

Bewegung von Elektronen erzeugt elektromagnetische Wellen
(und umgekehrt)

=> für drahtlose Übertragung muss Signal periodisch sein

Sinusschwingung: $g(t) = A_t \sin(2\pi f_t t + \varphi_t)$



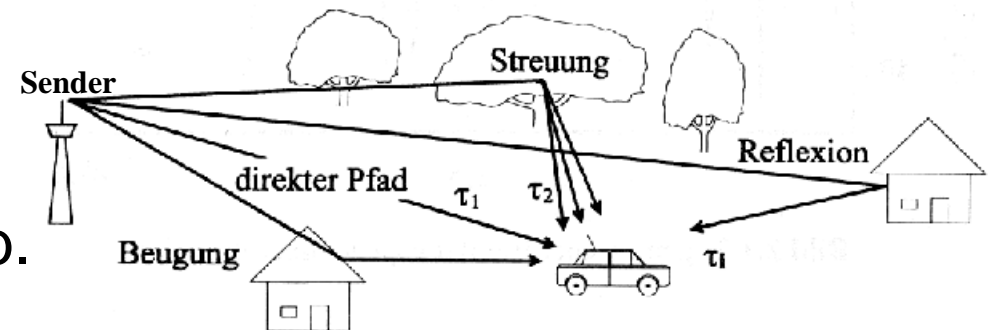
3 Parameter:

- Amplitude A_t
- Frequenz f_t
- Phase φ_t

Störungen

- **Fast Fading** = konstruktive oder destruktive Überlagerung von Wellen durch Mehrwegeausbreitung

- **Delay Spread** = mehrfaches, verzögertes Eintreffen eines Signals durch Mehrwegeausb.



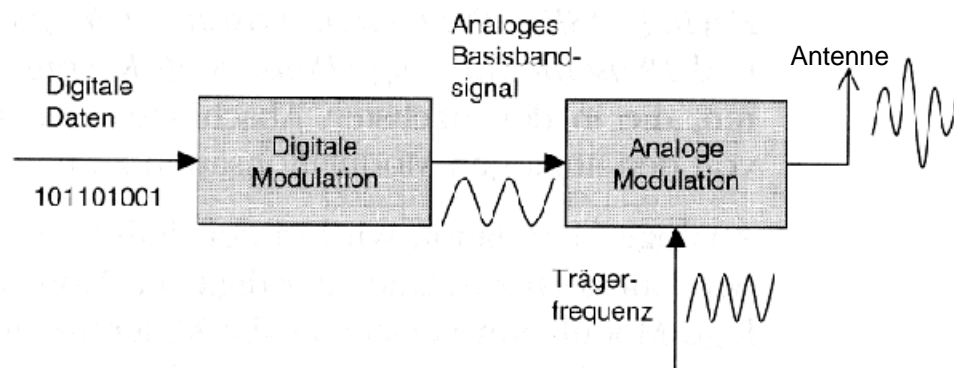
Quelle: David / Benker, Digitale Mobilfunksysteme, 1996

- **Doppler-Effekt** = Frequenzverschiebung durch Bewegung von Sender und/oder Empfänger
- **Slow Fading** = längerfristiger Schwund eines Signals durch den sich ändernden Abstand zwischen Sender und Empfänger

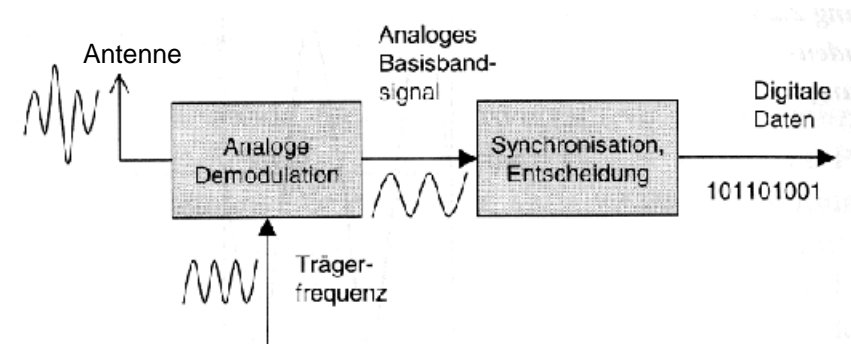
Modulationsverfahren

Modulation: Veränderung eines Trägersignals in Abhängigkeit eines Nutzsignals (veränderbare Parameter: Amplitude, Frequenz, Phase + Kombinationen)

Modulation



Demodulation



Quelle: Jochen Schiller, Mobilkommunikation, 2000

wozu digitale Modulation?

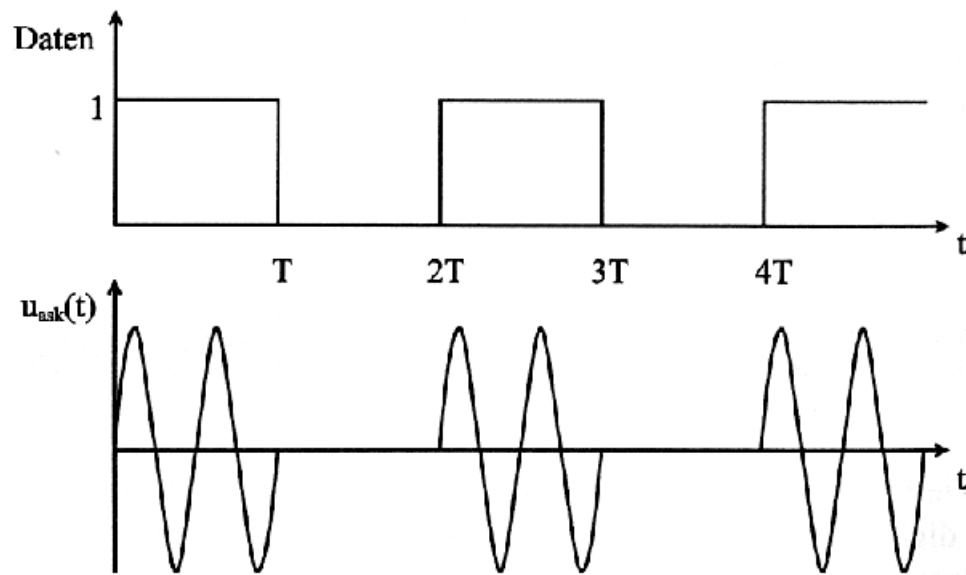
- Medium lässt nur analoge Signale zu

wozu analoge Modulation?

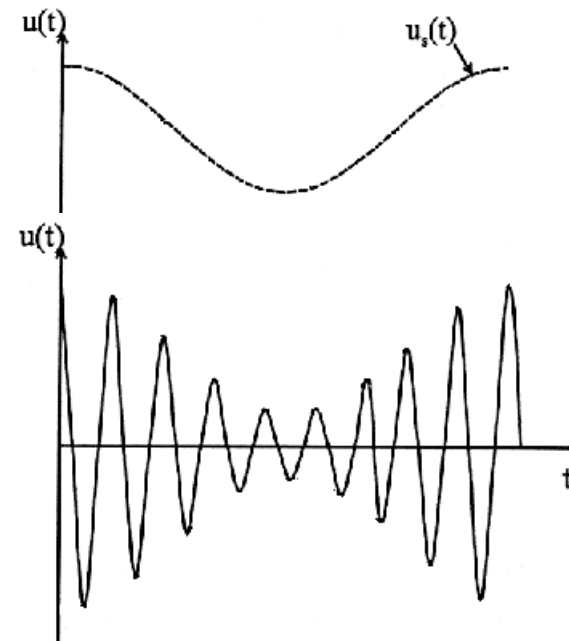
- Länge der Antenne muss ugf. Wellenlänge entsprechen
- Medieneigenschaften

Modulationsverfahren

Amplitudenmodulation



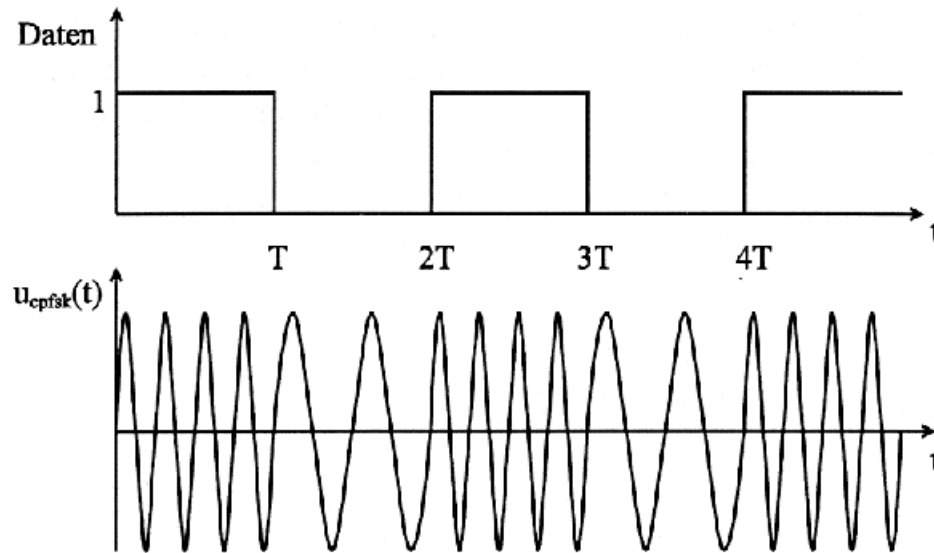
Quelle: David / Benker, Digitale Mobilfunksysteme, 1996



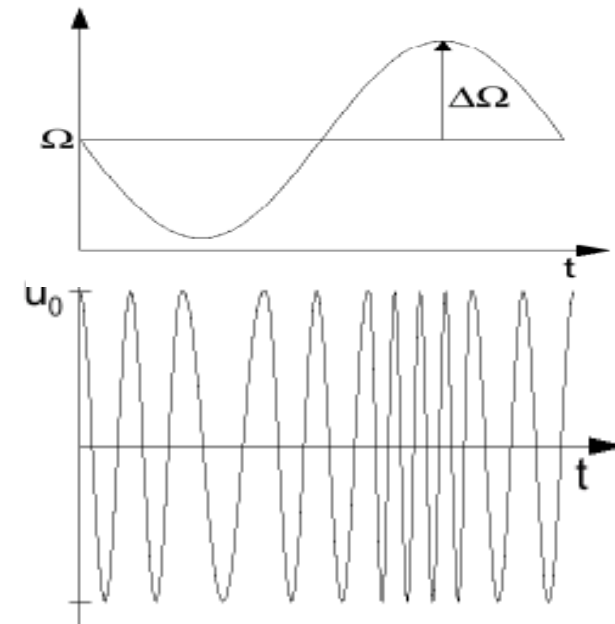
- + einfach
- + geringe Bandbreite
- störanfällig

Modulationsverfahren

Frequenzmodulation



Quelle: David / Benker, Digitale Mobilfunksysteme, 1996

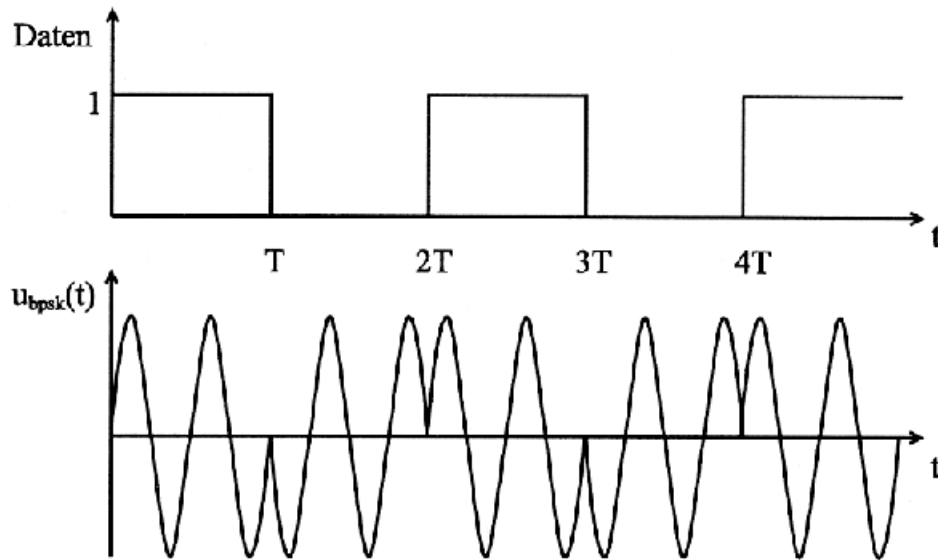


Quelle: Skript Prof. Sehmisch, FH Braunschweig

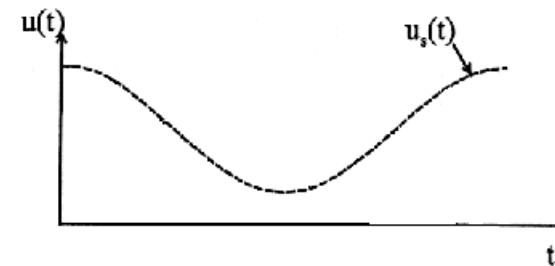
- + robust ggü. Störungen
- größere Bandbreite

Modulationsverfahren

Phasenmodulation



Quelle: David / Benker, Digitale Mobilfunksysteme, 1996

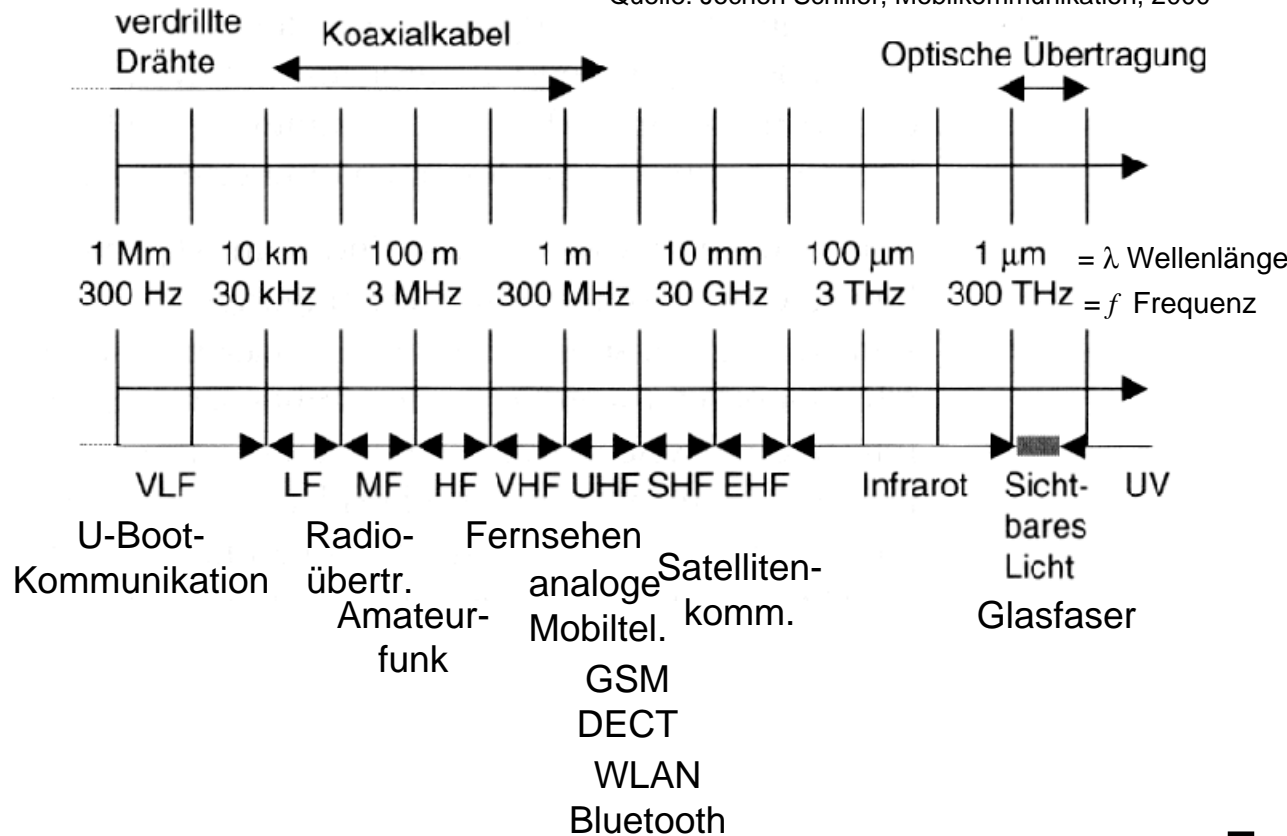


?

- + robuster gg. Störungen
- Sender und Empfänger komplexer

Frequenzspektrum

Quelle: Jochen Schiller, Mobilkommunikation, 2000



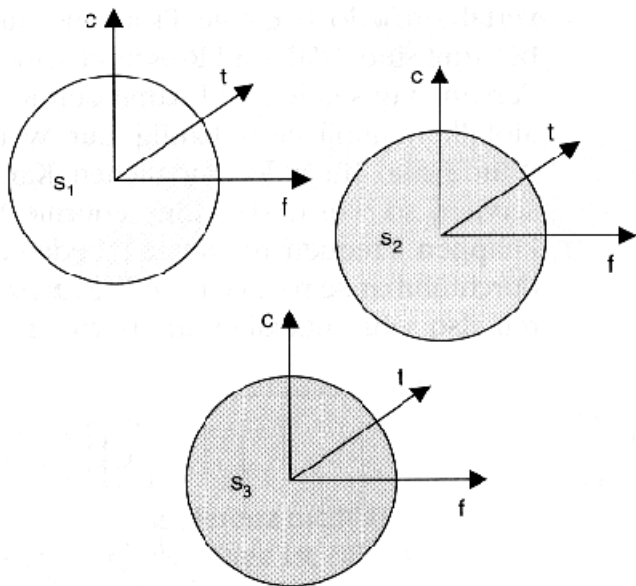
- unterschiedliche
- Wellenfortpflanzung
 - Antennenlängen
 - Sendeleistung

Frequenzbänder knapp
=> strenge Regulierung

Multiplexverfahren

Multiplex = Mehrfachnutzung eines Mediums durch verschiedene Nutzer

SDM: Space Division Multiplexing



Quelle: Jochen Schiller, Mobilkommunikation, 2000

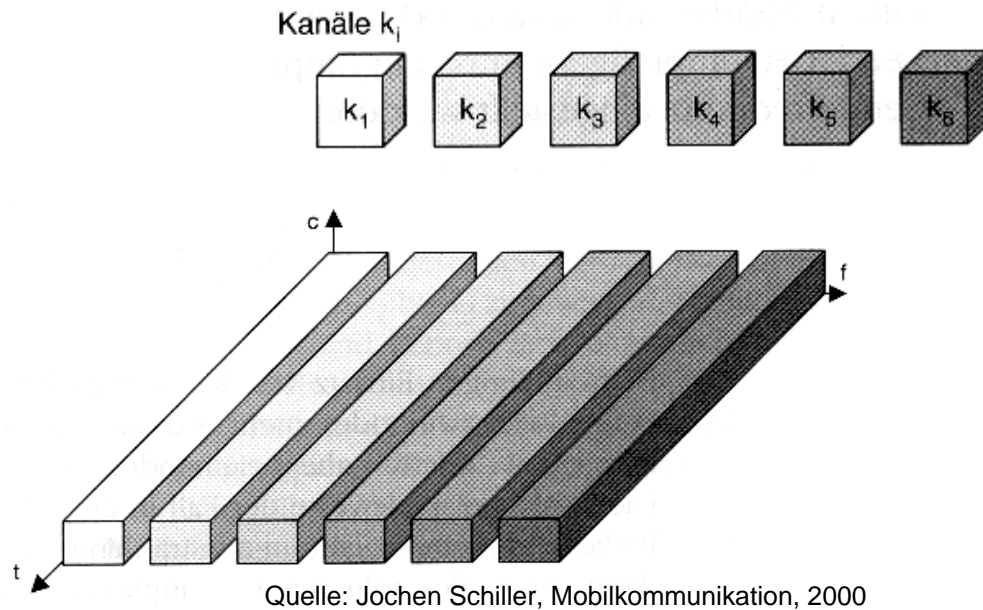
Idee: Unterteilung des Raums
in Zellen oder Segmente

+ sehr einfach

– nur in Kombination mit
weiterem Verfahren

Multiplexverfahren

FDM: Frequency Division Multiplexing

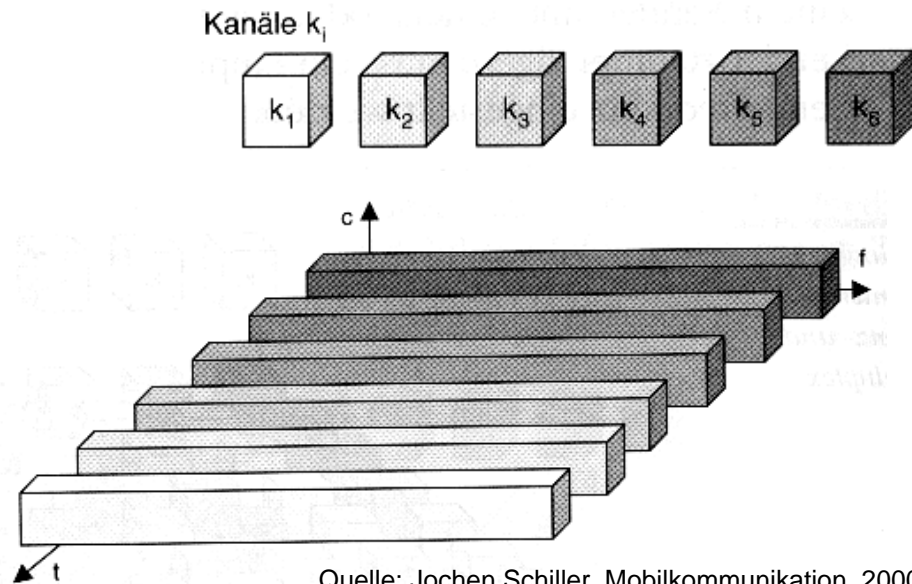


- Frequenzspektrum wird in Freq.bänder unterteilt
- Schutzabstand zur Vermeidung von Interferenzen

+ einfach, erprobt, robust
– unflexibel, Frequenzen rar

Multiplexverfahren

TDM: Time Division Multiplexing



- Zeitachse wird in sog. Timeslots unterteilt
- Schutzpausen zur Vermeidung von Interferenzen

- + erprobt, sehr flexibel
- große Schutzabstände wg. Mehrwegausbreitung
- sehr präzise Synchronisation notwendig

Multiplexverfahren

CDM: Code Division Multiplexing

Idee:

- jedes Bit wird in eine Codesequenz umgewandelt
- alle Sender senden ihren codierten Datenstrom gleichzeitig und auf derselben Frequenz => Signale überlagern sich!
- Empfänger errechnet mit Kenntnis des Codes die Daten

Anforderungen an den Code:

- gute Autokorrelation $\Leftrightarrow A_k^2 \gg 0$
- Codes orthogonal zueinander $\Leftrightarrow A_k * B_k = 0$

+ sehr flexibel, weiche Kapazitätsgrenzen

– Empfänger sehr komplex, schwierige Leistungssteuerung

Medienzugriffsverfahren

Medienzugriffsverfahren = alle notwendigen Mechanismen, um den Zugriff mehrerer Nutzer auf die Kanäle zu regeln. (“Verkehrsregeln”)

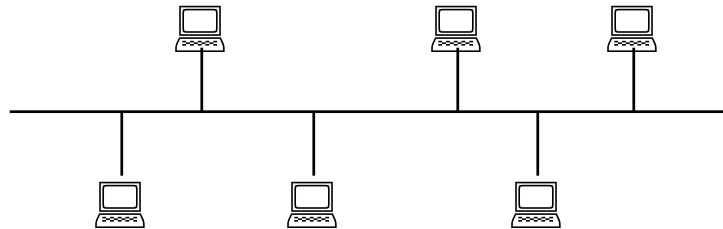
primitivstes Zugriffsverfahren: Kanäle aus Multiplex-Verfahren werden statisch zugewiesen.

Fragestellungen für mobile Kommunikation:

- welcher Kanal wird wenn welchem Endgerät zugeordnet?
- wie wird Duplexfähigkeit erreicht?
- Broadcasting auf bestimmten Kanälen?
- Sprachkanal: Fehlerkorrektur nicht so wichtig, feste Bandbreite
- Datenkanal: genaue Fehlerkorrektur, flexible Bandbreite

Medienzugriffsverfahren

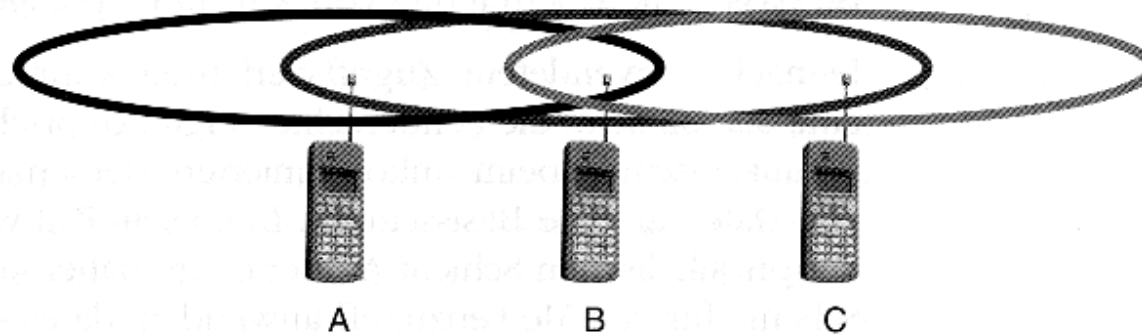
aus Ethernet: **CSMA/CD**



- abhören: Medium frei?
- ja => senden / weiter abhören
- Kollision (send≠receive) => stop send; warten; retry

Problem bei drahtloser Übertragung:

a) versteckte Endgeräte / b) ausgelieferte Endgeräte



Quelle: Jochen Schiller, Mobilkommunikation, 2000

a) A sendet zu B,
aber C erkennt nicht,
dass Medium belegt

b) B sendet zu A,
C will zu B senden,
wartet unnötig

=> CSMA/CD versagt bei drahtloser Übertragung!

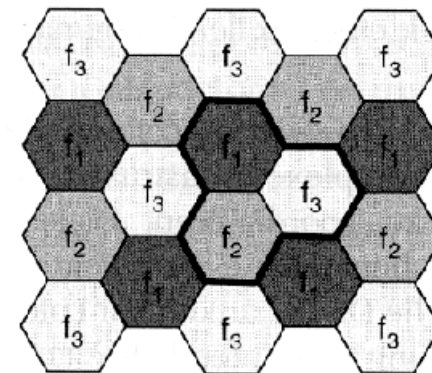
Zellen und Zellstrukturen

Zelle = räumliches (geogr.) Gebilde, in dem Endsyste^me über
mndst. einen gemeinsamen Kanal kommunizieren

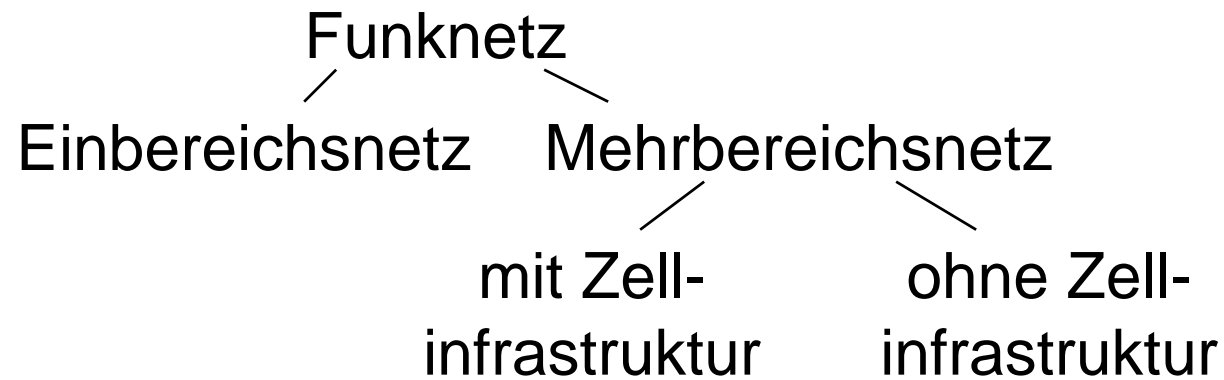
Pico-Zelle:	1 m – 100 m	(Büro, Heim)
Mikro-Zelle:	100 m – 2 km	(Innenstadt, Firmengelände)
Makro-Zelle:	2 – 40 km	(Städte)
Mega-Zelle:	40 – 200 km	(ländliche Gebiete)
Giga-Zelle:	200 – 2000 km	(Satellitenbereiche)

Zellform:

- physisches Modell: Kreis
- optimale Frequenznutzung: Sechseck
- Realität: abhängig von Bebauung, Sender, Antennen

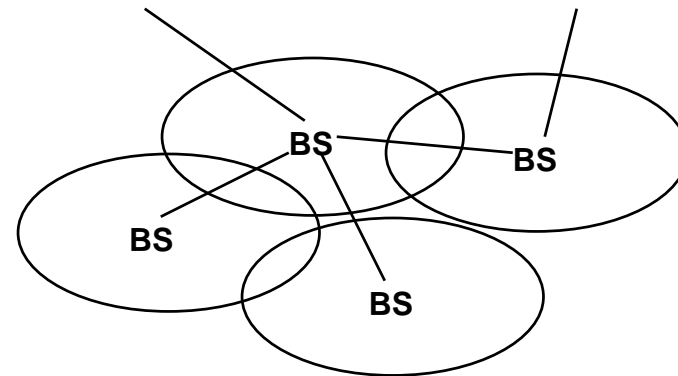


Zellen und Zellstrukturen



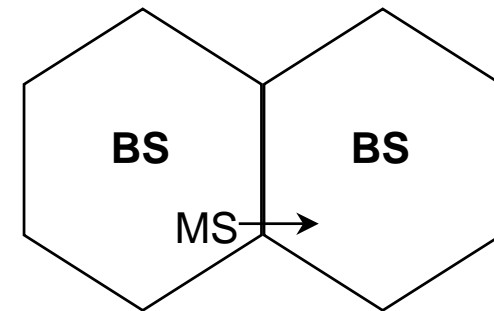
Mehrbereichsnetze (zellulare Netze)

- + höhere Gesamtkapazität
- + geringere Sendeleistung
- + nur lokale Störungen
- + Robustheit
- Handover nötig
- umfangreiche Infrastruktur => hohe Kosten
- Frequenzplanung (minimale Interferenz zw. Zellen)



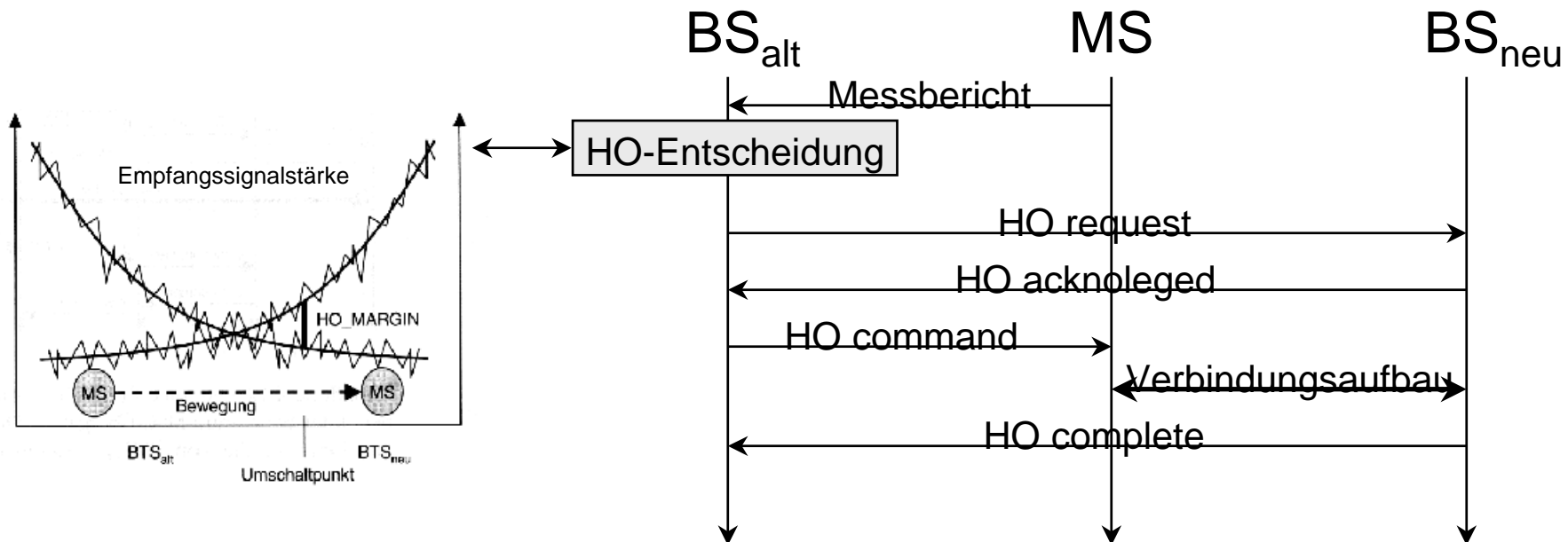
Zellen und Zellstrukturen

Handover = Übergabe einer Verbindung zwischen einer Mobilstation und einer Basisstation zu einer anderen Basisstation



Gründe

- Qualität der Funkverbindung
- Lastverteilung



Zusammenfassung

Bei der Spezifizierung eines drahtlosen Kommunikationssystems müssen folgende Entscheidungen getroffen werden:

