

Grundlagen der drahtlosen Übertragung

Informatik Seminar WS2004

Dragan Popovic wi4574

Prof.Dr.Sebastian Iwanowski

Überblick der Themen

- Kategorien der drahtlosen Kommunikation
- Problemkreise drahtloser Kommunikation
- Besonderheiten der Funkkommunikation
- Antennen
- Effekte bei der Signalausbreitung
- Mehrwegausbreitung
- Zellenbasierte Funkssysteme
- Multiplexverfahren

Geschichte der drahtlosen Übertragung

150 v.Chr.	Rauchzeichen
1794	Optischer Telegraf
1831	Michael Faraday demonstriert elektromagnetische Induktion
1886	Heinrich Hertz demonstriert die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen durch den Raum
1896	Guglielmo Marconi demonstriert den ersten drahtlosen Telegraf
1907	Kommerzieller Transatlantik-Telegraf
1915	Drahtlose Sprachübertragung Ney York – San Francisco
1926	Zugtelefon auf der Strecke Hamburg – Berlin
1928	Feldversuche mit Fernsehübertragung
1958	A-Netz in Deutschland
1972	B-Netz in Deutschland
1979	Erste Produkte mit Infrarotkommunikation
1982	Start der GSM-Spezifikation
1986	C-Netz in Deutschland
1991	DECT-Standard für Schnurlos-Telefone
1992	Einsatz von GSM, D-Netz in Deutschland
1994	- E-Netz in Deutschland - IrDA Infrarotstandard

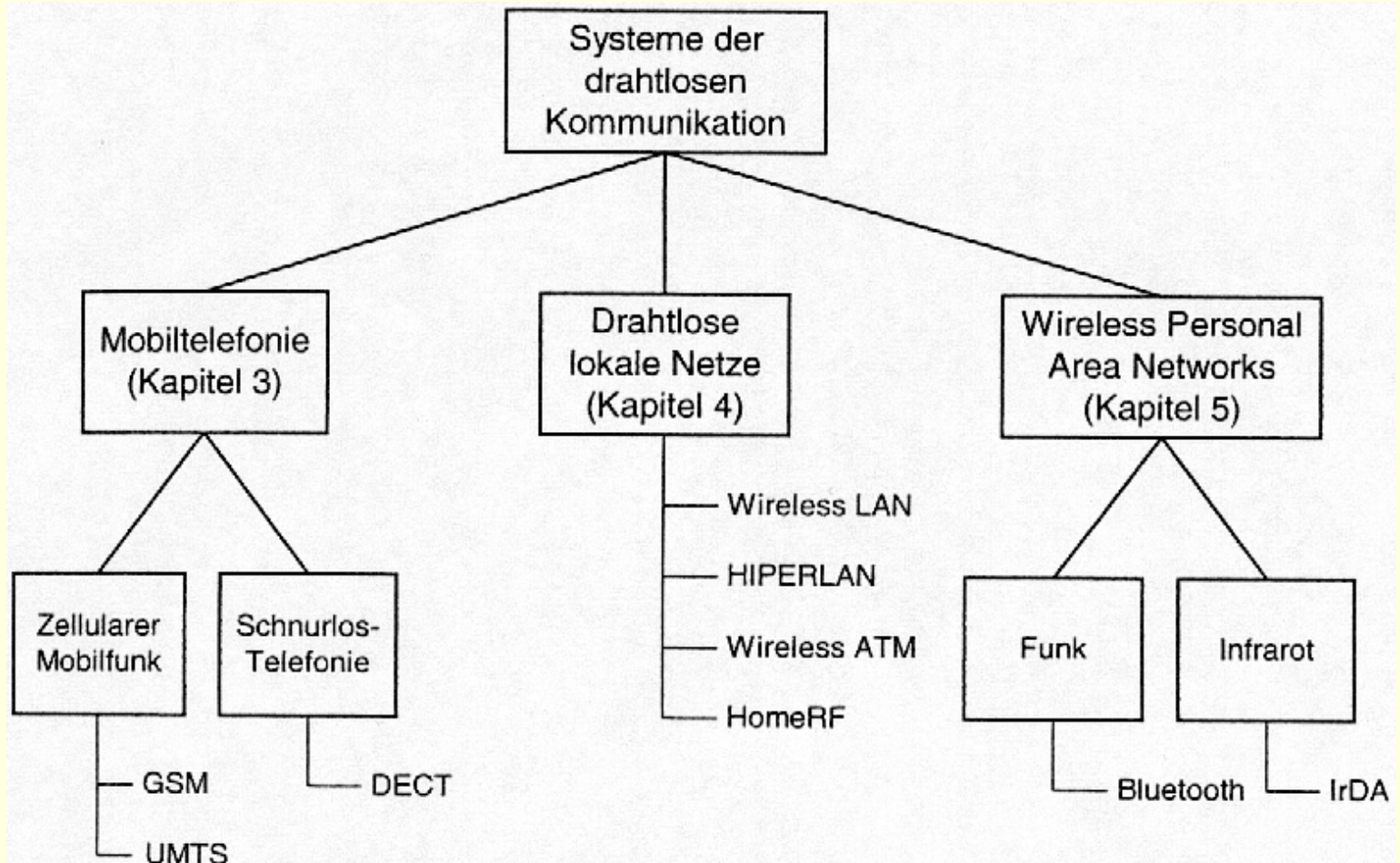
Geschichte der drahtlosen Übertragung

1995	Schnelle Infrarotübertragung FIR (bis 4 MBit/s)
1996	<ul style="list-style-type: none">- Lokales Funknetz HIPERLAN (bis 23,5 MBit/s)- Start der Spezifikation von Wireless ATM
1997	Lokales Funknetz nach IEEE 802.11 (bis 2 MBit/s)
1998	<ul style="list-style-type: none">- Spezifikation von UMTS- Drahtlose LANs nach HomeRF bis 10 MBit/s
1999	<ul style="list-style-type: none">- WLAN nach IEEE 802.11a (bis 54 MBit/s) und 802.11b (bis 11 MBit/s)- Start von WAP (Wireless Application Protocol)- Schnelle Infrarotübertragung VFIR (bis 16 MBit/s)- Bluetooth- Start von i-Mode in Japan
2000	<ul style="list-style-type: none">- Versteigerung der UMTS-Funklizenzen- GSM mit höheren Übertragungsraten (HSCSD, GPRS)- HIPERLAN/2 (bis 54 MBit/s)- Erste Bluetooth Geräte
2001	Flächendeckende Einführung von GPRS in Deutschland
2002	Start von i-Mode in Deutschland

Kategorien der drahtlosen Kommunikation

- Unterschiede technisch
- aber auch neue Anwendungen
- und neue Einsatzszenarien

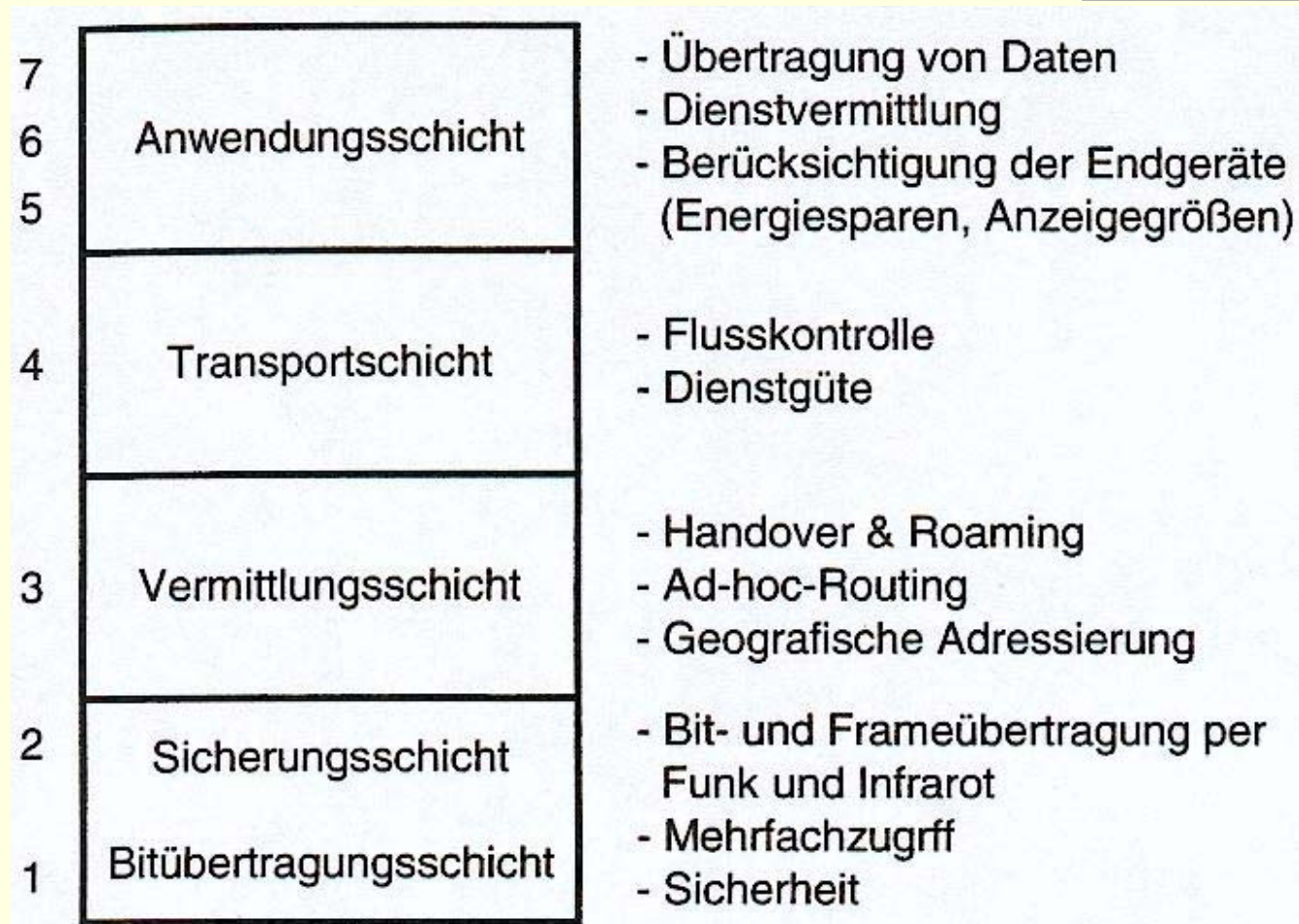
Kategorien der drahtlosen Kommunikation



Weitere Kategorien

- Satellitennetze
- Richtfunk
- Überbrückung der „letzten Meile“ – Wireless Local Loop (WLL)
- Robotik, Fahrerlose Transportsysteme
- Rundfunksysteme
- Bündel-, Betriebsfunk TETRA

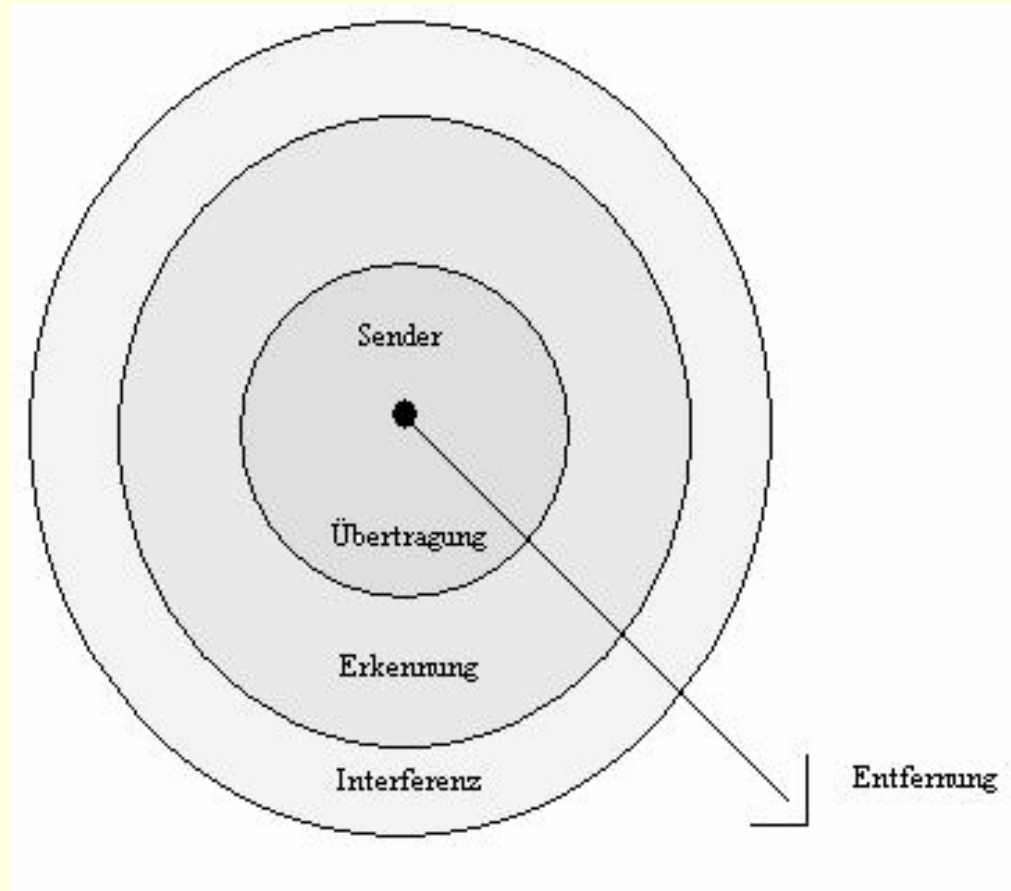
Vereinfachtes OSI-Referenzmodell



Besonderheiten der Funkkommunikation

- Störanfälligkeit
- Niedrige Datenraten
- Mithören der Kommunikation
- Hoheitliche Restriktionen
 - ERO www.ero.dk
 - USA FCC www.fcc.gov
 - Japan ARIB www.arib.or.jp

Bereiche einer Funkzelle



Bereiche einer Funkzelle

- Übertragungsbereich
 - Datenübertragung zwischen Sender und Empfänger
 - Fehlerrate sehr gering
- Erkennungsbereich
 - Daten Fehlerhaft, können nicht wiederhergestellt werden
 - Kommunikation nicht möglich

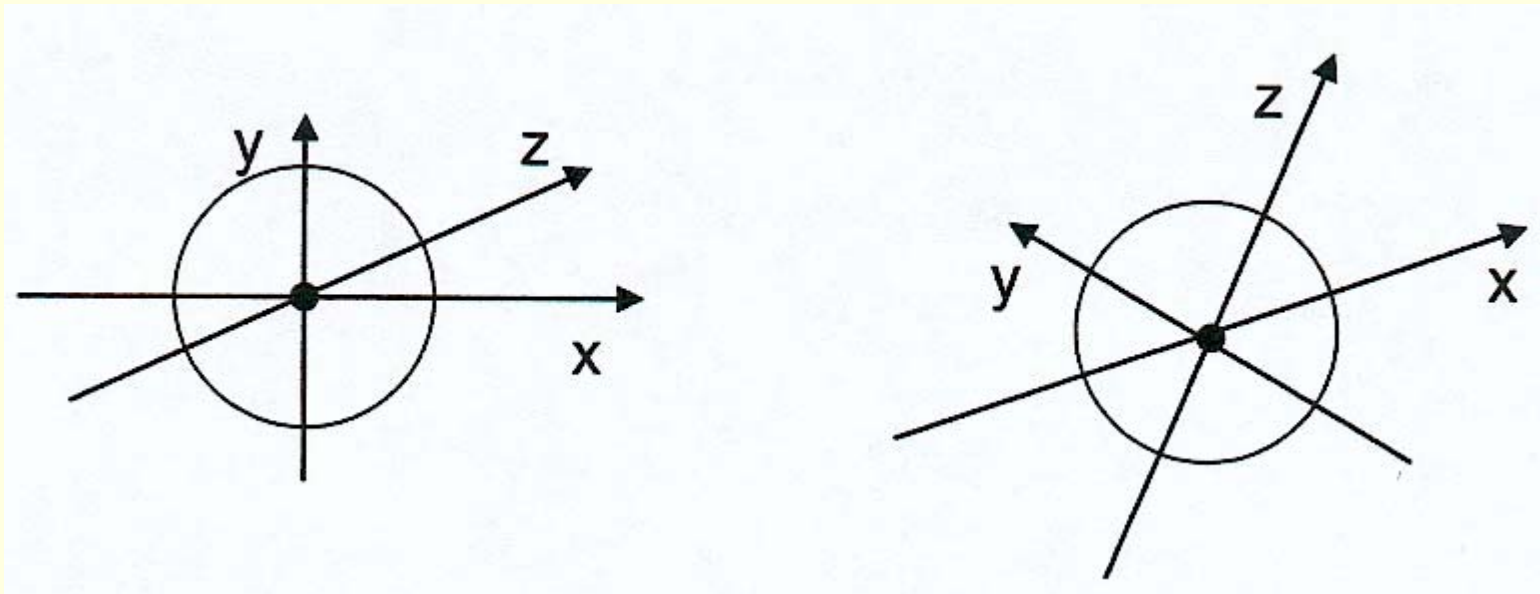
Bereiche einer Funkzelle

- Interferenzbereich
 - Signal erreicht Empfänger nicht
 - Störsignale
- Funkzelle ist in der Natur nicht Kreisförmig
- Größe und Form hängt von der Frequenz ab

Antennen

- Ermöglichen die drahtlose Kommunikation
- „idealer Punktstrahler“ als Referenz
- Einfache Antennen
- Richtfunkantennen

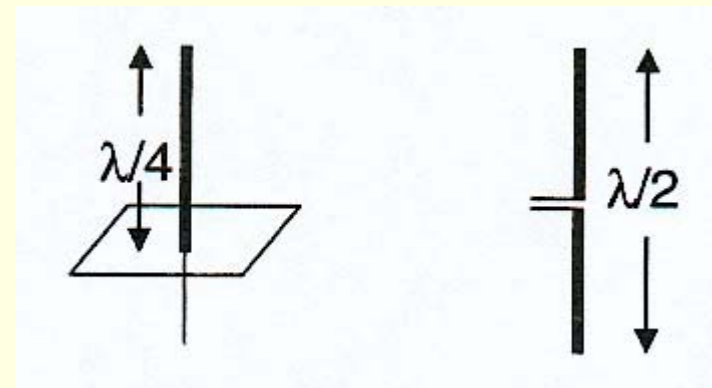
Richtdiagramm „idealer Punktstrahler“



- Isotroper Kugelstrahler
- Theoretische Antenne
- Symmetrische Abstrahlungscharakteristik

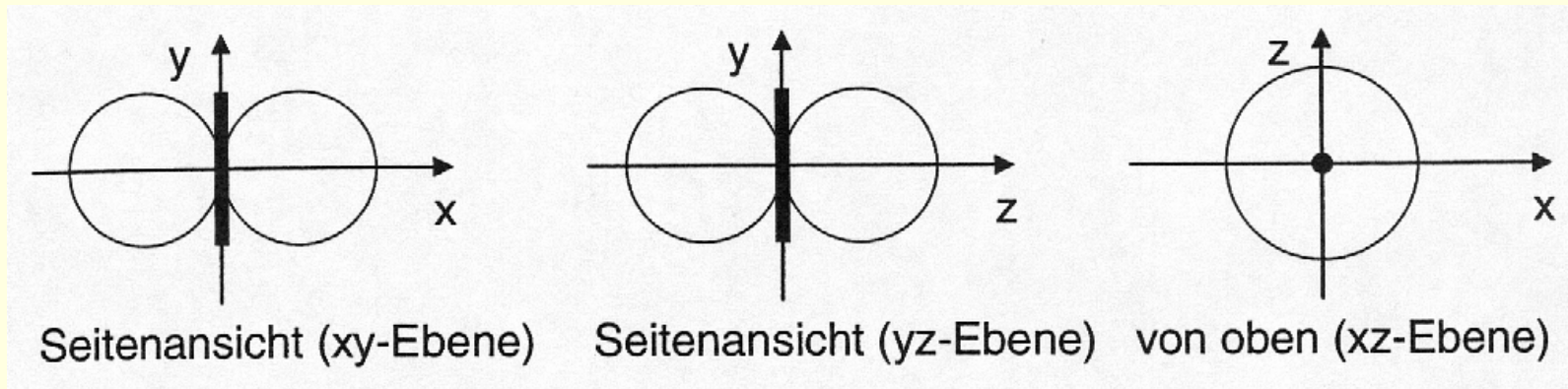
Einfache Antennen / Hertzscher Dipol

- Energiezufuhr in der Mitte
- Richtwirkung
- zwei gleichlange kolineare Leiter
- Hälfte der Wellenlänge
- Marconi-Antenne



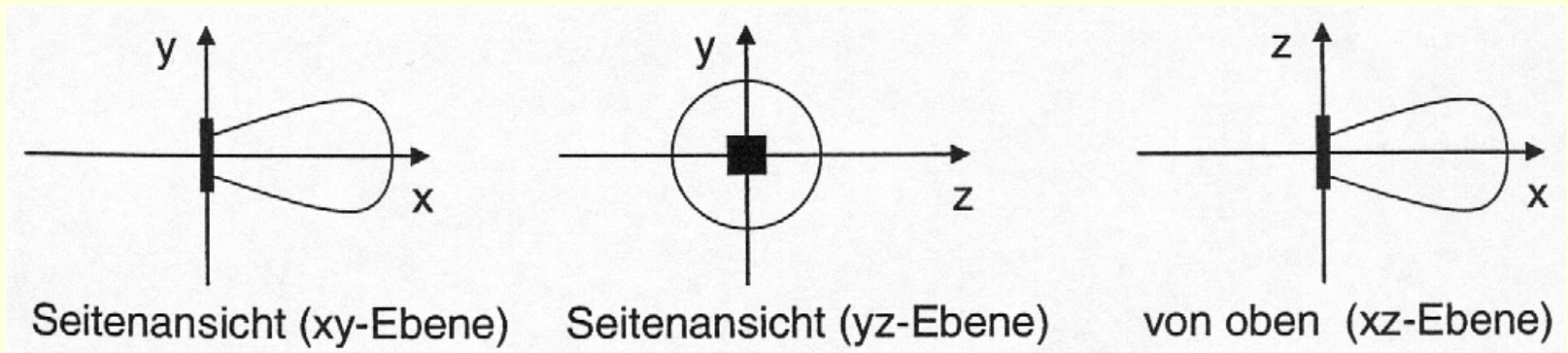
Richtdiagramm eines einfachen Dipols

- Omnidirektional
- Hohe Sendeleistung nötig
- Energieverlust



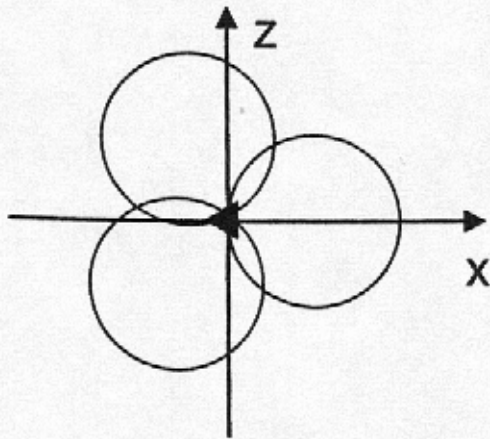
Richtdiagramm einer Antenne mit Richtcharakteristik

- Bei Tälern, Hauswänden, Straßenschluchten
- Hauptausbreitungs- und Hauptempfangsrichtung
- Satellitenantennen, Mobilfunksysteme

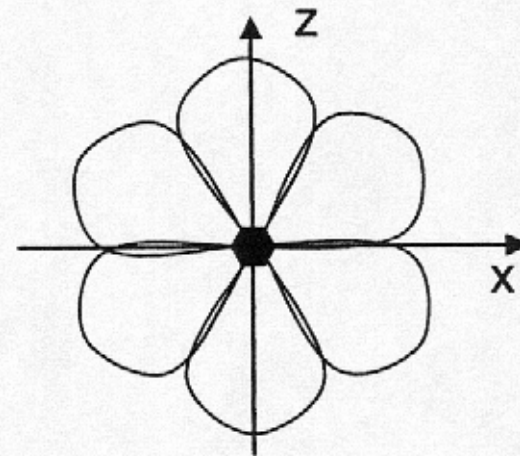


Sektorisierte Antennen

- Pro Sektor jeweils eine Antenne
- Sektoren überlappen sich für unterbrechungsfreie Funkversorgung



von oben, 3 Sektoren



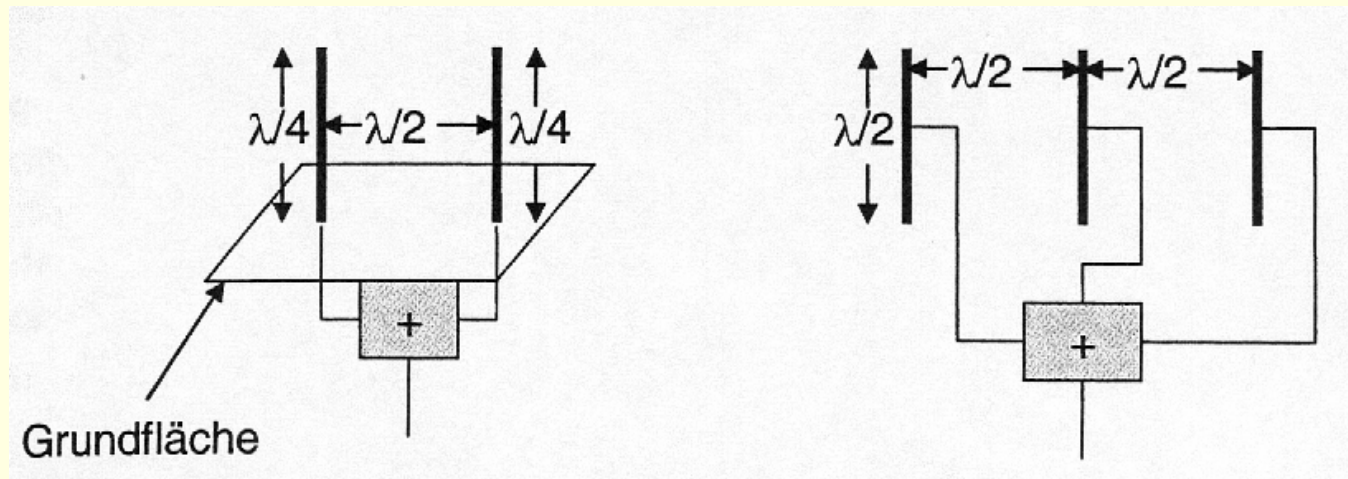
von oben, 6 Sektoren

Antennendiversität

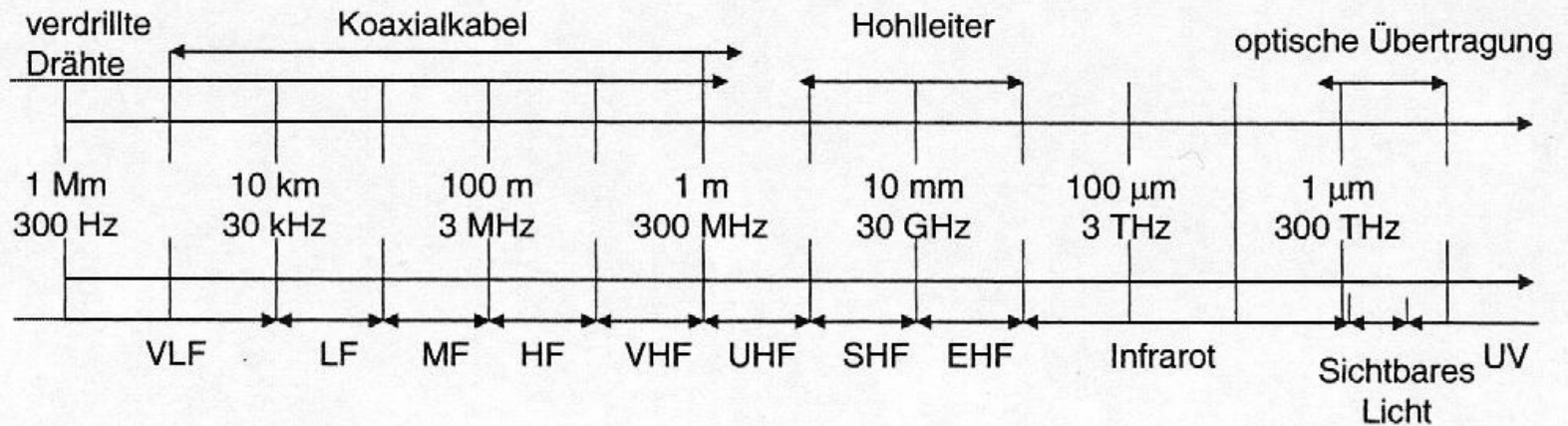
- Gruppenantennen, Mehrelementantennen, Antennenfelder
- Höhere Effektivität
- Wirken negativen Übertragungseffekten entgegen
- Empfänger kann Antenne mit stärkstem Signal wählen

Antenna array

- Ein Signalprozessor verbindet Antennen
- Algorithmen passen die Antennencharakteristik der Umgebung an
- Kann schnell auf störende Effekte reagieren
- Eine Sendekeule kann geformt werden



Übersicht Frequenzbereiche zur Datenübertragung



Frequenzbereich Radio UKW : 87,5 - 108 MHz

Frequenzbereich TV : 85-862 MHz

Frequenzbereich Mobilfunk : 890-960 / 1710-1880 MHz

Effekte bei der Signalausbreitung

- Line Of Sight – LOS
- Leistungsverlust ist Entfernungsabhängig
- Freiraumdämpfung der Erdatmosphäre
- Satellitenübertragungen, Mobilfunk
- Wasser absorbiert Energie einer Antenne
- Frequenz spielt eine große Rolle in der Natur

Ausbreitungsverfahren bei Funkwellen

- Bodenwellen $< 2\text{MHz}$
 - Folgen der Erdoberfläche
 - Für große Distanzen
 - Einsatzgebiete sind U-Boote, Lang- und Mittelwellenradios

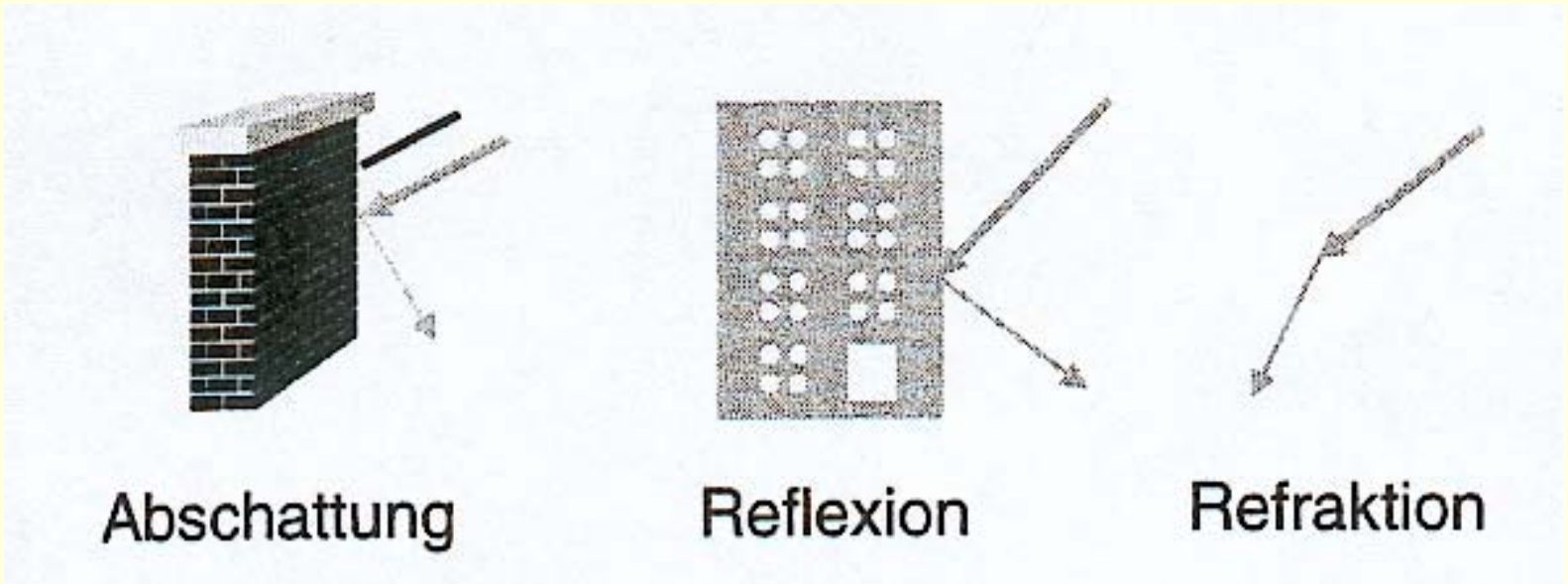
Ausbreitungsverfahren bei Funkwellen

- Raumwellen 2-30MHz
 - Werden zwischen Ionosphäre und Erdoberfläche gespiegelt
 - Können die Welt „umwandern“
 - Einsatzgebiete sind Kurzwellenradios und Amateurfunkken

Ausbreitungsverfahren bei Funkwellen

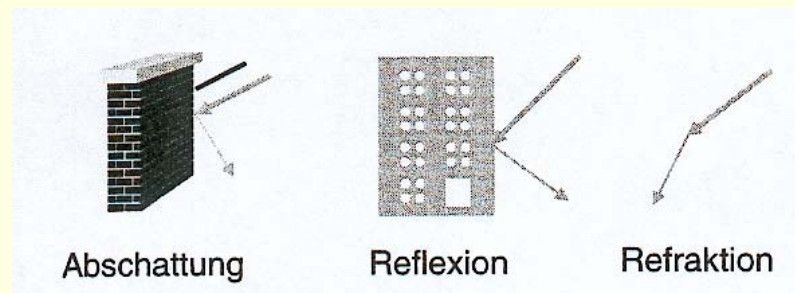
- Sichtverbindung $>30\text{MHz}$
 - Die Wellen folgen der LOS
 - Direkte Kommunikation mit Satelliten ohne Reflexion möglich
 - Wellen werden in der Atmosphäre abgelenkt
 - Einsatzgebiete sind die Mobiltelefonie, Satellitensysteme, schnurlose Telefone

Effekte bei der Signalausbreitung



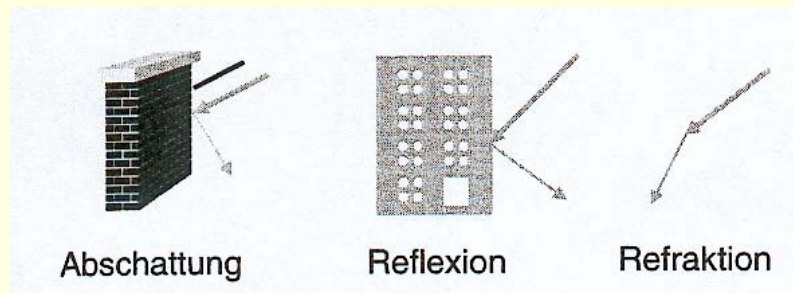
Abschattung

- Große Objekte können eine Abschattung verursachen
- Bei hohen Frequenzen auch kleinere Objekte wie Mauern, Fahrzeuge oder Bäume
- Extremste Form der Dämpfung



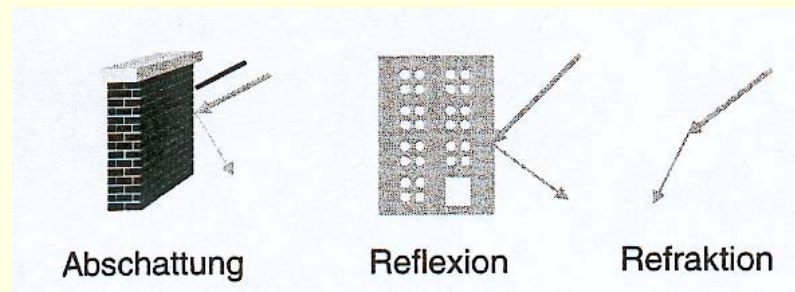
Reflexion

- Große Gebäude, Berge und die Erdoberfläche können Reflexion verursachen
- Wird beim Mobilfunk ausgenutzt
- Signal „hangelt“ sich vom Sender zum Empfänger
- Stärke des Signals nimmt bei jeder Reflektion ab.

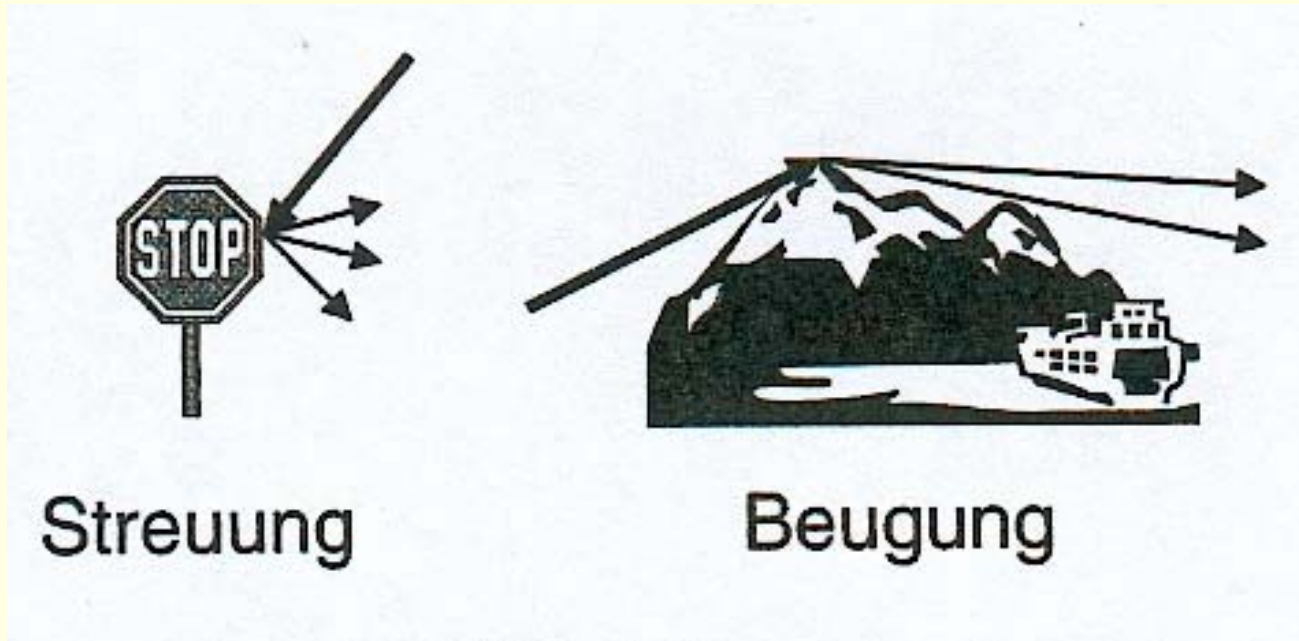


Refraktion / Brechung

- Wellengeschwindigkeit hängt von der Dichte des Übertragungsmediums ab
- Wellen werden zum dichteren Medium hin abgelenkt
- Wellen werden Richtung Boden abgelenkt

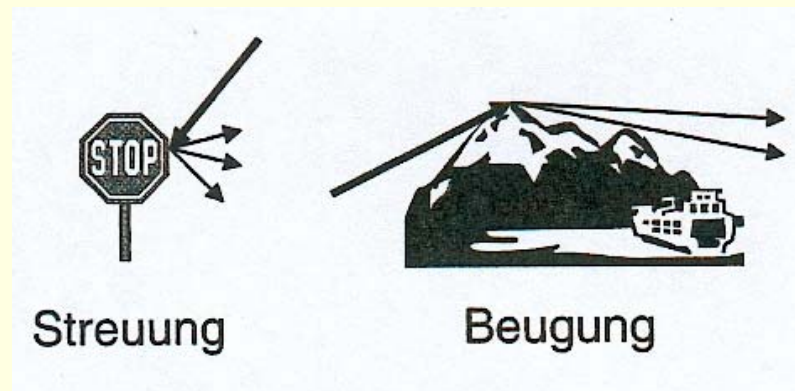


Streuung , Beugung



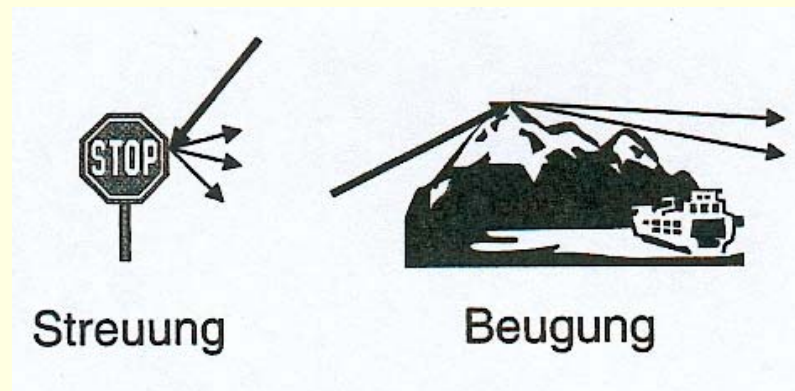
Streuung

- Wenn Objekte in etwa so groß wie Wellenlänge
- Signal wird in mehrere kleinere bzw. schwächere gespaltet
- Signale verlaufen in verschiedene Richtungen
- Wellenlänge im Mobilfunk einige 10cm



Beugung

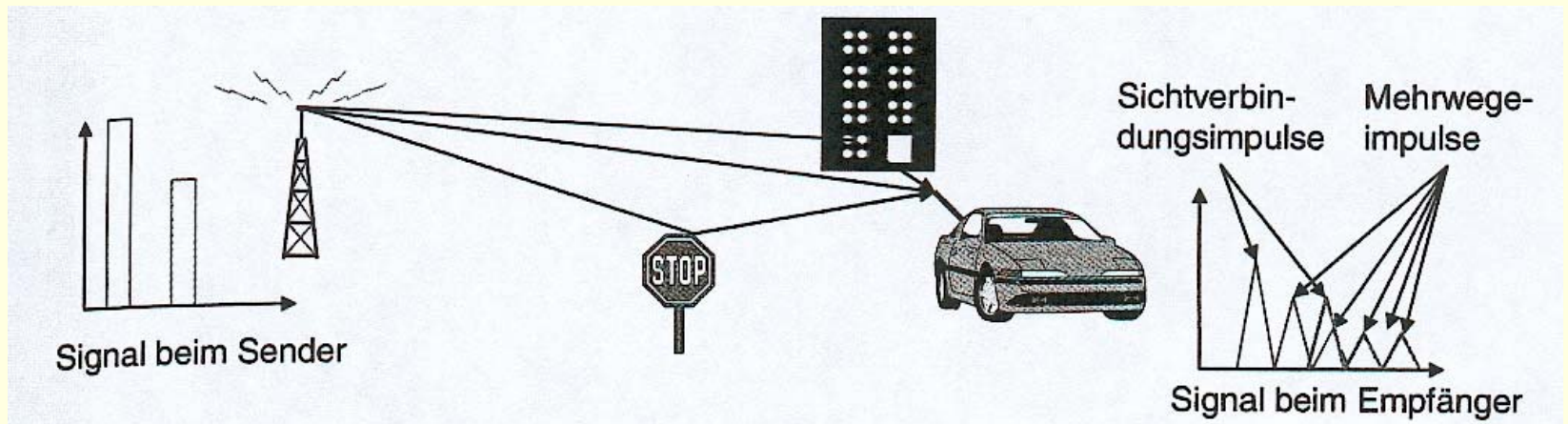
- Ermöglicht Funkkommunikation über Berge
- Radiowellen werden beim Auftreffen auf Kanten usw. von der ursprünglichen Ausbreitungsrichtung abgelenkt



Effekte bei der Signalausbreitung

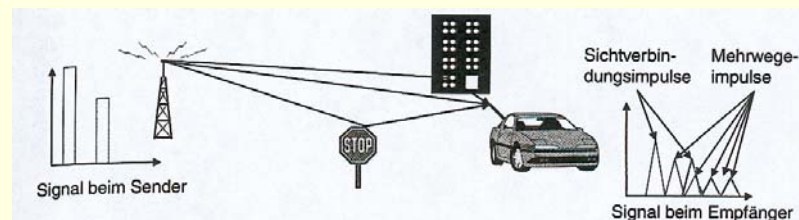
- Für eine exakte vorhersage des Signals sind aufwendige 3D- Modelle notwendig
- Geländeausschnitte werden erstellt
- Messungen werden durchgeführt
- In der Praxis machen das Mobilfunkbetreiber

Mehrwegausbreitung



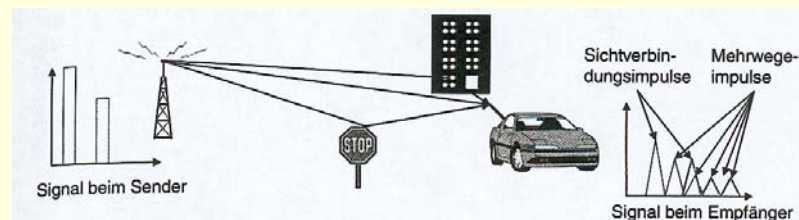
Mehrwegausbreitung

- Eins der größten Probleme
- Gleichzeitiges Eintreten mehrerer Effekte
- In der Realität unzählige viele Ausbreitungspfade
- Signale erreichen Empfänger zu unterschiedlichen Zeiten (Laufzeitdispersion – delay spread)
- Laufzeit hängt von der Anzahl der Ausbreitungspfade ab



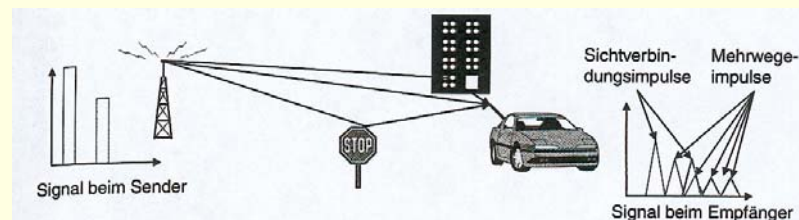
Mehrwegausbreitung

- Hat nichts mit dem Bewegen des Senders oder Empfängers zu tun
- Werte der Laufzeitdispersion in der Stadt zwischen $3\mu\text{s}$ und $12\mu\text{s}$
- GSM- Systeme können $16\mu\text{s}$ tolerieren entspricht etwa 5km Weglängendifferenz
- Auswirkung ist eine Impulsverbreiterung



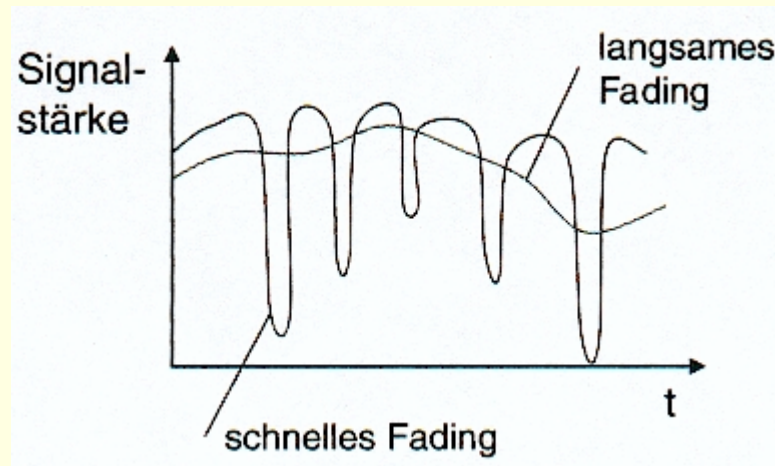
Mehrwegausbreitung

- Intersymbolinterferenz (ISI)
- ISI begrenzt die Bandbreite eines Funkkanals
- Trainingssequenzen zum Kompensieren
- Einsatz von Entzerrern / Equalizer



Mehrwegausbreitung

- Short term fading
- Long term fading



Zellenbasierte Funkssysteme

- Erhöhung der Gesamtkapazität durch Raummultiplex
- Zellengröße ist abhängig von der Umgebung
- Radius von etwa 20m bis 50km
- In der Realität kein echter Radius
- Warum werden nicht stärkere Sender eingesetzt wie z.B. im Rundfunk?

Zellenbasierte Funkssysteme : Vorteile

- Höhere Gesamtkapazität
 - Mehrfachverwendung von Frequenzen durch Raummultiplex möglich
 - Je kleiner die Zelle desto höher die Anzahl der möglichen Nutzer
- Geringere Sendeleistung
 - Schwachpunkt Akkus

Zellenbasierte Funkssysteme : Vorteile

- Nur lokale Störungen
 - Je kleiner der Zellenbereich desto weniger Störungen treten auf
- Robustheit
 - Im Falle eines Ausfalls nur diese Zelle betroffen
 - Wenn Nachbarzelle stark, eventuell ausweichen möglich

Zellenbasierte Funkssysteme: Nachteile

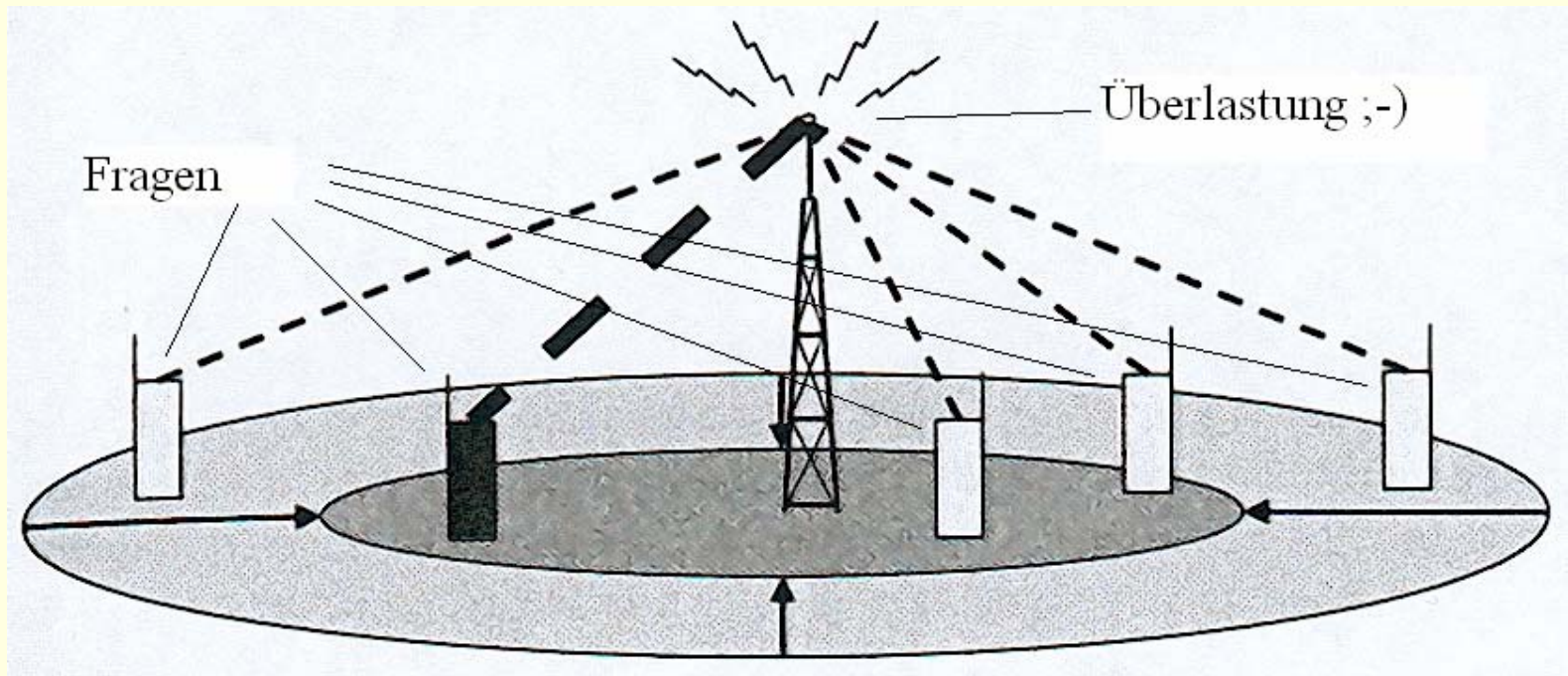
- Umfangreiche Infrastruktur
 - Komplexe Infrastruktur notwendig
 - Planung der Antennen und Zwischensysteme
 - Verwaltung der Aufenthaltsdaten, Lokalisierung
- Häufige Übergabe
 - Handover
- Frequenzplanung
 - Gleichkanalstörungen

Multiplexverfahren

- Ein Medium wird von verschiedenen Nutzern gleichzeitig genutzt
- Beispiel : Autobahn
- Raummultiplex, Zeitmultiplex, Frequenzmultiplex, Codemultiplex
- In der Praxis werden diese vier Verfahren kombiniert eingesetzt.

Fragen

- ???



Ende

- Vielen Dank!
- Auf Wiedersehen.