

Das Mobilfunknetz

Vincent Langenfeld

Institut für Informatik

4. Dezember 2007

A-Netz (1952-1977)

- Handvermittlung
- 'Öffentlicher beweglicher Landfunk' (ÖbL)
- Telefon ca. 1/2 Kofferraum gross
- max 11.000 Benutzer (max 17 davon am Telefonieren)

A-Netz (1952-1977)

- Handvermittlung
- 'Öffentlicher beweglicher Landfunk' (ÖbL)
- Telefon ca. 1/2 Kofferraum gross
- max 11.000 Benutzer (max 17 davon am Telefonieren)

B-Netz (1972-1994)

- schon automatisch
- Vorwahl für Bereiche in dem sich 'Handy' befindet (ca.27km Durchmesser)
- max 27.000 Benutzer

Struktur des Mobilfunknetzes

Eine möglichst einfache geometrische Struktur ist gesucht:

- Einfach aufzubauen
- Einfach zu verwalten
- Vorgesehen: Zellen mit einer Reichweite von 1-20km

Struktur des Mobilfunknetzes

Eine möglichst einfache geometrische Struktur ist gesucht:

- Einfach aufzubauen
- Einfach zu verwalten
- Vorgesehen: Zellen mit einer Reichweite von 1-20km

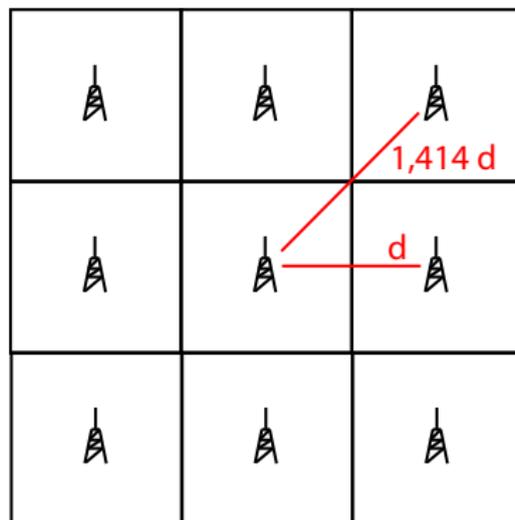


Abbildung: Einfachste Idee: Quadrate

Struktur des Mobilfunknetzes (2)

Eine möglichst einfache geometrische Struktur ist gesucht:

- Der Senderadius der Zellen überlappt sich weit!
- Verschiedene Abstände zwischen einzelnen Zellen

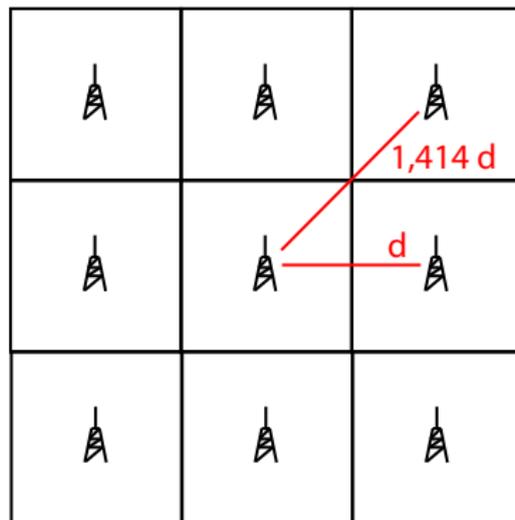


Abbildung: Einfachste Idee: Quadrate

Struktur des Mobilfunknetzes (3)

- Struktur bedeutend näher an der Physik (Funkausbreitung)
- Einfach zu verwalten da Abstand zwischen Basisstationen immer gleich
- Tatsächlich auch im heutigen Mobilfunk genutzt Struktur

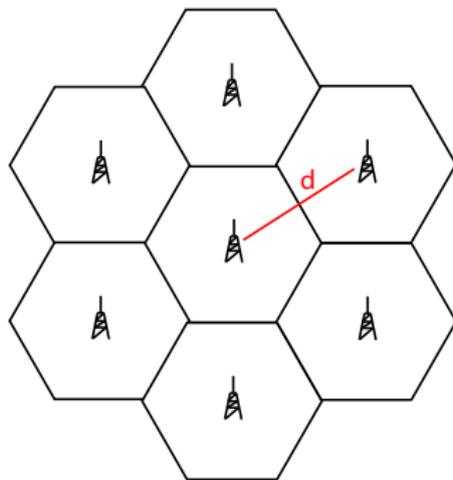


Abbildung: Besser: Wabenstruktur

Die zur Verfügung stehenden Frequenzen sind knapp (in Zeiten in denen jeder Bundesbürger ein Handy hat).

Idee:

Frequenzen wiederverwerten

Die zur Verfügung stehenden Frequenzen sind knapp (in Zeiten in denen jeder Bundesbürger ein Handy hat).

Idee:

Frequenzen wiederverwerten

Gegenseitige Störungen

Die zur Verfügung stehenden Frequenzen sind knapp (in Zeiten in denen jeder Bundesbürger ein Handy hat).

Idee:

Frequenzen wiederverwerten

Gegenseitige Störungen

Suchen einer Struktur in der möglichst viele Zellen die Gleichen Frequenzen führen können, ohne sich gegenseitig damit zu stören.

Idee:

Gruppen von Zellen mit untereinander verschiedenen Frequenzen.
Mögliche gruppengrößen: 1,3,4,7,9,12,13,16...

Frequenzwiederverwertung (2)

Ab einer Gruppengröße von 7 Zellen ist Frequenzwiederverwertung möglich

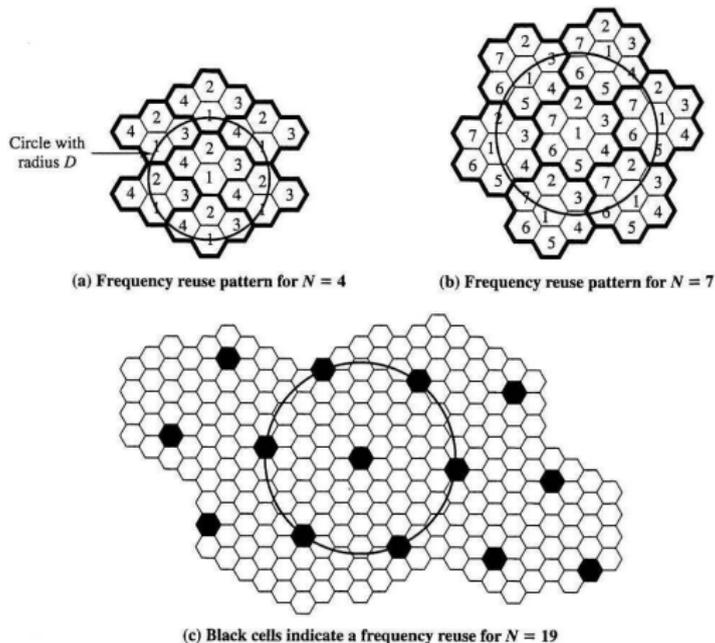


Figure 14.2 Frequency Reuse Patterns

- Beim Installieren einer BS werden meist nicht alle Kanäle freigeschaltet. So kann man später durch einfaches **Freischalten** auf Engpässe reagieren.
- **Ausleihen von Frequenzen (Frequenz borrowing)** heisst, dass sich eine Zelle die gerade eine hohe Last bewältigen muss, sich Frequenzen bei den anliegenden Zellen ausleiht
- **Cell splitting** In topografisch schwierig zu handhabenden Gebieten kann es sinnvoll sein die Zellen in kleinere zu unterteilen
 - Kann wiederum gesplittet werden
 - Minimale Grösse von 1,5 km (da sonst Handoffs zu häufig werden)

- Beim **Cell sectoring** wird die Zelle in 3-6 keilförmige Sektoren aufgeteilt. Jeder Sektor bekommt seine eigenen Frequenzen aus den für die Basisstation verfügbaren zugewiesen. Richtantenne an der Basisstation kümmern sich dann um jeden Sektor.
- In grossen öffentlichen Gebäuden, auf Plätzen und auch an Autobahnen werden **Mikrozellen** eingesetzt.
 - min 100m Reichweite
 - max 1km Reichweite
 - durch Nähe zwischen Sender u. Empfänger deutlich gesenkte Sendeleistung nötig (und daher geringere Strahlenbelastung)
 - höhere Datenübertragungsleistung von ca. 1Mbps

Telefonieren im Mobilfunknetz

Jede Basisstation ist mit einem MTSO (Mobile telecommunications switching office) verbunden. Das MTSO ist für alle Operationen auf dem Mobilfunknetz verantwortlich. Zudem werden hier die BS untereinander und das Festnetz verbunden.

Im Netz gibt es zwei verschiedene Arten von Kanälen: Kontrollkanäle und Datenkanäle

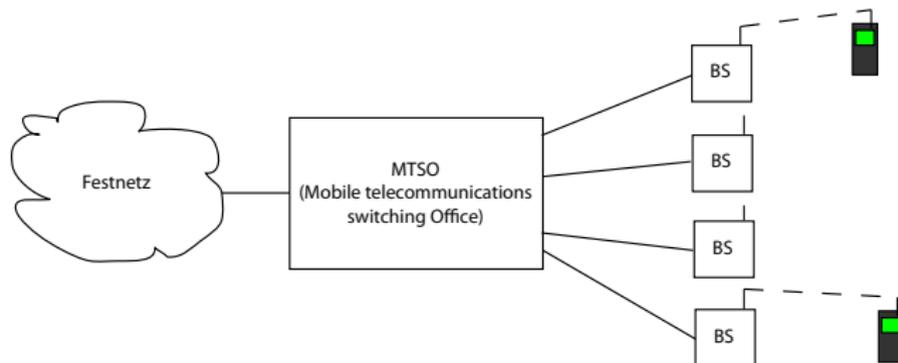


Abbildung: Das MTSO und seine Verbindungen

Wenn ein Gerät eingeschaltet wird:

- suchen des stärksten Setupkanal
- anmelden beim MTSO via Handshake
- wiederholen der Prozedur für den Fall, dass die Zelle gewechselt wird
- beobachten des Setupkanals ob Pagingnachrichten an das Gerät gesendet werden (Eine Pagingnachricht mit der eigenen Nummer würde bedeuten dass das Gerät angerufen wird.)

Wenn man einen Anruf tätigen will

- prüfen ob der Setupchannel frei ist
- wenn ja: dem MTSO wird mitgeteilt wer angerufen werden soll
- das MTSO sendet Pagingnachricht an gewünschtes mobiles gerät, oder ruft den gewünschten Gaspächspartner im Festnetz an
- Wenn gegenüber erreichbar: MTSO such freien Datenkanal und baut eine Direktverindung auf.

Funk \Rightarrow viele dinge auf die man achten muss

- Die **Signalstärke**
 - stark genug um verständlich zu bleiben
 - schwach genug um nicht zu weit über die Zelle herauszugehen
 - unterliegt starken Schwankungen (z.B.: in Heuserschluchten bewegendes Handy)
 - Einfluss von Abstand von BS und Handy
 - Rauschen ist schlecht vorhersagbar mit grossem Einfluss auf Signalqualität
- **Schwund** mögliche Singnalauslöschung oder ungewollte Verstärkung
 - Streuung
 - Reflexion
 - Beugung

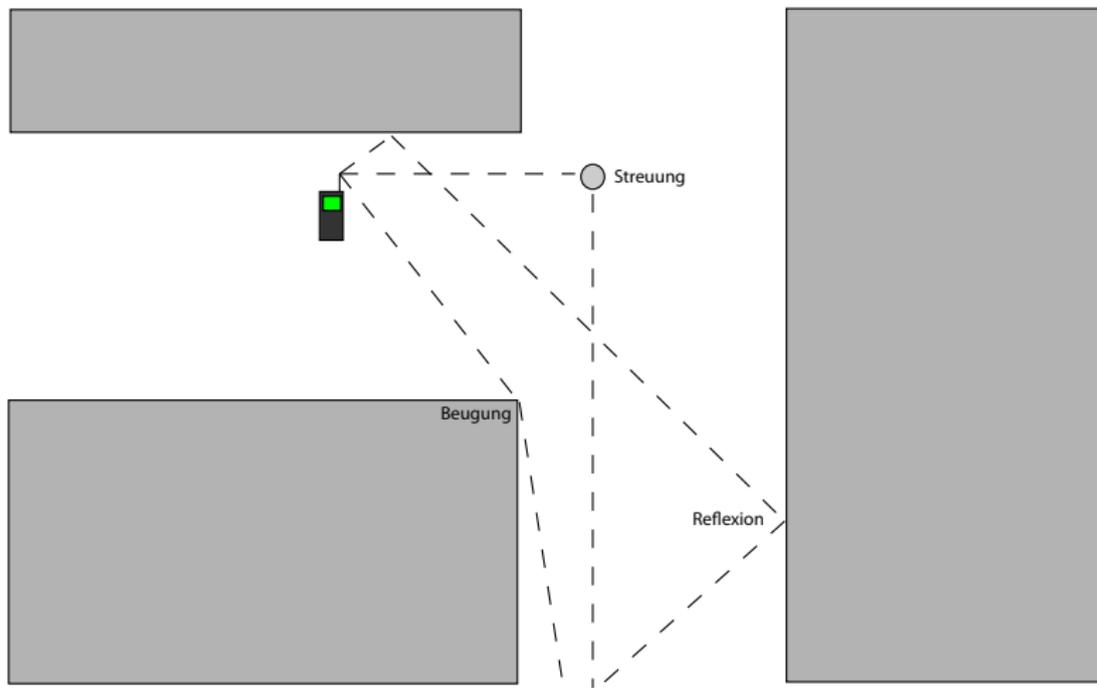


Abbildung: Schwund

Gerade in Häuserschluchten ist Schwund der einzige Grund für eine Funverbindung zur BS

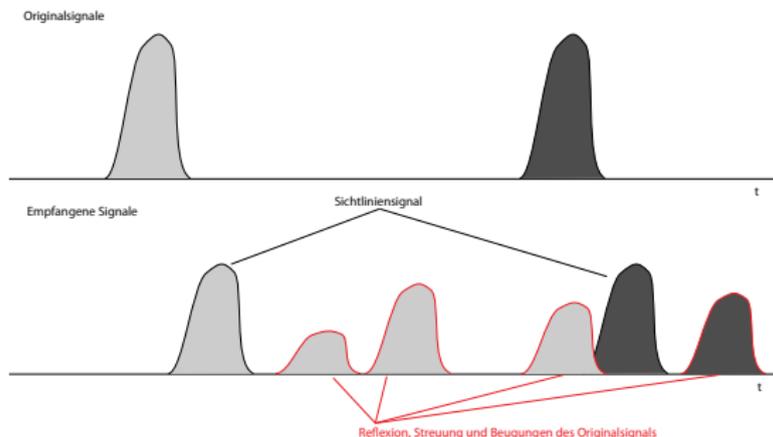


Abbildung: Ein Originalsignal und das Empfangene Signal mitsamt allen Reflexionen und Streuungen

- Zur **Vorwärtsfehlerkorrektur** je ein zu übertragendes Bit auf zwei mit den selben Informationen aufgeblasen (klingt viel, ist aber dringend nötig).
- **frequency diversity**: Um extremfälle beim Schwund zu verhindern werden die Daten Päckchenweise auf verschiedenen Frequenzen aufgeteilt

Das C-Netz (die erste Generation)

- digitaler Kontrollkanal
- analoge Datenkanäle
- leicht abhörbar
- max. 850.000 Benutzer
- 2000 abgeschaltet. Frequenzen nun benutzt für RailNet

Das D-Netz (die zweite Generation)

- digitale, verschlüsselte Datenkanäle
- wegen digital, Fehlerkorrektur einfach möglich
- TDMA oder
- CDMA
 - orthogonale Chippingcodes
 - mehrere Sender auf einer Frequenz möglich
 - Signal getarnt als Rauschen

UMTS (die dritte Generation)

- Nicht mehr nur zum Telefonieren!
- selbst sich schnell bewegenden Zielen sollte eine hohe Übertragungsrate ermöglicht werden (technisch schwierig)
- Mehrere Datenströme zu einem Gerät möglich
- WCDMA (weiterentwicklung von CDMA)

Ende