



### Thema: Grundlagen Stufe 1

#### Gliederung

1. Frequenzbereich
2. Physikalische Grundlagen
3. Besonderheiten Digitalfunk
4. Netzaufbau Digitalfunk BOS Deutschland
5. Umwelt und Gesundheit

#### Groblernziel

Der Teilnehmer soll folgendes kennen:

- die physikalisch- technischen Grundlagen des Digitalfunks
- das Prinzip der Digitalisierung von analogen Signalen
- die Merkmale des Digitalfunks

#### Feinlernziele

Der Teilnehmer muss erklären oder beschreiben können:

- den für den Digitalfunk verwendeten Frequenzbereich
- die physikalischen Ausbreitungseigenschaften der elektromagnetischen Wellen im verwendeten Frequenzbereich
- die Unterschiede vom Analogfunk zum Digitalfunk
- die Vorteile des Digitalfunks
- den Netzaufbau des Digitalfunks in Deutschland



# Staatliche Feuerwehrsulen

Geretsried, Regensburg und Würzburg



Seite 2

Lerninhalt / Lernschritte

Hinweise (Lernhilfen, Methoden u.ä.)

## Ausbildungsunterlagen

- keine

## Lernhilfen

- Folien bzw. ppt. Präsentation

## Vorbereitungen

- keine

## Auszugebende Unterlagen

- keine

## Sicherheitsmaßnahmen

- keine



### 1. Frequenzbereich

Wie beim Analogfunk erfolgt die Übertragung von Sprache und Daten mit elektromagnetischen Wellen. Die Ausbreitung der Funkwellen erfolgt wie bei Lichtwellen „quasioptisch“ (typisch für Funkwellen mit Wellenlängen kürzer als etwa 3m).

Beide Frequenzbereiche sind rein für die BOS.

Aus den Frequenzbändern im TMO 380 bis 385 und 390 bis 395 MHz sowie DMO 406 bis 410 MHz wird beim Digitalfunk dem Benutzer durch das System automatisch ein Verkehrskanal zur Verfügung gestellt.

Der Kanalabstand beträgt 25 kHz (0,025 MHz).

Deshalb „**TETRA 25**“.

Folie 3

### 2. Physikalische Grundlagen

#### Ausbreitungseigenschaften

- Die Wellenausbreitung für digitale Funkssysteme unterscheidet sich nicht von der Ausbreitung in analogen Systemen.
- Es gelten die **gleichen** physikalischen Gesetzmäßigkeiten.
- Die Wellenausbreitung erfolgt quasi nach optischen Gesetzmäßigkeiten.
- Elektromagnetische Wellen können Stoffe durchdringen.
- Elektromagnetische Wellen breiten sich geradlinig aus.
- Die Reichweite der Funkgeräte im DMO- Betrieb ist ähnlich der im 2 m Band. Die Reichweite eines digitalen Handfunkgerätes ist von der Bebauung, der Geländeform

Folie 4



und ggf. auch von der Witterung abhängig (Hindernisse, Dämpfung). Sie kann im städtischen Bereich bis zu 1,5 km betragen, während bei Tests in günstigem Gelände sogar bis zu 6 km Reichweite erreicht werden konnten.

**Die Wellen sind etwas „reflektionsfreudiger“ und dringen deshalb besser in abgeschattete Bereiche ein.**

### **Physikalische Grundlagen**

Elektromagnetische Wellen können teilweise oder vollständig reflektiert oder gebeugt werden (an Oberflächen, Kanten oder der Grenze unterschiedlich dichter Luftmassen in der Atmosphäre - typisch bei so genannten Inversionswetterlagen).

### **Schwächung**

Die Schwächung von Funkwellen, also elektromagnetischer Wellenstrahlung, erfolgt mit zunehmender Entfernung des Senders vom Empfänger und beim Durchdringen von Materialien wie z.B. Wände (in Abhängigkeit von deren Dichte und Materialstärke).

Beim Analogfunkbetrieb kündigt sich das Abreißen der Funkverbindung durch einen stetig ansteigenden Verlust der Übertragungs- und damit Empfangsqualität und Rauschen an. Beim Digitalfunkbetrieb geschieht dies ohne Vorankündigung bzw. Warnung.

Oft hilft hier eine Körperdrehung oder ein Standortwechsel zur Wiederherstellung des Funkkontaktes.

Folie 5

Folie 6



### Abstandsgesetz:

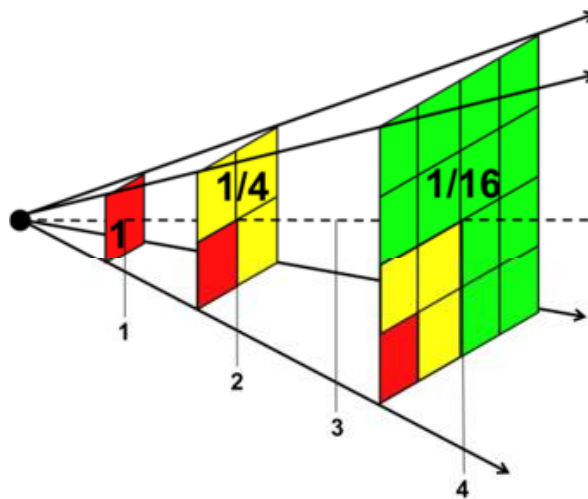
Die Intensität der Strahlung nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab.

Entfernung 1m = Intensität 1

Entfernung 2m = Intensität  $\frac{1}{4}$

Entfernung 3m = Intensität  $\frac{1}{9}$

Entfernung 4m = Intensität  $\frac{1}{16}$



### 3. Besonderheiten im Digitalfunk

- Ein gemeinsames deutschlandweites digitales Funknetz für alle beteiligten BOS (überregionale Kommunikation).
- Die Kanäle werden nur bei Bedarf belegt (sogenannter Bündelfunk). Das „Netz“ weist automatisch einen Funkkanal zu.
- Störungsfreie Kommunikation mit hoher Qualität. Die „Vocoder Funktion“ filtert u.a. starke Umgebungsgeräusche aus.
- Taktische Zusammenschlüsse von best. Einheiten in Benutzergruppen sind BOS übergreifend sowie im gesamten Netz flexibel möglich (Dynamische Gruppen).
- Abhörsichere Sprach- und Datenübertragung durch Verschlüsselung.

Folie 7 + 8



- Die Übertragung von Daten ist möglich (z.B. Einsatzdaten als Textmeldung).
- Absetzen eines Notrufes (Sprechverbindung mit Vorrang) durch drücken einer Notruf Taste evtl. mit der Übertragung von aktuellen Standortdaten.
- Schnelle Alarmierung inkl. Textmeldungen (durch die Datenübertragung).
- Neben dem Gruppengespräch ist auch eine gezielte Verbindung zwischen Funkteilnehmern möglich (Einzelruf).
- Unterscheidung zwischen Netzbetrieb (TMO) und Direktbetrieb (DMO). Ein Digitalfunkgerät kann alternativ in beiden Betriebsarten verwendet werden.
- Das Telefonieren in private oder öffentliche Telefonnetze wäre möglich, ist zur Zeit technisch nicht umgesetzt.
- Aktualisierungen und Innovationen im Digitalfunk sind in Zukunft zu erwarten.

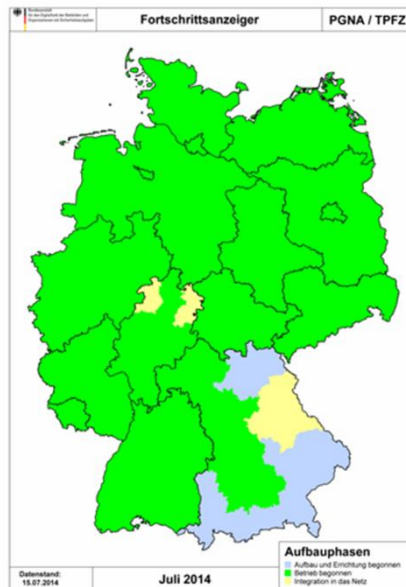
#### 4. Netzaufbau Digitalfunk BOS Deutschland

- Auf Grund des Schengener Abkommens von 1990 wurde die Errichtung eines einheitlichen Sprach- und Datenfunknetzes für die BOS beschlossen.
- EADS erhielt Ende August 2006 den Zuschlag vom BMI für die Lieferung der Systemtechnik.
- Das BOS- Digitalfunknetz ist das weltweit größte Funknetz, das auf dem TETRA 25 Standard basiert (ausgelegt auf die parallele Kommunikation von ca. 500.000 Nutzern).
- Das bundesweite Funknetz ist für die Planung und Errichtung in 45 Netzabschnitte (6 in Bayern) gegliedert worden.
- Es setzt sich im Wesentlichen zusammen aus:



- ca. 4300 Basisstationen
- Kernnetz bestehend aus 2 Netzmanagementcentern (NMC), 4 Transitvermittlungsstellen (DXTT) und ca. 62 Vermittlungsstellen (DXT).

Seit Herbst 2011 steht der Digitalfunk BOS im Raum München



formal für den operativ-taktischen Betrieb zur Verfügung.

## 5. Umwelt und Gesundheit

- Bei der Nutzung von Mobiltelefonen tritt im Kopf eine Absorption hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf, die durch die so genannte spezifische Absorptionsrate (SAR), einem Maß für den auf die Gewebemasse bezogenen Leistungsumsatz (W/kg), quantifiziert wird.
- Zur Festlegung des Grenzwertes wird in Deutschland eine Empfehlung der Strahlenschutzkommission zugrunde gelegt, die als Obergrenze einen Wert von 2 W/kg, gemittelt über jeweils 10 g, nennt.



Lerninhalt / Lernschritte

Hinweise (Lernhilfen, Methoden u.ä.)

- Die Digitalfunkgeräte unterschreiten den derzeit gültigen Grenzwert für Mobiltelefone deutlich (SAR-Wert für das Umweltzeichen "Blauer Engel,,: bis 0,6 W/kg).
- SAR Werte aktueller Handfunkgeräte (bei einer höchsten zulässigen Sendeleistung von 1 Watt):
  - Sepura STP 8000: 0,563 W/kg
  - EADS THR9: 0,672 W/kg  
(Frequenzband 380 bis 400 MHz).
- Vergleich Handy:
  - iPhone 7: 1,38 W/kg,
  - Huawei P10: 0,96 W/kg
  - Samsung S: 0,32 W/kg