

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

3.1. PHYSIKALISCH - TECHNISCHE GRUNDLAGEN

Seit Anfang der 1970er Jahre wurde der analoge Gleichwellenfunk genutzt, der nach 40 Jahren durch den Digitalfunk abgelöst wurde.

Einen Wechsel zu Digitalfunk machte der Artikel 44 des Schengener Übereinkommen vom 19.06.1990 notwendig.

Außerdem bietet der Digitalfunk eine Reihe von Vorteilen. So ist neben einer deutlich verbesserten Übertragungsqualität der Digitalfunk auch abhörsicher durch die Verschlüsselung. Durch eine flexible Frequenzuteilung und einer großen Sprach- bzw. Daten- Kompression gewährt der Digitalfunk eine deutlich verbesserte Netzökonomie. Der zelluläre Netzaufbau ermöglicht die Bildung großer Teilnehmerkreise mit hoher Reichweite.

Der Digitalfunk bietet eine Reihe von Vorteilen:

- *Der Digitalfunk bietet eine Reihe von Vorteilen:*
- *Eine deutlich verbesserte Übertragungsqualität*
- *Abhörsicher*
- *große Teilnehmerkreise, auch über große Reichweiten*
- *flexible Frequenzuteilung*
- *große Sprach- und Datenkompression*
- *verbesserte Netzökonomie*

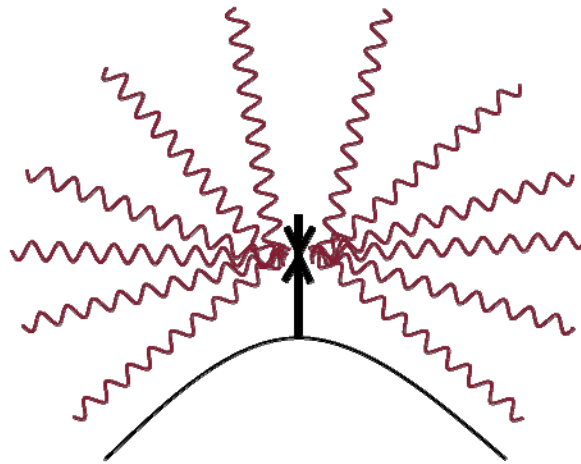
3.1 Funktionsweise

In der modernen Nachrichtentechnik werden Informationen schnurlos übertragen. Während bei Kabelverbindungen Informationen durch Elektronenbewegung in einem elektrischen Leiter übertragen werden, packt die Funkverbindung den Informationsgehalt in elektrische Energie und strahlt diese am Sender über eine Antenne ab.

Durch Wechselwirkung zwischen elektrischen und magnetischen Feldern können sich die elektromagnetischen Wellen gradlinig frei im Raum in allen Richtungen ausbreiten. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt aufgerundet 300.000 Kilometer pro Sekunde = Lichtgeschwindigkeit.

Im Vergleich dazu beträgt die Schallgeschwindigkeit 300 Meter pro Sekunde.

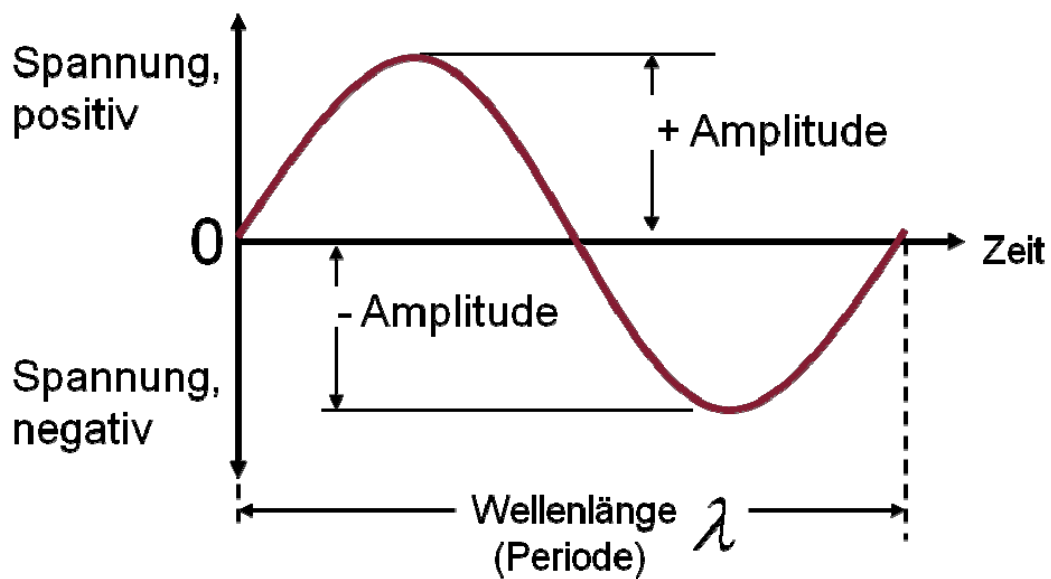
Aufbau Elektromagnetischer Wellen



Drahtlose Übermittlung von Informationen mit Hilfe von elektromagnetischer Wellen

Die verschiedenen elektromagnetischen Wellen unterscheiden sich durch die:

- - Anzahl der Schwingungen pro Sekunde (Frequenz)
- - Länge einer Schwingung (Wellenlänge)
- - Höhe der Wellenberge und Täler (Amplitude, Spannung)



Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde bezeichnet man als Frequenz (f). Nach Heinrich Hertz wird die Frequenz in Hertz (Hz) gemessen. Ein Hertz entspricht einer Schwingung pro Sekunde (1/s).

Die Länge einer kompletten Schwingung, also einer positiven Halbwelle (Wellenberg) und einer **negativen Halbwelle (Wellental)** bezeichnet man als **Wellenlänge (Lambda λ)**. Die Wellenlänge wird mit Längenmaßen angegeben (km, m, dm, cm, mm, nm).

Wellenlänge und Frequenz stehen in direktem Zusammenhang. Je länger eine Welle ist, desto niedriger ist ihre Frequenz und je kürzer eine Welle ist, desto höher ist ihre Frequenz.

$$\text{Frequenz (f)} = \frac{\text{Ausbreitungsgeschwindigkeit (c)}}{\text{Wellenlänge (\lambda)}}$$

Als Amplitude bezeichnet man den Abstand zwischen der Nulllinie und dem positiven oder negativen Höchstwert. Während im analogen Gleichwellenfunk die Amplitude ein wesentlicher Bestandteil war, spielt sie im Digitalfunk eine untergeordnete Rolle. Die Amplitude wird durch Überlagerung von Rauschsignalen stark beeinflusst, während die Frequenz durch das Rauschen kaum beeinflusst wird. Diese Tatsache hat nicht zuletzt die Amplitudenmodulation gänzlich zugunsten der Frequenzmodulation verdrängt.

Wellenlängen und Frequenzen

Funkwellen werden als Teil des elektromagnetischen Spektrums weiter unterteilt in Wellenbereiche.

Vom Radio kennen wir die Begriffe:

- *Langwelle* (30 kHz bis 300 kHz)
- *Mittelwelle* (300 kHz bis 3 MHz)
- *Kurzwelle* (3 MHz bis 30 MHz)
- *Ultrakurzwelle* (300 MHz bis 3 GHz)
-
-

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Hundertkilohertz-band	Megahertz-band	Zehnmegahertz-band	Hundertmegahertz-band	Gigahertz-band	Zehngigahertz-band	
Frequenz 100 kHz	1 MHz	10 MHz	100 MHz	1 GHz	10 GHz	
10 km	1 km	100 m	10 m	1 m	1 dm	1 cm
Wellenlänge						
Kilometerwellen (Langwellen)	Hektometerwellen (Mittelwellen)	Dekameterwellen (Kurzwellen)	Meterwellen (Ultrakurzwellen)	Dezimeterwellen	Zentimeterwellen	
Rundfunk Funktelegrafie Funkfernsprechen	Rundfunk Schiffsfunk	Rundfunk Amateurfunk Küstenfunk Flugfunk	Rundfunk Fernsehen Flugnavigation Richtfunk	Fernsehen Mobiltelefon Schnurlostelefon Digitalfunk GPS	Radar Navigation	

Der digitale BOS-Funk liegt im Gigahertz-Frequenzbereich von 380 MHz bis 430 MHz und einer entsprechender Wellenlänge von 70 cm. Die Funkwellen im BOS-Bereich breiten sich senkrecht zum Horizont aus.

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

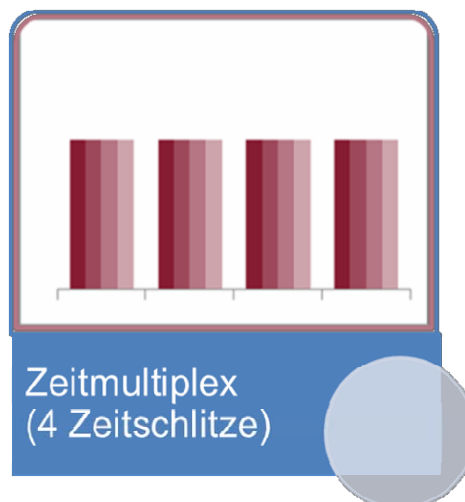
3. Physikalisch - technische Grundlagen

Frequenzmultiplex und Zeitmultiplex

Um eine möglichst hohe Netzökonomie sicherzustellen, wird im Digitalfunk die Bündelfunktechnik verwendet. Hauptmerkmal des Bündelfunks ist, dass nicht jede Anwendergruppe einen eigenen festen Frequenzbereich nutzt, sondern dass einem Teilnehmer bei Bedarf eine freie Frequenz zugeteilt wird. Diese Frequenz wird ihm nach Nutzung sofort wieder entzogen. Es besteht eine logische Zuordnung zu einer Gesprächsgruppe, die nicht über eine Frequenz definiert ist. Die Frequenzen, welche vom Bündelfunksystem genutzt werden, haben einen Abstand von 25 kHz.



Durch eine hohe Datenkompression kann die Sprache auf ein Viertel komprimiert werden. Dies ermöglicht noch effizienter zu arbeiten. So wird jede Frequenz in 4 Zeitschlitze aufgeteilt.



Das Funksystem sucht sich automatisch bei einem eingehenden Gesprächswunsch eine freie Frequenz und einen freien Zeitschlitz aus. Diese Frequenz und der Zeitschlitz werden aber nur für die Dauer des Gespräches bereitgestellt und danach direkt wieder dem Teilnehmer entzogen.

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

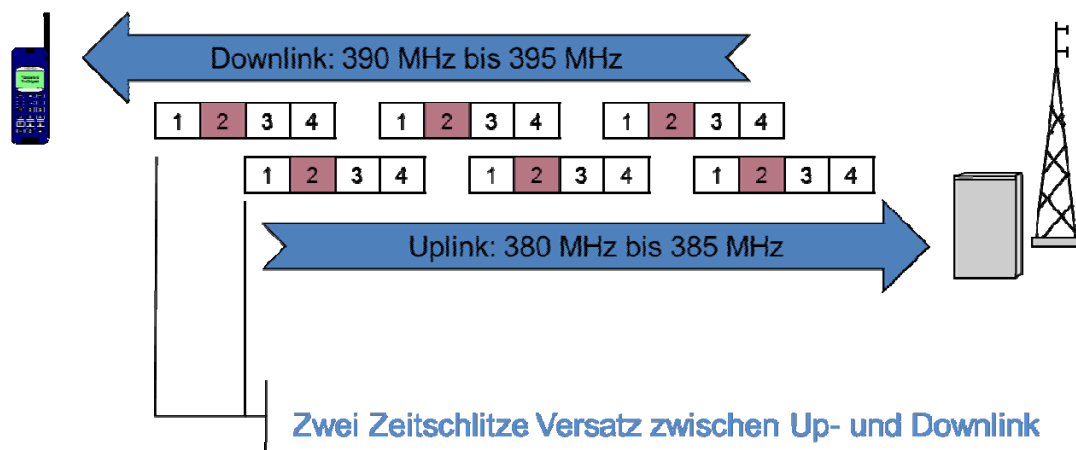
Wechselsprechen

Wie gerade gezeigt, ist das digitale Funknetz ein Bündelfunksystem. Das heißt, es wird mit verschiedenen Frequenzen gearbeitet, die nach Bedarf einem Teilnehmer für einen gewissen Zeitraum zur Verfügung gestellt werden.

Da ein Funkgerät nur über eine Antenne verfügt, mittels derer gesendet und empfangen wird, kann ein Funkgerät entweder senden oder empfangen. Das heißt, in einem Funkverkehrskreis kann immer nur ein Teilnehmer sprechen, alle anderen empfangen den Funkspruch. Da hier die Teilnehmer nur im Wechsel sprechen können, wird diese Betriebsart als Wechselsprechen, in der Fachsprache als Halb-Duplex, bezeichnet.

Da ein Funkgerät sich selber empfangen würde, wenn es auf der gleichen Frequenz senden und empfangen würde, sind die Frequenzen für das Senden und das Empfangen in einem unterschiedlichen Frequenzbereich. Der Empfangsbereich, in der Fachsprache Downlink genannt, ist im Frequenzbereich von 390MHz bis 395MHz angesiedelt. Während der Senderbereich, der sogenannte Uplink, im Frequenzbereich von 380 bis 385MHz liegt.

Um ein sicheres Senden und Empfangen zu gewährleisten ist zwischen dem Up- und Downlink ein Versatz von zwei Zeitschlitten. So ist es möglich, dass die Daten ordentlich übertragen werden.

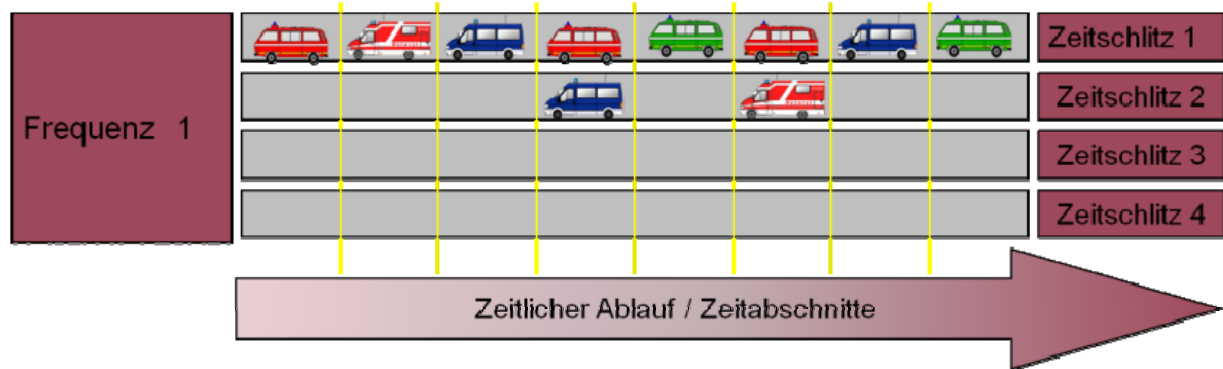


Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Zeitschlitz

Wie man sich zeitlich begrenzte Vergabe von Zeitschlitzern vorstellen kann, zeigt die folgende Grafik.



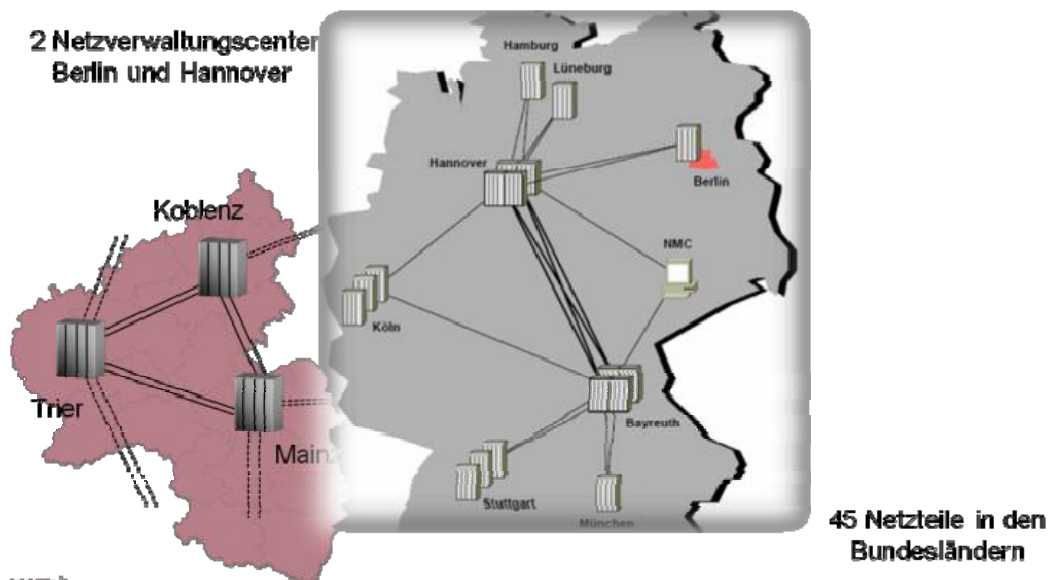
Jede Frequenz hat vier Zeitschlitzzeilen, die je nach Bedarf an Teilnehmer vergeben werden. Sobald der Zeitschlitz nicht mehr benötigt wird, wird er an einen anderen Teilnehmer vergeben. Es können auch Teilnehmer zeitgleich funken, Voraussetzung hierfür ist, dass sie unterschiedlichen Gruppen zugeordnet sind.

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunk

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Zentrales Netzmanagement

Nun kommt sicherlich die Frage auf, wie dieses gesamte System gesteuert wird. In Deutschland gibt es zwei Netzverwaltungszentren, eines befindet sich in Berlin und eines in Hannover. Diese Netzverwaltungszentren steuern das gesamte bundesweite Digitalfunknetz.



Somit sind alle Basisstationen des Digitalfunks über die zentrale Netzsteuerung miteinander verbunden und machen im Bedarfsfall einen bundesweiten Empfang möglich.

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunke

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Übertragung

Das zu übertragende Signal ist ein digitaler Datensatz (z.B. Sprache). Die Daten werden zu binären Signalen (0 und 1) moduliert. Das System kennt keine Werte, sondern nur 1 und 0. Dadurch entsteht kein Signalrauschen. Durch sogenannte Prüf-bit's ist es sogar möglich, kleinere Fehler zu korrigieren.

Für den Nutzer dieser Technik bedeutet das eine gleichbleibende Gesprächsqualität. Erst bei großen Reichweiten oder einer hohen Abschirmung der Funkgeräte kann das Signal nicht mehr demoduliert werden. Die Gegenstelle kann nicht mehr aufgenommen werden.



Das Signal wird digitalisiert, das heißt entweder Spannung oder keine Spannung (1 oder 0)

Signalrauschen wird wieder entfernt, da kein Wert sondern Spannung oder keine Spannung ermittelt wird.

Das Signal kann zu einem gewissen Maß korrigiert werden.

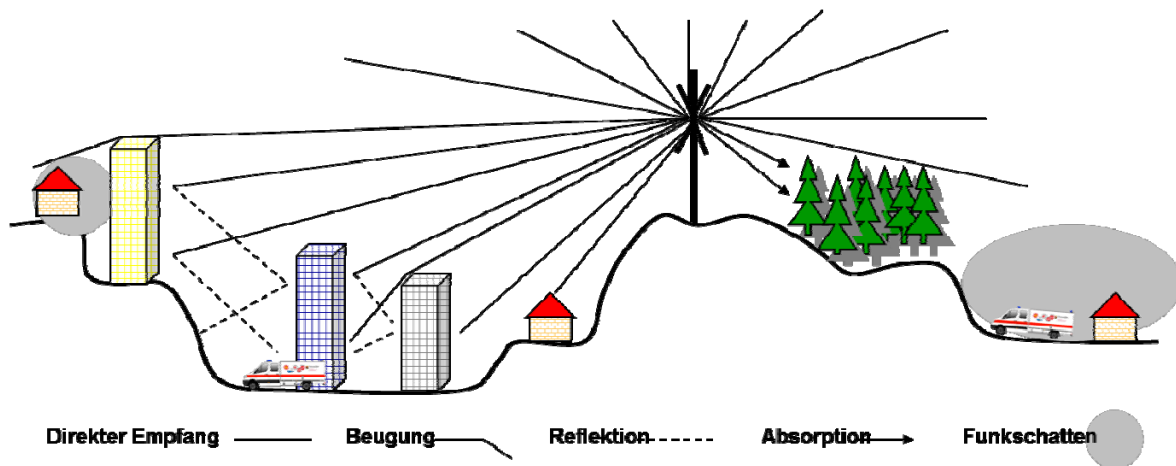
Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Ausbreitungsverhalten elektromagnetischer Wellen

Praktisch wirken sich viele Faktoren auf die Wellenausbreitung aus. Bei direkter Sicht ist der Empfang gewährleistet. Funkwellen werden jedoch von Wäldern, Hügeln, starker Bebauung und großen Stahlkonstruktionen, wie Brücken Hochspannungsmasten und Stahlbetonbauten, absorbiert. Hierbei wird die Energie aufgenommen und die Funkwelle ausgelöscht.

Gebäude und andere glatte, kantige oder unebene Flächen ermöglichen aber auch, dass eine Funkverbindung ohne direkte Sicht möglich ist (**diffuse Reflexion**). Diese Hindernisse können die elektromagnetischen Wellen beugen (in der Richtung ablenken) oder reflektieren. Durch Reflexion ist eine Verstärkung des Signals ebenso möglich wie das gegenseitige Auslöschen der reflektierten Wellen (Begriff: Interferenz).

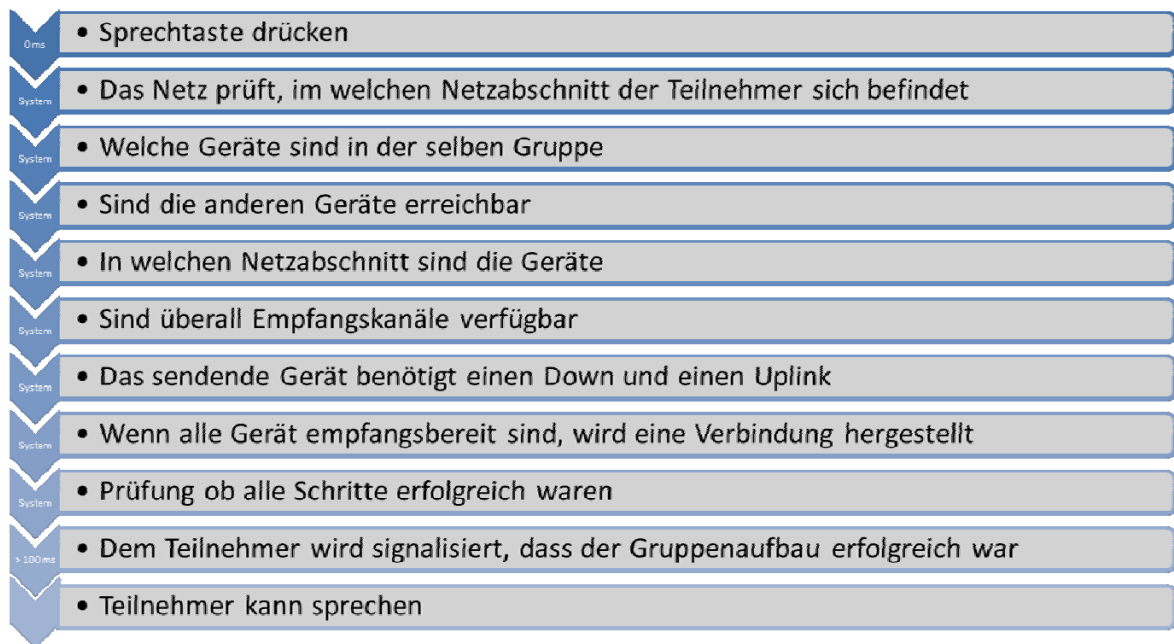


Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Verbindungsaufbau

Beim Digitalfunk ist darauf zu achten, dass man erst nach Freigabe durch das Digitalfunkgerät zu sprechen beginnt. Das kann mehrere Millisekunden nach Drücken der Sprechertaste dauern. Alles was vor der Freigabe bzw. dem abgeschlossenen Gesprächsaufbau gesprochen wird, wird nicht übertragen. So kann es dazu kommen, dass Funksprüche eine ganz andere Bedeutung bekommen oder nur teilweise übermittelt werden. In der folgenden Grafik wird gezeigt, was alles im System geschieht um ein Gespräch aufzubauen.



Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Priorität im Netz

Im digitalen Funksystem ist eine Vergabe von unterschiedlichen Prioritäten möglich. Wenn zwei Teilnehmer einer Gruppe zur gleichen Zeit die Sprechaste drücken, wird das Gerät mit der höheren Priorität bevorzugt behandelt und kann zuerst senden.

Die höchste Priorität besitzt der Notruf. Bei Betätigen der Notruf – Taste werden laufende Gespräche sofort für 30 Sekunden unterbrochen und der Teilnehmer, der die Notruftaste gedrückt hat, kann sprechen.



Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Einsatzgrundsätze

Die Wellen des BOS-Funk breiten sich mit senkrechter Polarisation aus, daher müssen die Antennen möglichst senkrecht stehen. Da aber Funkwellen von Hindernissen absorbiert („geschluckt“) werden können, reicht bei schlechter Funkverständigung ein geringer Standortwechsel aus, um wieder das Netz zu empfangen. Größere Einsatzlagen erfordern Koordination der genutzten Gruppen und Betriebsarten. Bei Einsätzen im Funkschatten kann der Leitstellenfunk oft durch ein „vermittelndes“ Fahrzeug mit eingebauter Gateway-Funktion gewährleistet werden. Die Reichweite von Handsprechfunkgeräten hängt direkt mit der Trageposition ab, daher Geräte möglichst hoch, senkrecht und nicht zu nah am Körper betreiben. Im direkten Bereich in und an Unfallfahrzeugen dürfen Funkgeräte nicht betrieben werden, da es sonst zur Auslösung von Airbag Modulen kommen kann. Es dürfen keine nicht explosionsgeschützten Funkgeräte im Ex-Bereich betrieben werden (Ausnahme: Unter dem Chemikalienvollschutzanzug).

Die wichtigsten Einsatzgrundsätze zusammen gefasst:

- *Antennen müssen senkrecht zur Erdoberfläche stehen*
- *Antennen müssen frei strahlen können*
- *Bei schlechtem Empfang -> Standortwechsel*
- *Funkverkehr koordinieren*
- *Handsprechfunkgeräte möglichst senkrecht halten*
- *Handsprechfunkgeräte nicht so nah am Körper halten*
- *Bei Gebäuden mit elektronischen Geräten, Hinweisschilder beachten*
- *Kein Einsatz in Unfallfahrzeugen bei nicht ausgelösten Airbag - Modulen*

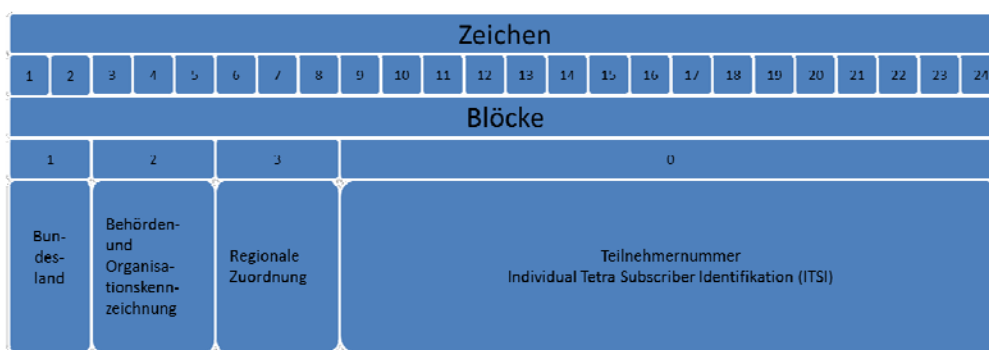
Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

3.2 Operativ – taktische Adresse

Die operativ-taktische Adresse (kurz OPTA) besteht aus 24 alphanumerischen Stellen und ist auf der Endgeräte-Sicherheitskarte gespeichert. Auf der Sicherheitskarte sind zwei Speicherbereiche für die operativ-taktische Adresse vorgesehen.

Die im ersten Speicherbereich abgelegte OPTA, die sogenannte Geburts-OPTA, wird bei der Personalisierung der Sicherheitskarte vergeben und gemeinsam mit der Teilnehmeradresse (ITSI) bei der Erstellung des Krypto-Zertifikates verwendet. Aus technischen Gründen muss jedes im Funkverkehr teilnehmende Endgerät über eine eindeutige Geburts-OPTA verfügen.








Die im zweiten Speicherbereich abgelegte OPTA, die sogenannte Alias-OPTA, kann sowohl nach erfolgter Personalisierung der Sicherheitskarte vergeben als auch im späteren Betrieb geändert werden. Die in der OPTA enthaltenen Informationen werden in einer festen Struktur in Blöcken definierter Größe und Position abgelegt und sind dadurch schnell erkennbar und auch automatisiert auswertbar.

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

3.3 Möglichkeiten des Digitalfunkes

Grundsätzlich stehen im Digitalfunk nachfolgende Möglichkeiten zur Verfügung. Jedoch sind nicht auf jedem Gerät alle Möglichkeiten freigeschaltet. Dies vereinfacht die Handhabung der Geräte und beugt einer möglichen Netzüberlastung vor, da einige Anwendungen große Netzkapazitäten benötigen

	Gruppenkommunikation
	Einzelkommunikation
	Notruf
	SDS Short Data Service
	FMS FunkMeldeSystem

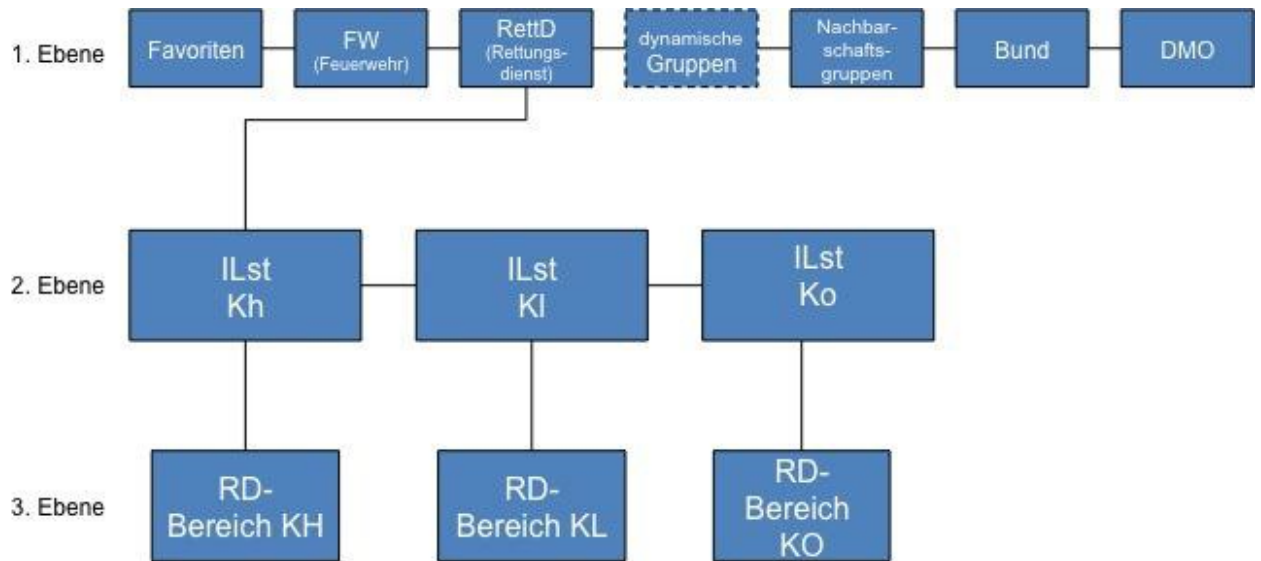
Gruppenstruktur in der Programmierung

Die Gruppen sind in der Verzeichnisstruktur der Funkgeräte abgelegt. Die Struktur ist in drei Ebenen unterteilt. Die über die Navigationstasten angewählt werden können. In der ersten Ebene können die Organisationen (z.B. FW, RD, POL...) ausgewählt werden, in der zweiten Ebene finden sich die Gebietskörperschaften wieder und in der dritten Ebene sind die Gemeinden zu finden. Jedes Funkgerät hat jedoch nur den eigenen und die benachbarten Landkreise zur Auswahl.

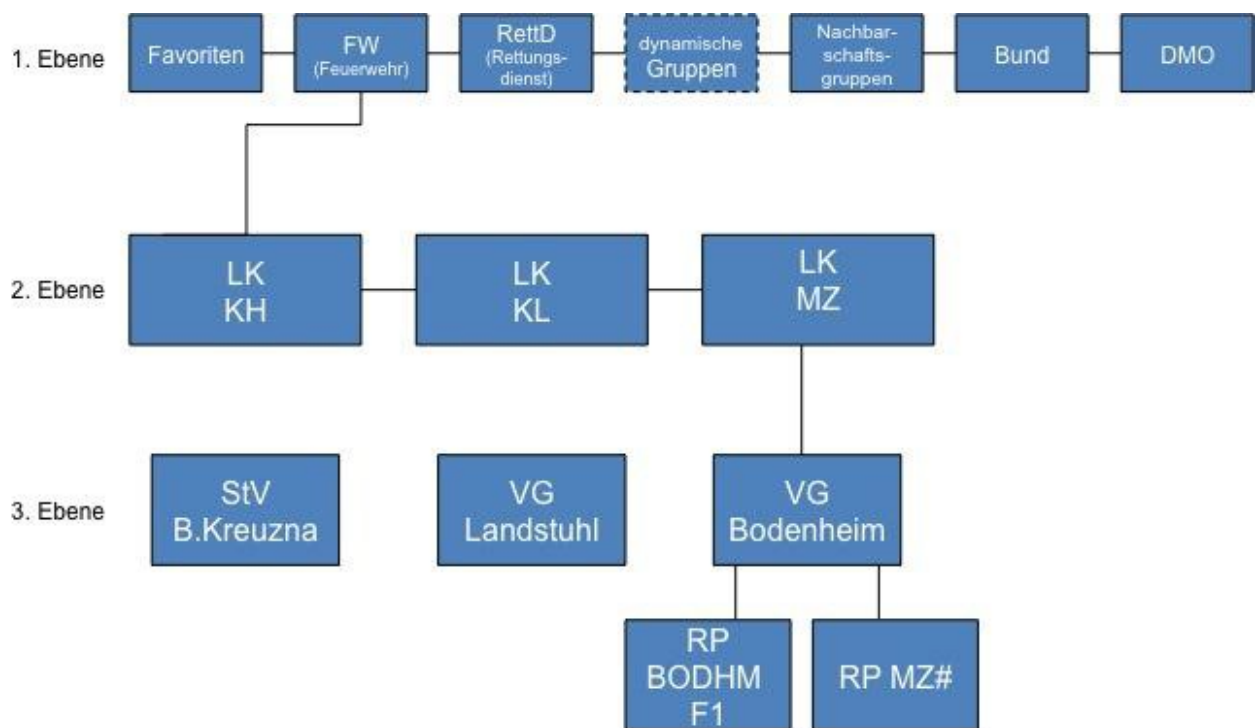
Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Rettungsdienstgruppen



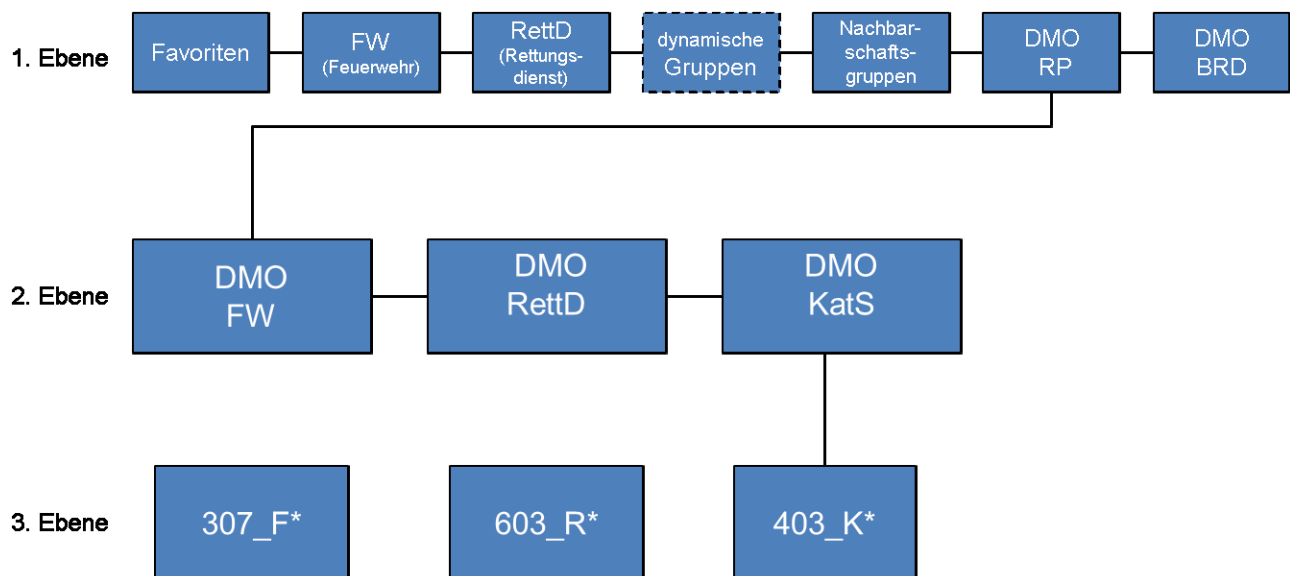
KAT- Gruppen



Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

RP-Gruppen (Schutzzone)



Gruppenkommunikation

Die Kommunikation im Digitalfunk läuft in der Regel über die Gruppenkommunikation ab. Dies ermöglicht eine Kommunikation zwischen zwei oder mehreren Gesprächspartnern innerhalb einer Gruppe. Zu beachten ist, dass der Funkverkehr nur innerhalb einer Gruppe möglich ist. Diese Gruppe kann am Funkgerät eingestellt werden. Die Frequenz und der verfügbare Zeitschlitz werden vom System automatisch vergeben.

Eine einsatztaktische Besonderheit liegt darin, dass Gruppen je nach Einsatz flexibel neu gebildet werden. Es können somit Teilnehmer/Gruppen zusammengeschaltet werden, die vorher nicht untereinander kommunizieren konnten.

- Die Kommunikation im Digitalfunk läuft in der Regel über die Gruppenkommunikation ab.
- Die „Kanäle“ werden automatisch vom System gewählt.
- Es ist nur ein Funkverkehr innerhalb einer Gruppe möglich.
- Diese Gruppen können am Endgerät ausgewählt werden.
- Eine einsatztaktische Besonderheit liegt darin, dass Gruppen je nach Einsatz flexibel neu gebildet werden. Es können somit Teilnehmer/Gruppen zusammengeschaltet werden, die vorher nicht untereinander kommunizieren konnten

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Einzelkommunikation

Bei der Einzelkommunikation kommunizieren zwei Teilnehmer untereinander. Für diese Art der Kommunikation benötigt man die Nummer der Gegenstelle. Arten der Einzelkommunikation:

Einzelruf (Halbduplex)

Beim Einzelgespräch ist ein Wechselsprechen mit der Gegenstelle möglich. Es kann wie gewohnt mit einem anderen Teilnehmer gefunkt werden.

Einzelruf (Vollduplex)

Beim Einzelruf (Vollduplex) ist ein Gegensprechen mit der Gegenstelle möglich. Es kann, ähnlich wie mit einem Mobiltelefon mit einem anderen (Einzelnen) Teilnehmer gesprochen werden. Allerdings benötigt der Einzelruf (Vollduplex) erhebliche Netzkapazitäten, daher kann der Einzelruf (Vollduplex) nur von einem gewissen Personenkreis (besondere Funktionen) eingesetzt werden. Dafür muss die grüne Taste am Funkgerät betätigt werden.

Notruf (Notruftaste)

Ein Notruf hat im Funknetz die höchste Priorität. Dies bedeutet, dass eine laufende Gruppenkommunikation zugunsten des Notrufes unterbrochen wird. Sollten zum Zeitpunkt des Notrufes alle Zeitschlitzte belegt sein, wird ein Teilnehmer mit einer niedrigeren Priorität verdrängt.

Nach Betätigen der Notruftaste wird auf allen Geräten der entsprechenden Gruppe die Notfallmeldung angezeigt. Ein Drücken der Sprechaste des Notrufenden ist nicht mehr notwendig, da das Gerät automatisch für 30 Sekunden in den Sendebetrieb schaltet.

Der Status 0 ist nur im analogen Funk ein Notruf, digital ist es ein Sprechwunsch mit Priorität.

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen



Ein Notruf,

- hat die höchste Priorität.
- unterbricht die laufende Kommunikation.

Wenn ein Notruf betätigt wird,

- muss die Sprechtaaste nicht mehr gedrückt werden.
- schaltet das Gerät für 30 Sekunden automatisch in den Sendebetrieb.

Wenn sich ein Teilnehmer beim Drücken der Notruftaste außerhalb des Zuständigkeitsbereiches seiner integrierten Leitstelle befindet, läuft der Notruf bei der nächstgelegenen Leitstelle auf.

SDS (Short Data Service)

Die SDS wird zur Kommunikation zwischen der Leitstelle und der Führungsebene genutzt, um Daten zu übermitteln. Sie ähnelt der SMS beim Mobilfunk und kann maximal 140 Zeichen enthalten.

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

FMS (FunkMeldeSystem)

Beim Funkmeldesystem, handelt es sich um ein System, mit dem Statusmeldungen gesendet werden können. So ist es möglich, mit einem Tastendruck zum Beispiel die Eintreffmeldung zu übermitteln. Die Gegenstelle kann die Meldung dann lesen. Dieses System erleichtert und verkürzt das Übermitteln bestimmter Meldungen.

Status	Meldung
1	Einsatzbereit auf Funk
2	Einsatzbereit auf Wache
3	Einsatzübernahme
4	Einsatzort
5	Sprechwunsch
6	Nicht Einsatz bereit
7	Einsatz gebunden
8	Bedingt verfügbar
9	Quittung/Fremdanmeldung
0	Priorisierter Sprechwunsch

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

-
- | | |
|----------|---|
| Status 0 | signalisiert die Dringlichkeit und muss von der Leitstelle mit Priorität behandelt werden |
| 1 | Fahrzeug befindet sich nicht am Standort, kann aber bei Bedarf eingesetzt werden |
| 2 | Einsatzmittel am Standort |
| 3 | Einsatzmittel hat den Auftrag übernommen, Anfahrt zum Einsatzort |
| 4 | Einsatzmittel am Einsatzort |
| 5 | Sprechwunsch |
| 6 | Einsatzmittel nicht einsatzbereit |
| 7 | Einsatzmittel im Einsatz gebunden auf der Anfahrt zum Ziel |
| 8 | Einsatzmittel zwar im Einsatz gebunden, mit einer gewissen Wartezeit wäre das Einsatzmittel jedoch einsetzbar |
| 9 | mit diesem Status wird ein Einsatzmittel außerhalb des eigenen Einsatzgebietes in einer fremden Leitstelle angemeldet |

3.4 Betriebsarten

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Es gibt im Digitalfunk zwei Betriebsarten. Auf der einen Seite gibt es den Netzbetrieb, den sogenannten Trunked Mode (TMO). Auf der anderen Seite der netzunabhängige Direct Mode (DMO).

Im Trunked Mode (TMO) stehen alle Möglichkeiten des Digitalfunkes zur Verfügung. So ist auch eine Einzelkommunikation und Telefonie (geplant) möglich. Desweiteren ist im TMO ein bundesweiter Empfang möglich.

Im Direct Mode (DMO) hingegen ist eine Einzelkommunikation nicht möglich. Die Erreichbarkeit im DMO ist auf einige hundert Meter begrenzt.

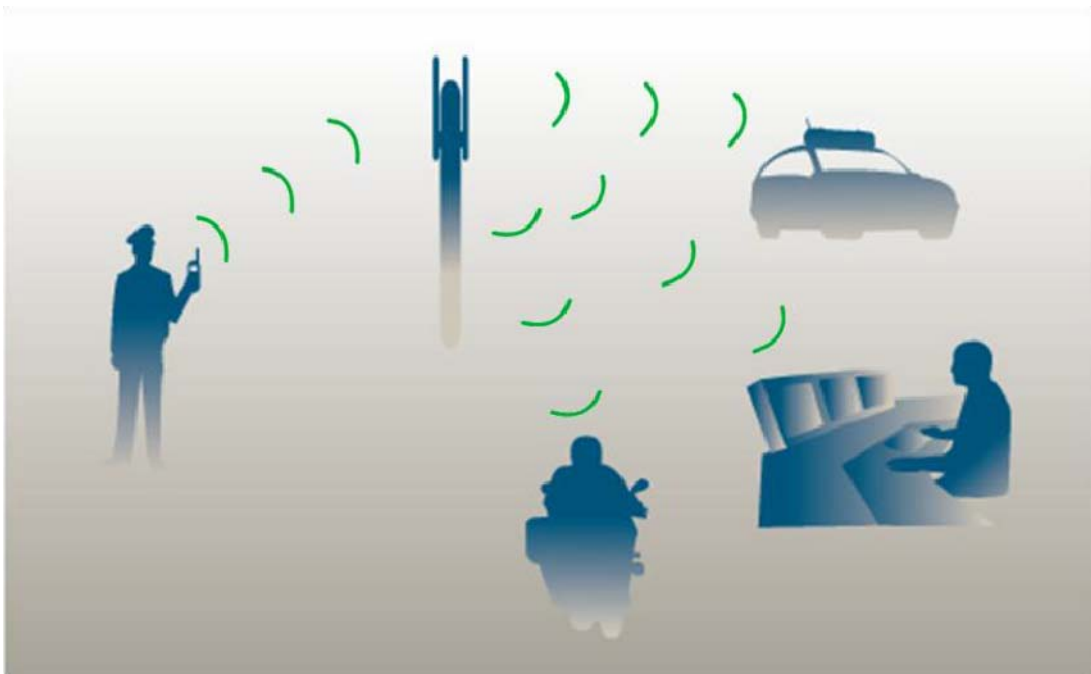


Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

TMO

Der Trunked Mode, kurz TMO, ist der Netzbetrieb, in dem alle Möglichkeiten des Digitalfunkes zur Verfügung stehen. Zu sendende Sprache und Daten werden über die nächste Basisstation in das Digitalfunknetz eingespeist und an alle Geräte der gleichen Gruppe weitergeleitet. Da das Netz nur eine begrenzte Kapazität bietet, sollten alle Gespräche möglichst im Wechselsprechen (Halb – Duplex) stattfinden. Das heißt, einer sendet / spricht, alle anderen Teilnehmer in der Gruppe empfangen / hören den abgegebenen Funkspruch. So werden nur zwei Zeitschlitze, einer für den Uplink und einer für den Downlink, benötigt.



Gespräche im Halb-Duplex

- - *einer sendet*
- - *alle anderen empfangen auf gleichen Downlink*
- - *im gesamten Netz erreichbar*

Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunker

3. Physikalisch - technische Grundlagen

DMO

Der Direct Mode, kurz DMO, ist der netzunabhängige Betrieb, in dem nur einige Möglichkeiten des Digitalfunkes zur Verfügung stehen. Wenn auf Grund der räumlichen Gegebenheiten ein Netzbetrieb nicht sichergestellt ist, wie zum Beispiel bei einem Innenangriff, sollte der Direct Mode genutzt werden. Nur so ist eine sichere Kommunikation gewährleistet. Ein weiterer Grund für den DMO - Betrieb wäre ein Netzausfall beziehungsweise eine Nichtverfügbarkeit des Netzes in entlegenen Gebieten (mindestens 96% der Fläche von Rheinland – Pfalz ist abgedeckt).

Bei Nutzung des Direct Mode ist jedoch darauf zu achten, dass die DMO Gruppen mehrfach vergeben sind. Es kann durch Überreichweiten zu Störungen kommen. Alle, die im Empfangsbereich der Gruppe sind, können an der Kommunikation teilnehmen.



Gespräche im Halb-Duplex

- - Aufbau netzunabhängiger Kommunikation
- - Netzausfall
- - Um Netzüberlastung zu vermeiden
- - **ACHTUNG: DMO Gruppen werden öfters vergeben.**
- - Alle im Empfangsbereich können in der DMO Gruppe teilnehmen.

Wann sollte man welche Betriebsart nutzen

Wann TMO oder DMO genutzt werden soll, zeigt folgende Grafik

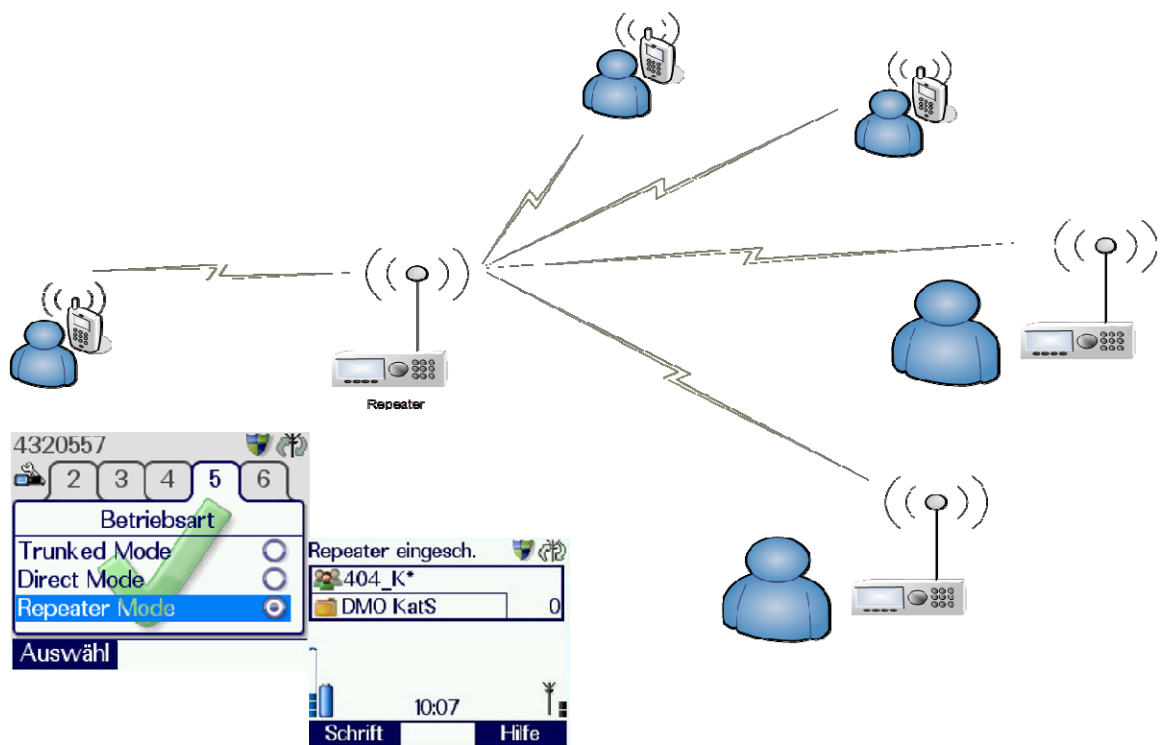


Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunk

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Repeater

Beim Einsatz von Handsprechfunkgeräten im DMO ist, bedingt durch die geringere Sendeleistung und eine kürzere Antenne, die Reichweite begrenzt. Um die Reichweite zu erhöhen, ist es möglich, speziell dafür vorgesehene Funkgeräte als Repeater einzusetzen. Ein Repeater nimmt das gesendete Signal auf, verstärkt es und sendet es auf einem anderen Zeitschlitz wieder aus. So kann eine Reichweitenerhöhung erzielt werden. Es sind jedoch zwei Umstände unbedingt zu beachten. Ein als Repeater eingesetztes Funkgerät hat einen wesentlich höheren Energieverbrauch als normal eingesetzte Funkgeräte. Das als Repeater eingesetzte Funkgerät darf nicht beweglich genutzt werden, da der Repeater sich ständig mit allen anderen Funkgeräten synchronisiert. Durch eine ständige Bewegung des Repeaters ist diese Synchronisierung nicht möglich.



Ein Repeater nimmt das gesendete Signal auf, verstärkt es und sendet es auf einen anderen Zeitschlitz wieder aus. **ACHTUNG: Höherer Energieverbrauch!**

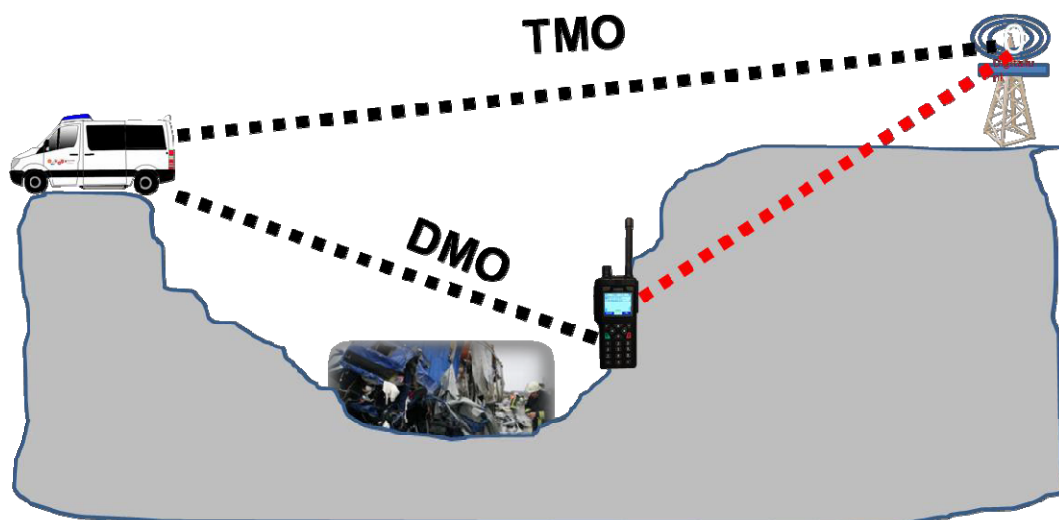
Teilnehmerunterlage – BOS-Sprechfunk

3. Physikalisch - technische Grundlagen

Gateway

Es kann vorkommen, dass auf Grund von physikalischen Einschränkungen Handsprechfunkgeräte im TMO Modus keinen Netzempfang haben, obwohl an gleicher Stelle ein im Fahrzeug eingebautes Funkgerät noch im Netzbetrieb arbeiten kann. Wenn an dieser Stelle auf Grund der Ausbreitungsbedingungen eine DMO – Verbindung zwischen Fahrzeug und Handsprechfunkgerät möglich ist, sollte das Funkgerät im Fahrzeug in den Gateway-Betrieb genommen werden. Der Gateway-Betrieb dient als Übergang vom Direct Mode in den Netzbetrieb. Vom Fahrzeug zum Handfunksprechgerät wird einer Verbindung via DMO aufgebaut. Zwischen Fahrzeug und Basisstation wird im TMO - Modus gesendet. Die im DMO gefunkten Daten werden über das Gateway in das Netz gesendet.

Hierbei ist nur zu beachten, dass das im Gateway - Betrieb arbeitende Gerät nicht mehr zur Kommunikation genutzt werden kann.



- Dient als Übergang vom Direktbetrieb in den Netzbetrieb.
- Erhöhung der Erreichbarkeit
- Schaltbar an den im Fahrzeug eingebauten Funkgeräten
- Funkgeräte im Gateway Betrieb können nicht mehr zum funken verwendet werden.