FEUERWEHR
STADT SCHMALLENBERG

Sprechfunker

FwDV 2 – Technische Ausbildung

Lehrfächer:

- Rechtliche Grundlagen
- Physikalische Grundlagen
- Durchführung Sprechfunkverkehr
- Gerätekunde
- Kartenkunde

Literatur- und Bildnachweis:

FwDV 2 – Sonderfunktionen
Verband der Feuerwehren in NRW (www.vdf-nrw.de)
IdF NRW (www.idf.nrw.de)
Internetauftritt der Bundesanstalt für den Digitalfunk der BOS (www.bdbos.bund.de)
div. Quellen im Internet meist über www.google.de gefunden

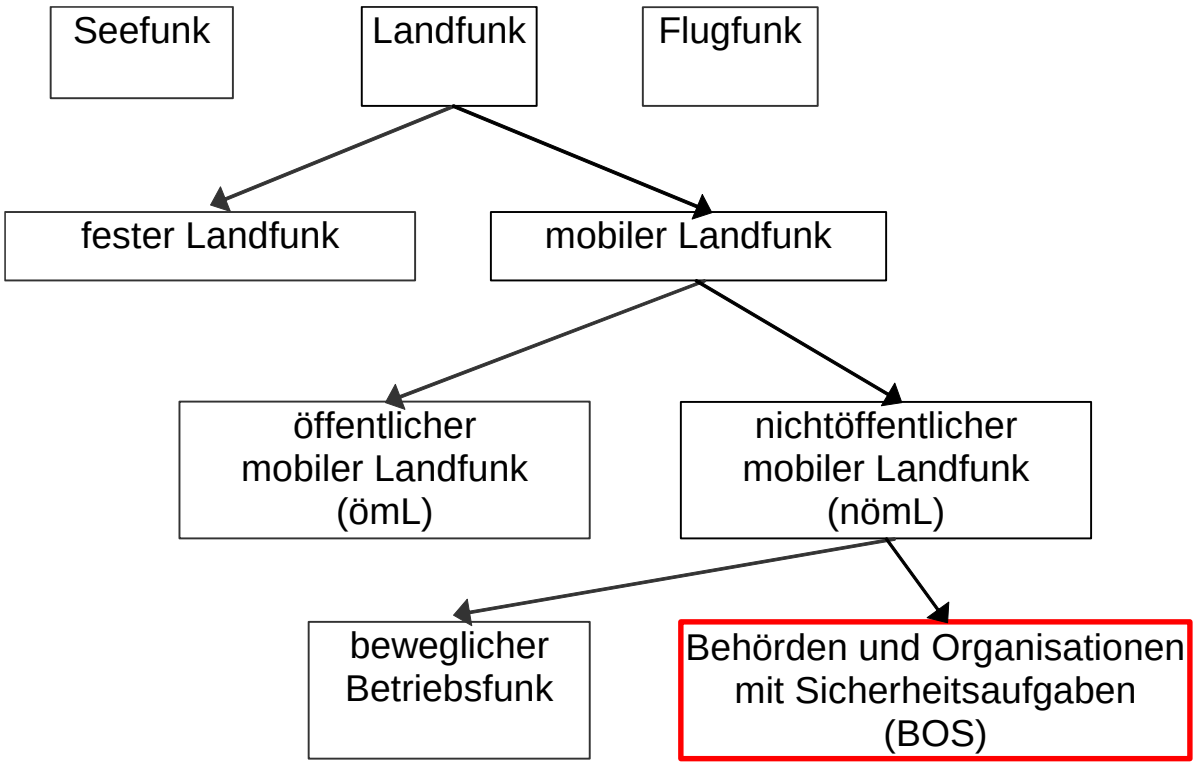
Verfasser:

BI Dipl.-Inform. (FH) Markus Stefan Rickert
Freiwillige Feuerwehr Stadt Schmallenberg
E-Mail:Funk@Schmallenberg-Grafschaft.de

Ausgabe: April 2020

Alle Rechte vorbehalten. Reproduktionen irgendwelcher Art sind nur mit schriftlicher Genehmigung erlaubt.
Lehrunterlagen Sprechfunker
12. Auflage

Einteilung der unterschiedlichen Funkdienste



Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)

- Polizei der Länder (z.B. Landespolizei, Bereitschaftspolizei)
- Polizei und KatS-Behörden, die unmittelbar dem Bundesinnenminister unterstehen (z.B. BGS, BKA)
- KatS-Behörden der Länder und Gemeinden sowie private Organisationen des KatS (z.B. DRF, Rettungshubschrauber des ADAC)
- Bundeszollverwaltung
- Feuerwehren
- Bundesanstalt Technisches Hilfswerk
- Hilfsorganisationen (z.B. DRK, ASB, JUH, MHD, DLRG, DGzRS)
- Private Rettungsdienste, wenn sie die Notfallrettung im öffentlichen Auftrag wahrnehmen (z.B. Fa. Hagelstein in Arnsberg)

Gesetze und Richtlinien für den Funkdienst

- ***Telekommunikationsgesetz (TKG)***
  - Festlegung der Fernmeldehoheit
  - Wahrung des Fernmeldegeheimnisses
  - Verleihung von Befugnissen
  - strafrechtliche Bestimmungen
  - Befugnisse der Ordnungsbehörden

- ***Meterwellenrichtlinie BOS***
  - Festlegung der BOS
  - Definition der Grundbegriffe
  - Zuständigkeiten
  - Anmeldeverfahren

- ***PDV/DV 810***
  - Regelung des Funkbetriebs

- ***Strafgesetzbuch (StGB)***
  - strafrechtliche Würdigung des Verstoßes gegen die Verschwiegenheitspflicht

Verschwiegenheitspflicht

- Alle Teilnehmer am Funkbetrieb unterliegen der Verschwiegenheitspflicht.
- Jeder Teilnehmer muss eine Verpflichtungsniederschrift unterschreiben

Folgende Straftatbestände sind nach Strafgesetzbuch (StGB) möglich:

- Verletzung der Vertraulichkeit des Wortes
  - §201 StGB, Freiheitsstrafe bis 5 Jahre
- Verletzung von Privatgeheimnissen
  - §203 StGB, Freiheitsstrafe bis 2 Jahre
- Vorteilsnahme
  - §331 StGB, Freiheitsstrafe bis 2 Jahre
- Bestechlichkeit
  - §332 StGB, Freiheitsstrafe bis 10 Jahre
- Verletzung des Dienstgeheimnisses und einer besonderen Geheimhaltungspflicht
  - §353b StGB, Freiheitsstrafe bis 3 Jahre

Aufbau von Funkrufnamen (Ausführung NRW)

Leitstellenbereiche

Die Leitstellenbereiche sind deckungsgleich mit den politischen Grenzen der Kreise bzw. kreisfreien Städte. Als Begriffe werden entweder die Kreisbezeichnung (z.B. „Soest“) oder der Name der Kommune (z.B. „Dortmund“) benutzt. Verkürzungen sind hierbei durchaus möglich, wie das Beispiel des Märkischen Kreises zeigt. Hier benutzt man den Begriff „Mark“, oder wie in unserem Hochsauerlandkreis den Begriff „Sauerland“.

Organisationsbezeichnung des BOS

Organisation / Einrichtung:	4-Meter / TMO Digitalfunk	2-Meter / DMO Digitalfunk	70-Zentimeter
Feuerwehr	Florian	Florentine	
Deutsches Rotes Kreuz (DRK)	Rotkreuz	Äskulap	Lukas
Johanniter Unfall-Hilfe (JUH)	Akkon	Jonas	
Arbeiter Samariter-Bund (ASB)	Sama	Samuel	ASB
Malteser Hilfsdienst (MHD)	Johannes	Malta	Rhodos
Private Rettungsdienste und Krankentransportunternehmen *1, Rettungsdienst der Landkreise	Rettung		
Deutsche Lebensrettungs-gesellschaft (DLRG)	Pelikan	Pelikan (Adler) *2	
Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger (DGzRS)	Triton		
Technisches Hilfswerk (THW)	Heros	Heros	
Katastrophenschutz, Großschadensereignis	Kater	Katharina	
Forstverwaltung	Fuchs		
Rettungshubschrauber Verlegungs- u. Ambulanzhubschr. Hubschrauber "Search and Rescue"-Dienst der Bundeswehr	Christoph Ambulanz SAR		
Rettungsleitstellen der Landkreise bzw. kreisfreien Städte	Leitstelle		

zu *1:
Private Hilfsdienste bekommen nur dann eine BOS-Zulassung, wenn sie in den kommunalen Katastrophenschutz oder Rettungsdienst (Beauftragung) eingebunden sind und damit eine Zusammenarbeit mit anderen BOS bzw. der Rettungsleitstelle nötig ist.

zu *2:
Die DLRG hat eine allgemeine BOS-Berechtigung (lt. Meterwellenrichtlinie BOS). Für den örtlichen Einsatzfunk wurden ihr aber exklusiv spezielle Frequenzen im 2m-Betriebsfunkbereich (also außerhalb des BOS-Bereichs) zugeteilt. Hier wird aber nach "BOS-Regeln" und mit dem Rufnamen "ADLER" gefunkt.

Struktur der OPTA

Die Richtlinie des Bundes für die operativ-taktische Adresse gibt die Belegung der Stellen 1 - 8 und die Gliederung in Blöcke bundesweit für alle BOS verbindlich vor. Darüber hinaus regelt die OPTA-Richtlinie die Aussprache der BOS-Kennzeichnung, die den heute im 4m-Band verwendeten BOS-Kennworten entspricht (Florian, Akkon, Rotkreuz, etc.).

Die OPTA gliedert sich für die nichtpolizeilichen BOS in folgende Struktur:

Zeichen																							
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Blöcke																							
1		2			3			4.1					4.2								4.3		5
Land		BOS-Kennz.			regionale Zuordnung			örtliche Zuordnung					Funktionszuordnung								Ordnungs-kennung		Erg

Regionale Zuordnung

Die regionale Zuordnung wird gemäß OPTA-Richtlinie durch das amtliche Kfz-Kennzeichen abgebildet. Hierbei ist das amtliche Kfz-Kennzeichen des Kreises zu verwenden.

Örtliche Zuordnung

Kreisangehörige Kommunen erhalten dreistellige alphanumerische Abkürzungen. Sie werden im Klartext ausgesprochen. Sind mehrere Standorte in einer Kommune vorhanden, so werden diese mit zwei numerischen Zeichen, die bei 01 beginnend jeweils aufsteigend und ohne Lücke vergeben werden, gekennzeichnet. Die Vergabe der 00 (gesprochen „Null“) ist z. B. für übergeordnete Führungsdienste der Kommune zulässig. Die alphanumerische Abkürzungen und die Standortkennzahlen gehören stets untrennbar zusammen und dürfen z. B. auch bei Fahrzeugbeschriftungen nicht getrennt werden, da die Eindeutigkeit des Rufnamens sonst nicht mehr vorhanden ist.

Funktionszuordnung

Als Funktionszuordnung wird nach der OPTA-Richtlinie die jeweilige Normkurzbezeichnung oder eine andere Funktionszuordnung definierte Abkürzung verwendet. Weitere Abkürzungen werden nicht verwendet. Die Abkürzungen werden, soweit nicht selbsterklärend, im Klartext ausgesprochen.

Ordnungskennung

Die Ordnungskennung wird als laufende Nummer verwendet, wenn mehrere gleiche Fahrzeugtypen an einem Standort sind.

Ergänzung

Die Ergänzung wird verwendet, wenn fahrzeugbezogene Endgeräte weiter differenziert werden sollen.

Zwei Beispiele für Funkrufnamen:

Leitstelle des Hochsauerlandkreises und des Kreises Recklinghausen

1		2			3			4.1					4.2								4.3		5
Land		BOS-Kennz.			regionale Zuordnung			örtliche Zuordnung					Funktionszuordnung								Ordnungs-kennung		Erg
N	W				H	S	K						L	T	S								
N	W				R	E							L	T	S								

gesprochen: "Leitstelle Sauerland"
"Leitstelle Kreis Recklinghausen"

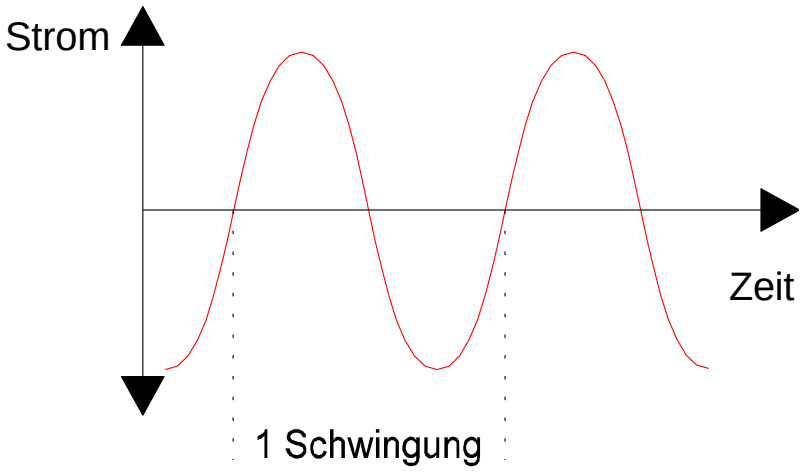
Zweites LF20/16 der Feuerwehr Erkrath am Standort 1

1		2			3			4.1					4.2								4.3		5
Land		BOS-Kennz.			regionale Zuordnung			örtliche Zuordnung					Funktionszuordnung								Ordnungs-kennung		Erg
N	W	F	W		M	E		E	R	K	0	1	L	F	2	0					2		

gesprochen: „Florian Erkrath eins LF zwanzig zwo"

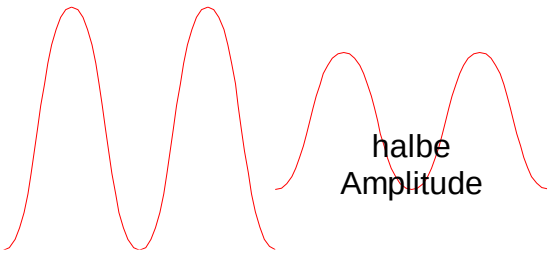
Elektromagnetische Wellen

- Träger der Information
- entstehen durch Wechselströme
- zeitlicher Verlauf gleicht einer Sinuskurve.



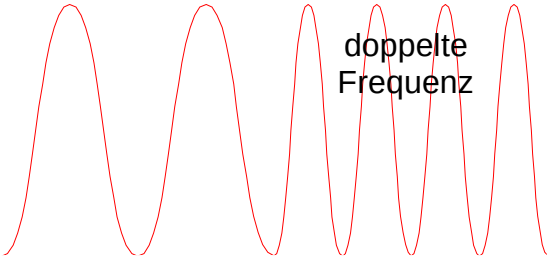
Amplitude

- „Höhe“ der Schwingung
- Maximum des Stroms oder der Spannung



Frequenz

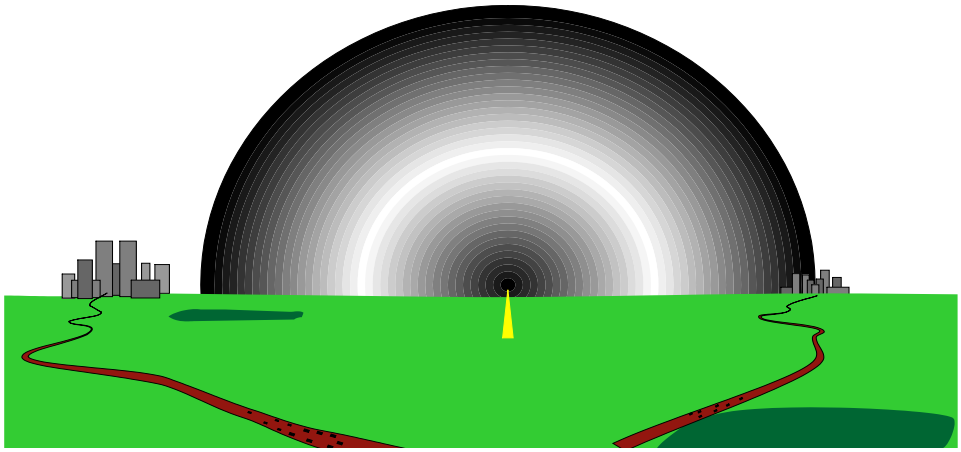
- Anzahl der Schwingungen pro Sekunde
- Einheit „Hertz“, 1 Hz = eine Schwingung pro Sekunde



- gebräuchliche Einheiten:
  - 1 kHz = 1000 Hz
  - 1 MHz = 1000 kHz = 1.000.000 Hz
  - 1 GHz = 1000 MHz = 1.000.000 kHz = 1.000.000.000 Hz

Raumwelle

- Energie des Wechselstroms wird in den Raum abgestrahlt
- elektromagnetisches Wechselfeld: Bereich hoher und niedriger Energie folgen aufeinander
- gleiche Frequenz wie Wechselstrom
- Welle pflanzt sich durch den Raum fort
- Ausbreitung mit Lichtgeschwindigkeit (ca. 300.000 km/s)



Wellenlänge

- Räumliche Ausdehnung einer Schwingung im Raum
- Benennung: λ (lambda)
- Berechnung aus Ausbreitungsgeschwindigkeit (c) und Frequenz (f):

$$\lambda\,[m] = \frac{c\,[m/s]}{f\,[Hz]}$$

Beispiel:
Eine elektromagnetische Welle der Frequenz f=150 MHz schwingt 150 Millionen mal pro Sekunde. In dieser Zeit legt die Welle eine Strecke von 300.000 km oder 300 Millionen Meter zurück. Die Entfernung zwischen zwei Wellengipfeln oder Tälern, also unsere Wellenlänge beträgt demnach

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300.000.000\ m/s}{150.000.000\ 1/s} = 2m$$

Weitere Beispiele:

- f=75 MHz: $\lambda = \frac{300.000.000}{75.000.000} m = 4m$
- f=200 kHz (Langwellenrundfunk): $\lambda = \frac{300.000.000}{200.000} m = 1500m$
- f=900 GHz (D-Netz Mobilfunk): $\lambda = \frac{300.000.000}{900.000.000} m = 0,33m = 33cm$

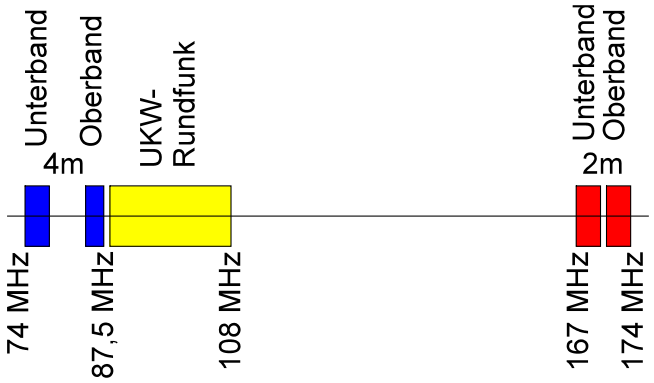
Wellenbereiche

Einteilung der Funkwellen anhand der Wellenlänge:

Name	λ	f
Langwelle (Kilometerwellen)	10 km - 1 km	30 - 300 kHz
Mittelwelle	1 km - 100m	300 kHz - 3 MHz
Kurzwellen (HF)	100m - 10m	3 - 30 MHz
VHF(Ultrakurzwellen, Meterwellen)	10m - 1m	30 - 300 MHz
UHF(Dezimeterwellen)	1m - 10cm	300 MHz - 3 GHz

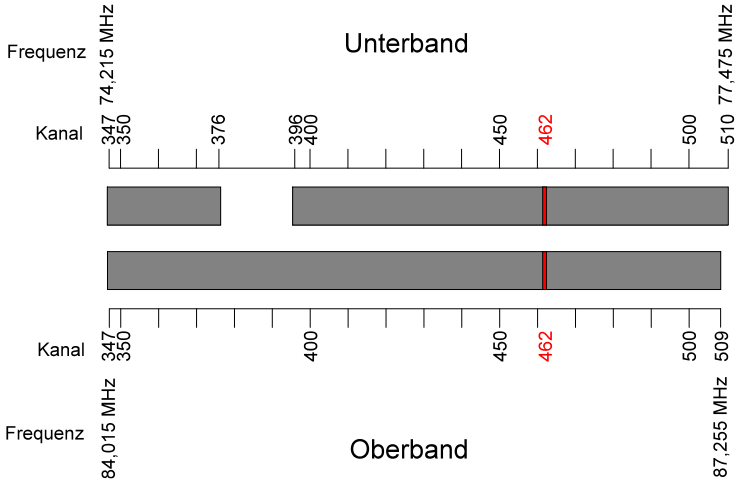
Bereiche für analogen BOS-Funk:

- 8m-Band, ca. 35/39 MHz, kaum genutzt
- 4m-Band, ca. 75/85 MHz
- 2m-Band, ca. 165/170 MHz
- 70cm-Band, ca. 444/449 MHz, Richtfunkstrecken



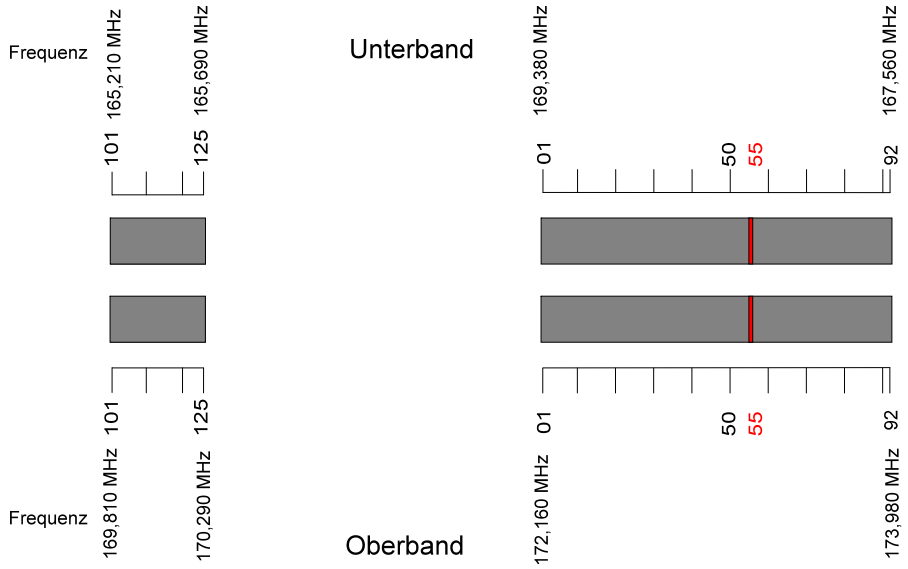
Kanaleinteilung 4m-Band

- 164 Kanäle, Abstand 20 kHz
- Abstand Oberband/Unterband 9,8 MHz



Kanaleinteilung 2m-Band

- bisheriger Bereich Kanal 01 bis 92, neuer Bereich Kanal 101 bis 125
- Abstand Oberband/Unterband 4,6 MHz

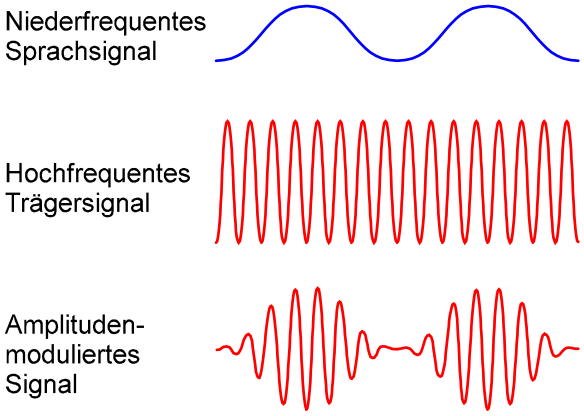


Modulation

- Umwandlung der Schallwellen in elektrischen Wechselstrom (Mikrofon)
- Frequenzumfang der Sprache ca. 300 Hz bis 3 kHz
  - (Niederfrequenz NF)
- „Aufprägen“ der Sprachinformation auf die hochfrequente Trägerwelle
  - Hochfrequenz (HF)
  - Trägerwelle nimmt Sprachsignal „huckepack“

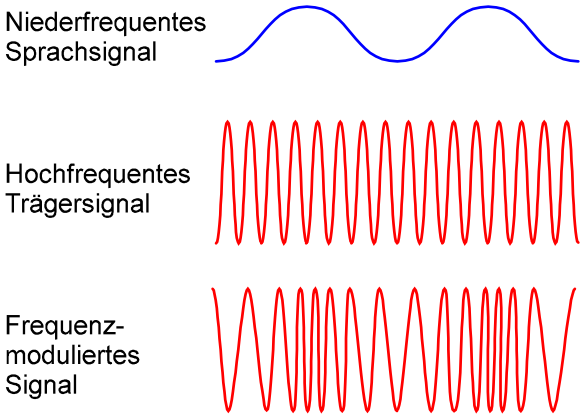
Amplitudenmodulation (AM)

- NF-Signal beeinflusst Amplitude des HF-Signals

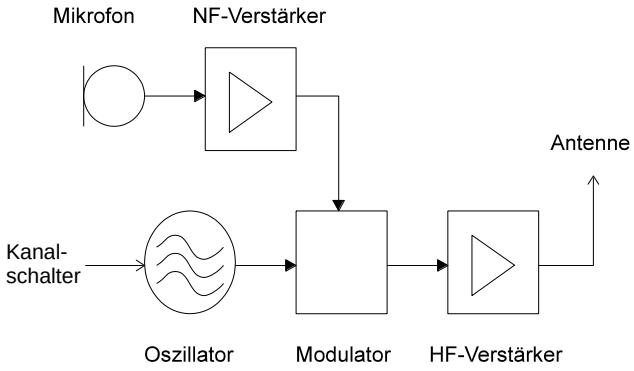


Frequenzmodulation (FM)

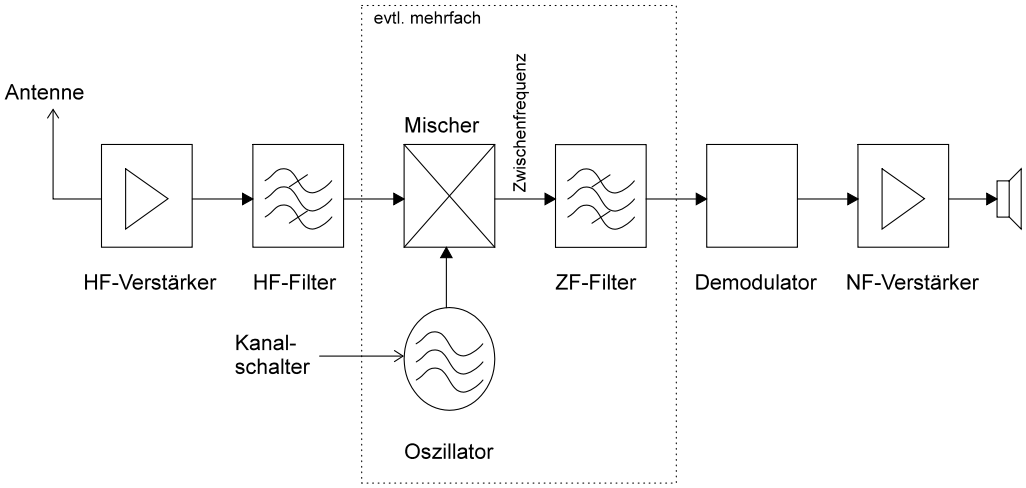
- NF-Signal beeinflusst Frequenz des HF-Signals
- Frequenz schwankt um eine Mittenfrequenz
- Hub: max. Abweichung von der Mittenfrequenz
- Genutzte Modulationsart bei BOS



Sender:

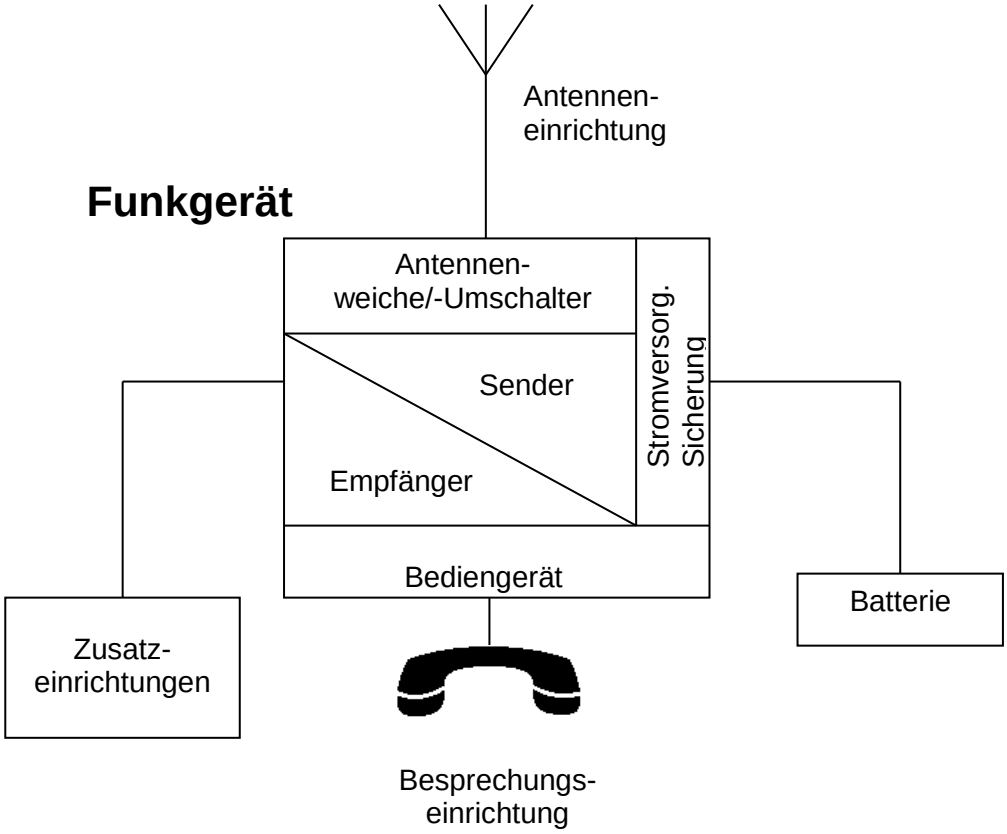


Empfänger



Funkgerät als Sendeempfänger

- Stromversorgung für alle Baugruppen
- Bedienteil
- Anschaltung der Antenne über
  - Antennenumschalter (Sender und Empfänger sind abwechselnd angeschaltet)
  - Antennenweiche (Sender und Empfänger sind gleichzeitig angeschaltet)

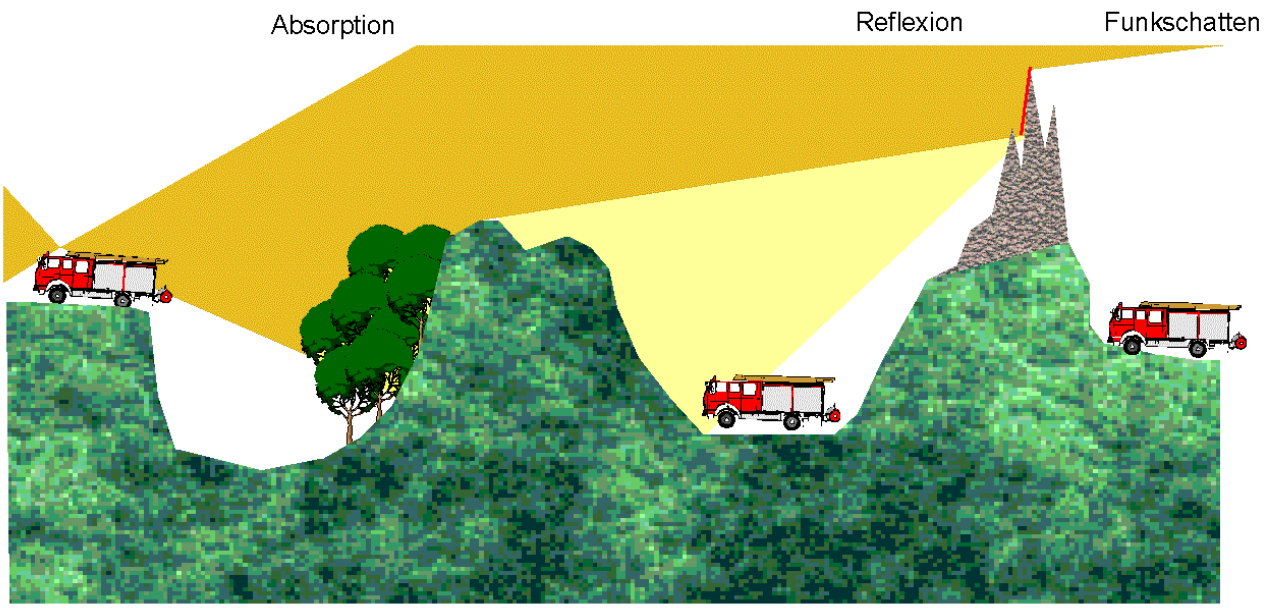


Antenne

- Abstrahlung der vom Sender gelieferten Energie in den Raum
- Anpassung bei Längen von $\lambda/2$, $\lambda/4$, oder $5/8\lambda$
- möglichst senkrechte Aufstellung
- Zuführung des Sendesignals über abgeschirmtes Kabel
- Fahrzeugantennen auf dem Fahrzeugdach montieren

Wellenausbreitung

- VHF-Wellen breiten sich ähnlich wie Licht aus
  - quasi-optische Ausbreitung
- Reflexion an harten Oberflächen, Absorption an weichen Oberflächen
- Dämpfung durch Luft



- „Funkschatten“ durch Hindernisse
- *teilweise Auslöschung durch Mehrwegeempfang*
- **Abhilfe: Standortwechsel !**

Reichweite

- Mindestsignalstärke (Feldstärke) am Empfangsort erforderlich
- 0,2µV bis 1,0µV am Empfängereingang

Folgerung:

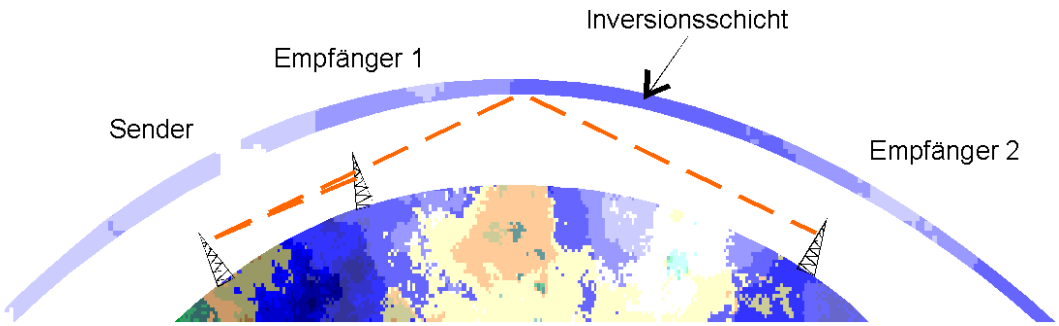
Durch die Dämpfung während der Ausbreitung ist die Reichweite des Signals beschränkt!

Die Reichweite ist unter anderem abhängig von:

- Strahlungsleistung des Senders
  - doppelte Feldstärke erfordert 16-fache Leistung
- Höhe der Sendeantenne über Grund
  - doppelte Feldstärke fordert doppelte Antennenhöhe
- Empfängerempfindlichkeit
- Bodenform. Bodenbedeckung, Bebauung

Überreichweiten

- besondere Wetterlagen: Inversion, Nebel
- Reflexion der Funkwellen an Atmosphärenschichten



Sprechfunknachrichten

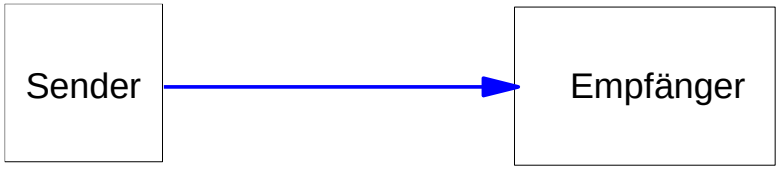
Verkehrsarten

Verkehrsarten sind von den technischen Möglichkeiten abhängige Verfahren des Nachrichtenaustausches. Sie werden bestimmt durch das verwendete Funkgerät.

Wir unterscheiden:

Richtungsverkehr

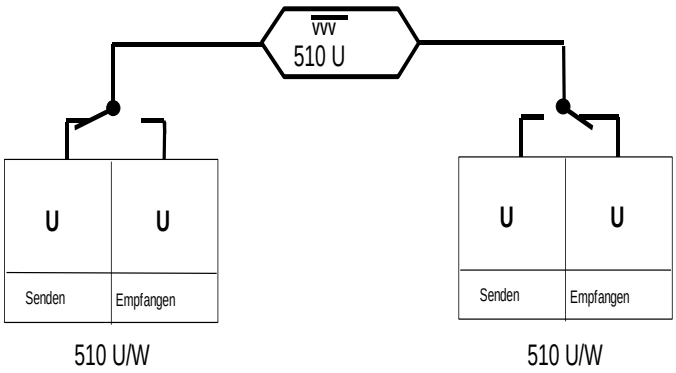
Beim Richtungsverkehr kann nur gesendet oder empfangen werden.



Beispiel: Funkmeldeempfänger (FME) oder Sirenensteuerungen

Wechselverkehr (W)

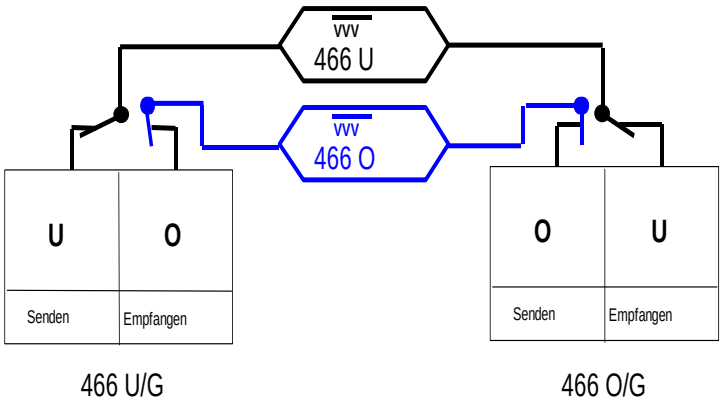
Beim Wechselverkehr kann abwechselnd gesendet und empfangen werden.



Beispiel: 2m-Bandbereich der BOS

Gegenverkehr (G)

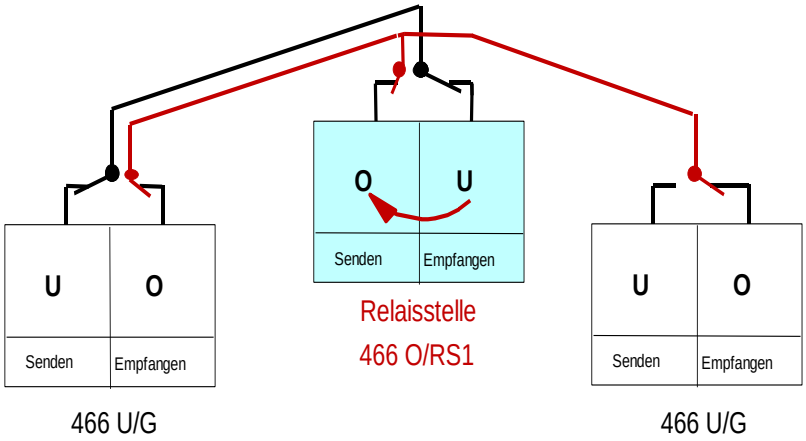
Beim Gegenverkehr kann gleichzeitig gesendet und empfangen werden.



Beispiel: 4m-Bandbereich der BOS

Relaisverkehr (Rs)

Beim Relaisverkehr wird über eine zwischen Sende/Empfangsanlage (Relaisfunkstelle) gesendet und/oder empfangen.



Hier haben alle Funkstellen (mit Ausnahme der Relaisstelle) ihre Geräte auf Kanal 466 U/G gestellt. Das linke Gerät sendet nun eine Nachricht im Unterband aus. Diese wird von der Relaisstelle im Unterband empfangen, in das Oberband übertragen und im Oberband wieder ausgesendet. Das rechte Gerät empfängt gemäß der Schaltung 466 U/G die von der Relaisstelle ins Oberband gesetzte Nachricht im Oberband. Aber auch die linke Funkstelle empfängt ihr eigenes Signal im Oberband wieder, allerdings hört dies nur der

Sprechfunker in der Ohrmuschel im Handapparat, da bei gedrückter Sprechtaste der Gerätelautsprecher abgeschaltet ist.

Der Relaisbetrieb wird noch in vier verschiedenen Relaisschaltungen unterschieden.

RS1-Schaltung: Schaltung für kleine Relaisstellen

RS2-Schaltung: Zusammenschaltung von zwei unterschiedlichen Sprechfunkverkehrskreisen (große Relaisstellenschaltung)

RS3-Schaltung: Schaltung für Relaisverkehrskreise mit Tonruf und Zeitschaltung. Für die Feuerwehr ohne große Bedeutung.

RS4-Schaltung: Schaltung für Relaisverkehrskreise mit Tonruf.

Die Schaltungen RS1, RS3, und RS4 dienen dazu, die Reichweite zu vergrößern, Hindernisse zu überbrücken und den Teilnehmer eines Sprechfunkverkehrskreises die Verständigung untereinander zu ermöglichen (Wechsel der Bandlage).

Die RS4-Schaltung war für die BOS in NRW die gebräuchlichste Verkehrsart. Als Relaisfunkstelle dienten ortsfeste Funkanlagen (z.B. früher vier Stück im HSK), die über Drahtanbindungen mit den zuständigen Leitstellen der Kreise verbunden waren. Hierdurch wurde den Leitstellen eine Vorrangstellung eingeräumt.

Die Sender- oder Tonruftastung ist durch Tonrufkombinationen möglich. Es gibt vier mögliche Kombinationen:

1. Tonruf I kurz (kleiner als 2 Sek.)
2. Tonruf I lang (größer als 2 Sek.)
3. Tonruf II kurz (kleiner als 2 Sek.)
4. Tonruf II lang (größer als 2 Sek.)

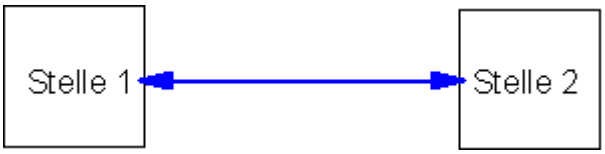
Durch die vier Kombinationen können vier verschiedene Relaisstationen angesprochen werden.

Die Verkehrsformen

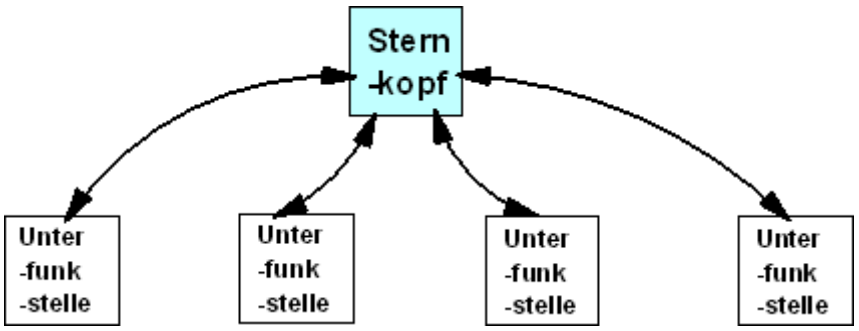
Die Verkehrsform eines Sprechfunkverkehrskreises ist eine organisatorische Festlegung, wie (in welcher Form) Funkgespräche zwischen den Funkstellen ablaufen.

Verkehrsformen bestimmen das Zusammenwirken von Sprechfunkstellen.

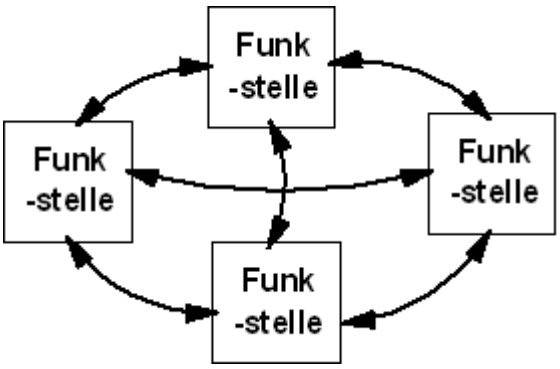
Linienverkehr: Direkter Nachrichtenaustausch zwischen zwei Funkstellen



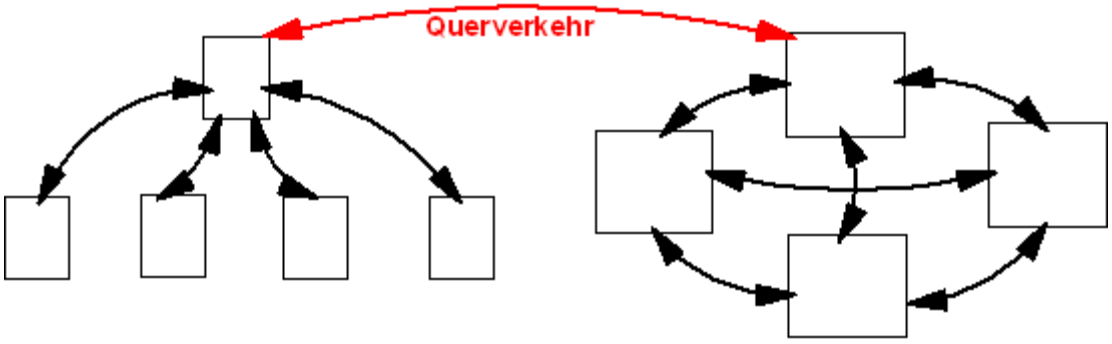
Sternverkehr: Austausch von Nachrichten nur über einen "Sternkopf" (z.B. Leitstelle, Einsatzleitwagen). Direkter Kontakt zwischen den untergeordneten Funkstellen ist nicht erlaubt, u.U. technisch gar nicht möglich! ("alle mit einem")



Kreisverkehr: Alle Funkstellen können gleichberechtigt Nachrichten austauschen. Zur Überwachung und Koordination gibt es eine "Kreisleitstelle". Die im Normalfall angewandte Verkehrsform. ("jeder mit jedem")



Querverkehr: Nachrichtenaustausch zwischen Funkstellen verschiedener Funkverkehrskreise (z.B. Rettungsleitstelle - Polizei Lagezentrum)



Kanäle

(gem. Runderlass IM-NRW IIC4-4.429-32 vom 15.01.1999)

Kanäle im 2m-Bandbereich

Kanal	Organisation	Funkverkehrskreis
Kanal 50 (1)	Feuerwehr	z.B. Hochsauerlandkreis
Kanal 53 (2)	Feuerwehr	z.B. Kreis Siegen
Kanal 55 (3)	Feuerwehr	z.B. Märkischer Kreis
Kanal 56 (4)	Feuerwehr	z.B. Kreis Soest

Kanal 31 (5)	Zusammenarbeit aller BOS	Nordrhein-Westfalen

Kanal 20 (1)	Katastrophenschutzeinheiten	Nordrhein-Westfalen
Kanal 25 (2)	Katastrophenschutzeinheiten	Nordrhein-Westfalen
Kanal 32 (3)	Katastrophenschutzeinheiten	Nordrhein-Westfalen
Kanal 34 (4)	Katastrophenschutzeinheiten	Nordrhein-Westfalen

Kanal 49 + 51	Pr. Hilfsorganisationen (DRK, MHD)	Nordrhein-Westfalen

Kanäle im 4m-Bandbereich

Kanal 466 G/U	Feuerwehr und Rettungsdienst	z.B. Hochsauerlandkreis
Kanal 501 G/U	Katastrophenschutz (Ausweichkanal)	z.B. Hochsauerlandkreis

Kanal 465 G/U	Feuerwehr und Rettungsdienst	z.B. Kreis Siegen
Kanal 492 G/U	Katastrophenschutz (Ausweichkanal)	z.B. Kreis Siegen

Kanal 359 G/U	Katastrophenschutz	z.B. Reg.-Bez. Arnsberg
Kanal 374 G/U	Katastrophenschutz (Ausweichkanal)	z.B. Reg.-Bez. Arnsberg

Kanal 496 G/U	Kreispolizeibehörde	z.B. Hochsauerlandkreis
Kanal 444 G/U	Notrufkanal (meist bei der Polizei)	Bundesweit

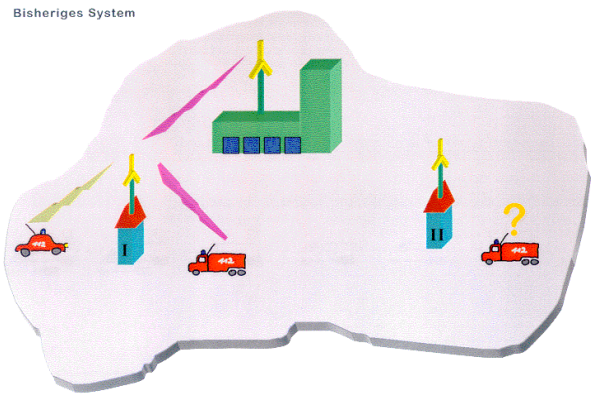
Kanal 474 G/U	Technisches Hilfswerk (THW)	Bundesweit

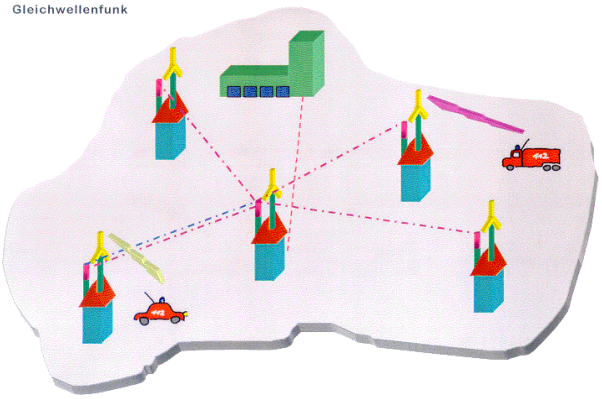
Kanal 410 G/U	Malteser Hilfsdienst (MHD)	Nordrhein-Westfalen

Kanal 510 W/U	Marschkanal	Nordrhein-Westfalen

Gleichwelle

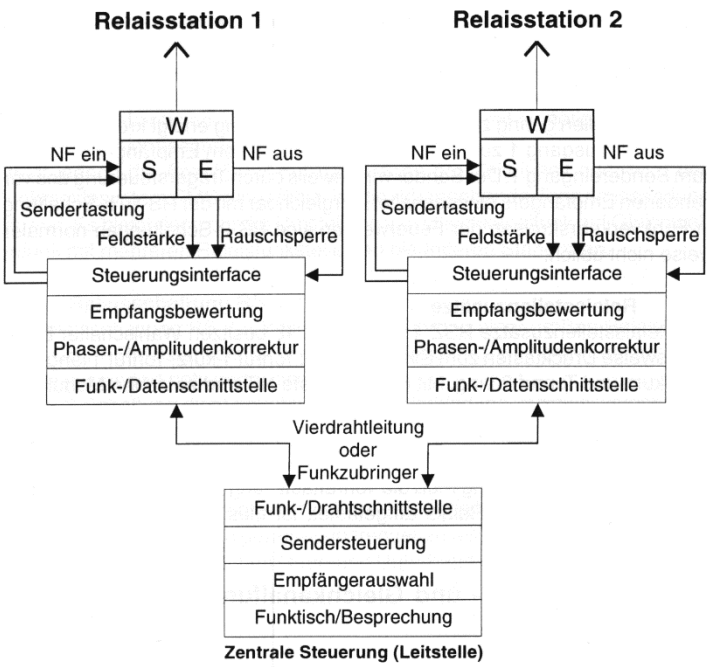
Da in vielen Gebieten die Funkversorgung mit nur einer Relaisstelle nicht ausreicht, der Betrieb mehrerer Relaisstellen auf dem gleichen Kanal (Gleichkanalbetrieb) jedoch wegen der unterschiedlichen Ausbreitungswege zu Verzerrungen des Funksignals führt, wurde eine Technik entwickelt, die es ermöglicht, mehrere Umsetzerstationen auf einem Kanal zu betreiben.



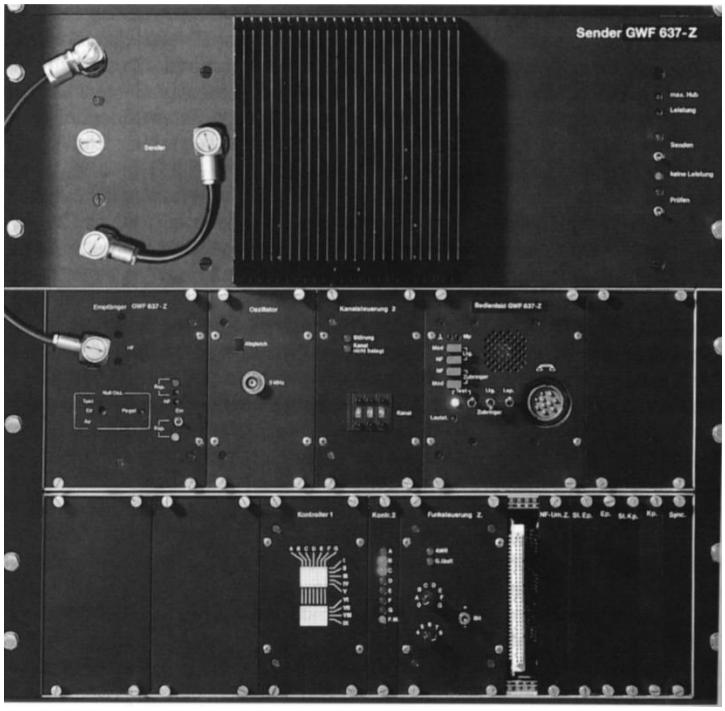


Bei den so genannten Gleichwellenfunkanlagen sind die einzelnen Gleichwellenumsetzer (GWU) über Richtfunkstrecken mit einer Gleichwellenzentrale (GWZ) verbunden. Diese bewertet die von den GWU gelieferten Signale und verteilt das beste Signal wieder an die GWU, wo es wieder abgestrahlt wird. Gleichwellenfunk ermöglicht ein gleichzeitiges Aussenden von Information über mehrere Sender im Sprechfunkverkehrskreis auf dem der gleichen Frequenz. Mehrere Sender (GWU) arbeiten parallel auf dem gleichen Betriebskanal ohne gegenseitige Störung.
Die Aussendung über Gleichwellenfunk bedeutet, dass das Signal über eine einzige Frequenz und absolut synchron im gesamten Sprechfunkverkehrskreis ausgestrahlt wird, so dass es alle Empfänger mit bester Qualität empfangen können.

<u>WICHTIG:</u> JEDER HÖRT JEDEN!!!!!!

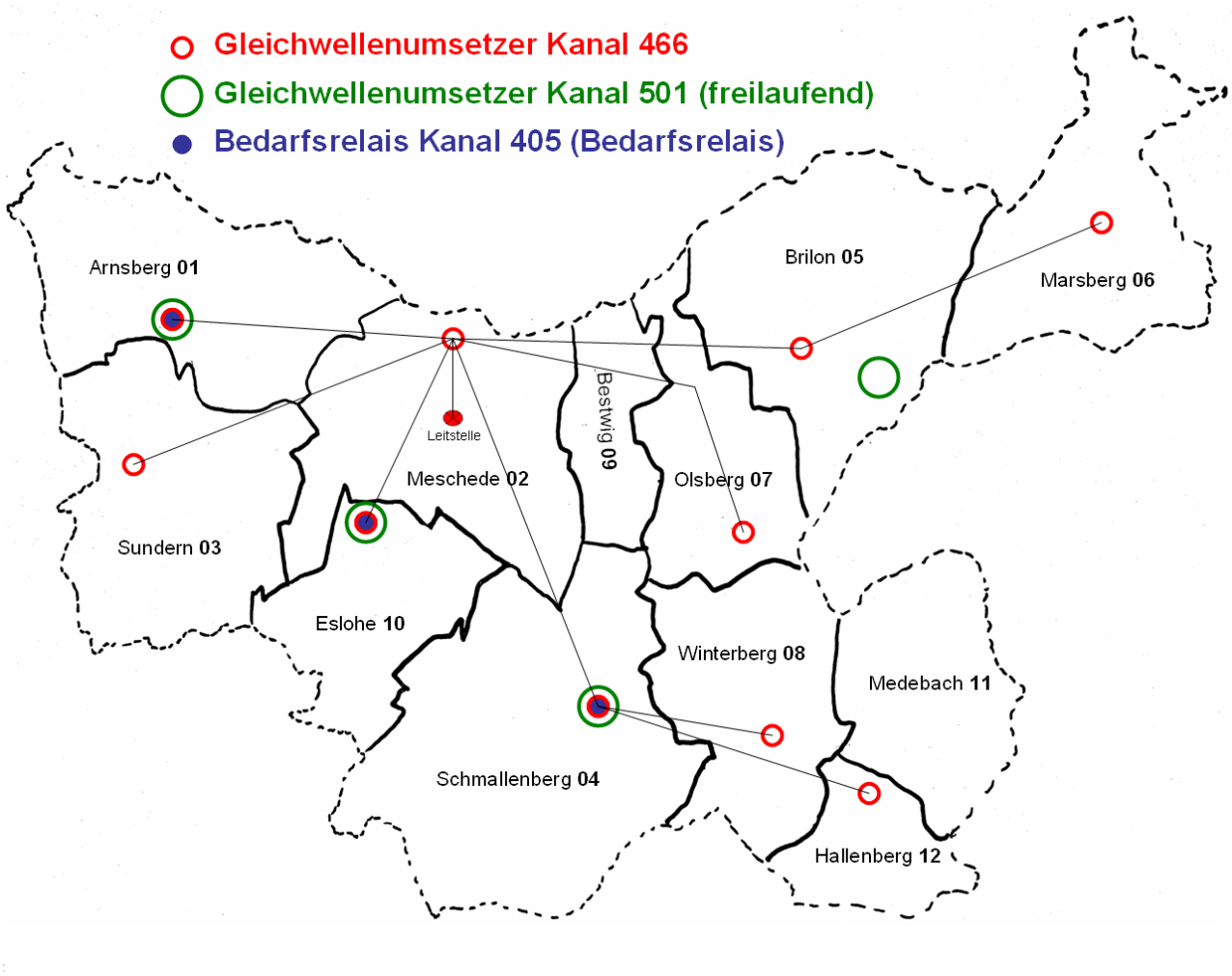


Prinzip des Gleichwellenfunks: Bei Aussendung des Gleichwellennetzes sind beide Sender der Relaisstationen 1 und 2 aktiv. Die Sprechfrequenz gelang von der Besprechungseinheit zur zentralen Steuerung. Von dort werden die Sender über Draht- oder Funkzubringer gesteuert. Die Phasen- und Amplitudenkorrektur wird im Beispiel in den Relaisstationen vorgenommen.



Gleichwellenfunkanlage GWF 637 für 4m, 2m oder 70com von Ascom. Im Bild oben der Sender, darunter von links nach rechts Empfänger, Oszillator, Kanalsteuerung und Bedienfeld. Ganz unten die Kontroll- und Steuereinrichtung.

Die Gleichwelle im HSK



Standorte der Gleichwellenfunksender:

- Meschede Sternkopf (Stimm-Stamm Fernmeldeturm)
- Arnsberg - Wennigloh (Wasserbehälter)
- Sundern (Auf'm Stück WDR-Turm)
- Eslohe - Oesterberge (WDR-Turm)
- Olsberg - Assinghausen (Fernmeldeturm)
- Schmallenberg - Hunau (Fernmeldeturm)
- Winterberg (Rathaus)
- Hallenberg - Hesborn (Bollerberg Telekom-Mast)
- Brilon (Poppenberg-Wasserbehälter)
- Marsberg (Obermarsberg-Wasserbehälter)

Vor- und Nachteile der Gleichwelle

+

- Nutzung der alten Hardware in den Fahrzeugen
- Enorme Reichweite der Fahrzeuge untereinander
- Flächendeckende Erreichbarkeit aller FME
- Standortkenntnis der Fahrzeuge unwichtig

-

- Enormer Aufwand zur Versorgung des Gebietes
- Störanfälligkeit auf 2 Funkstrecken (70cm und 4m)
- Beschränkung des 5-Tonfolgesystems bleibt
- Funkauslöschungen in Überlappungsgebieten

Anmerkung:

Der Einsatz einer Gleichwellenfunkanlage erfordert absolute Disziplin aller Nutzer.

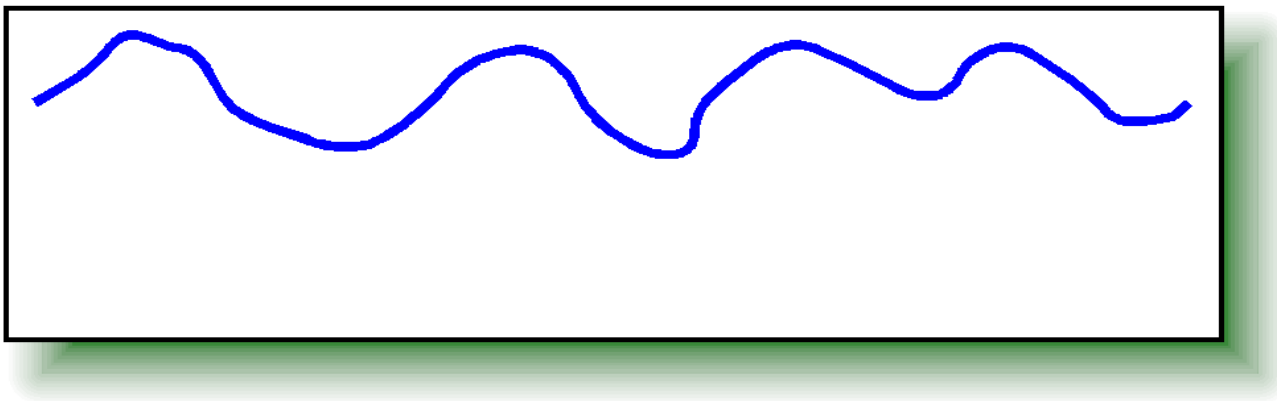
Es ist daher auf Dauer zwingend erforderlich, die eingesetzten mobilen FuG mit FMS-Handapparaten auszustatten.

Digitalfunk

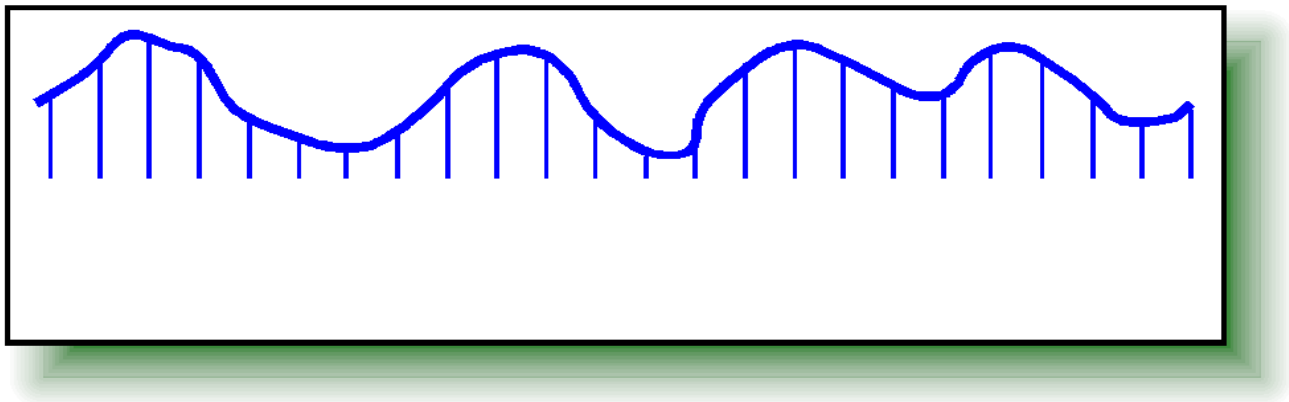
Grundlagen zur Übertragung

- So wie beim Analogfunk erfolgt die Übertragung der Sprache und Daten mit elektromagnetischen Wellen
- Der digitale BOS-Funk arbeitet im Frequenzbereich zwischen 380-385 MHz und 390-395 MHz
- Die Reichweite der digitalen Funkgeräte ist ähnlich der analogen Funkgeräte im 2m-Band
- Die Wellen sind etwas „reflektionsfreudiger“, dadurch dringen sie besser in abgeschattete Bereiche ein

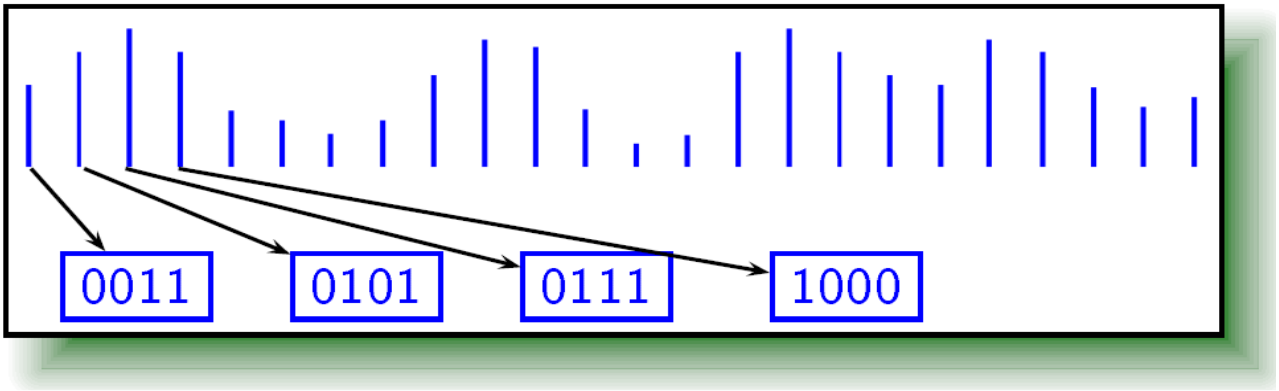
Übertragung im Analogfunk und Digitalfunk



Im Analogfunk werden die Signale permanent 1:1 übertragen

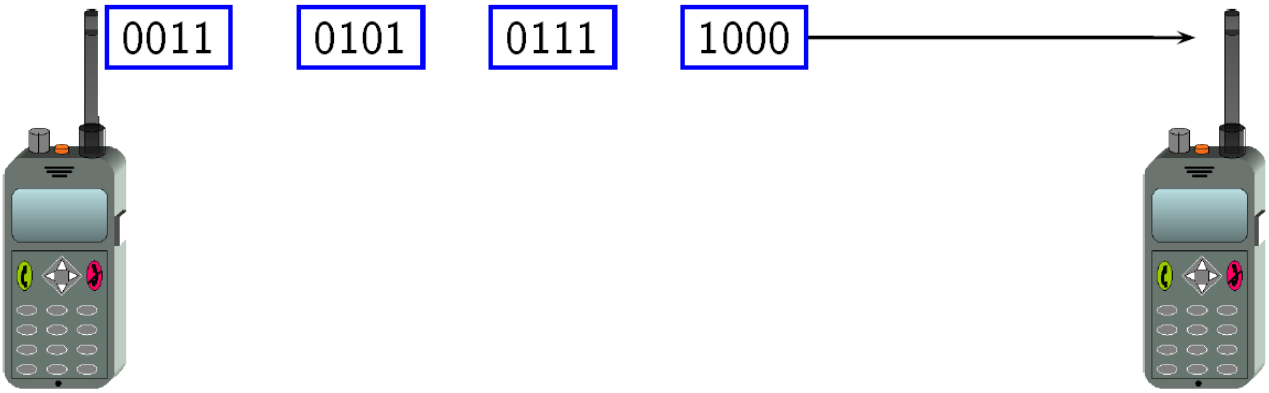


Im Digitalfunk werden aus dem Sprachsignal kleine, kurze Stichproben entnommen.

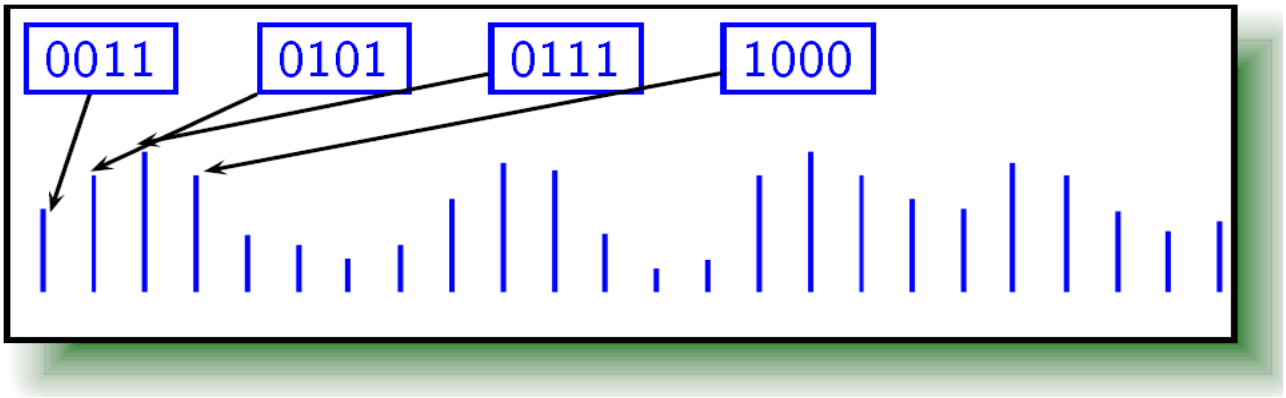


Die Größe der Stichprobe wird in digitale Signale (0 und 1) umgewandelt

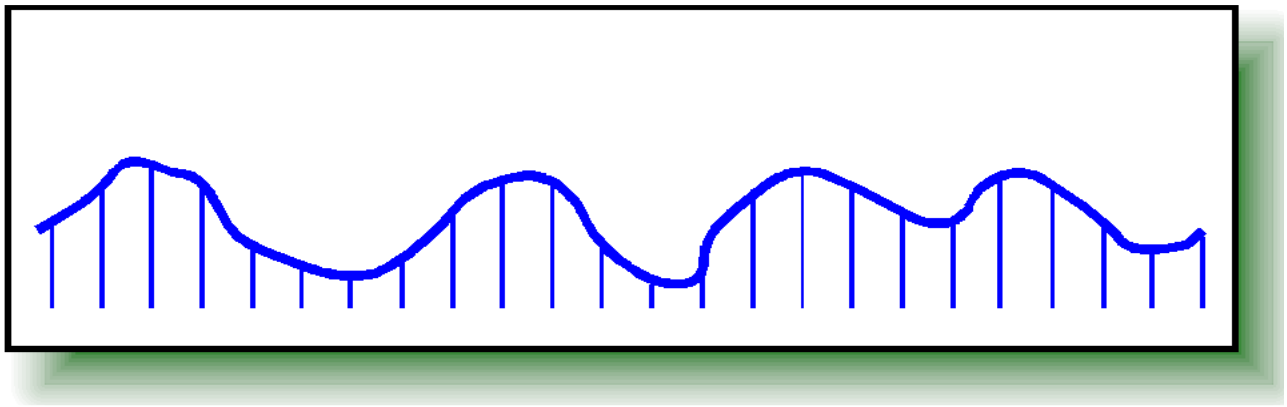
=> Digitale Codierung



Der digitale Code wird an den Empfänger übertragen.



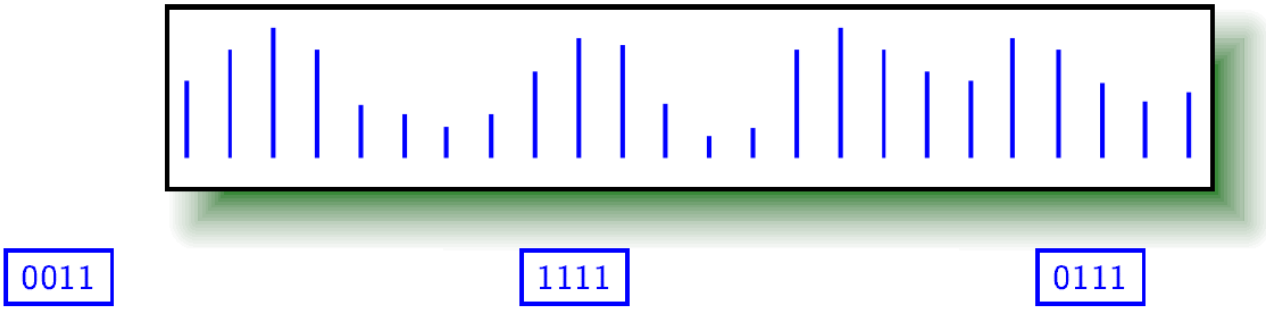
Im Empfänger wird der Digitale Code ausgewertet



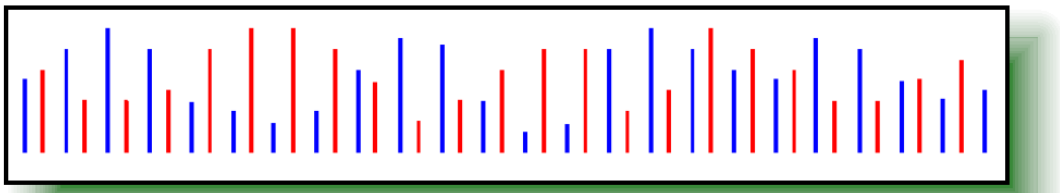
und wieder als Sprache ausgegeben!

Zeitschlitzverfahren im Digitalfunk

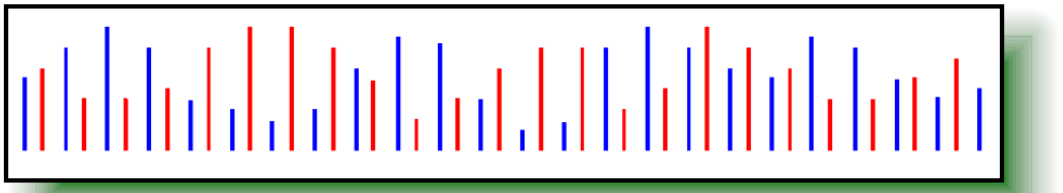
Zwischen der Übertragung der Stichproben ist die Frequenz frei.



Sie kann für die Übertragung weiterer Gespräche benutzt werden.



0011 1011 1111 1000 0111 0011

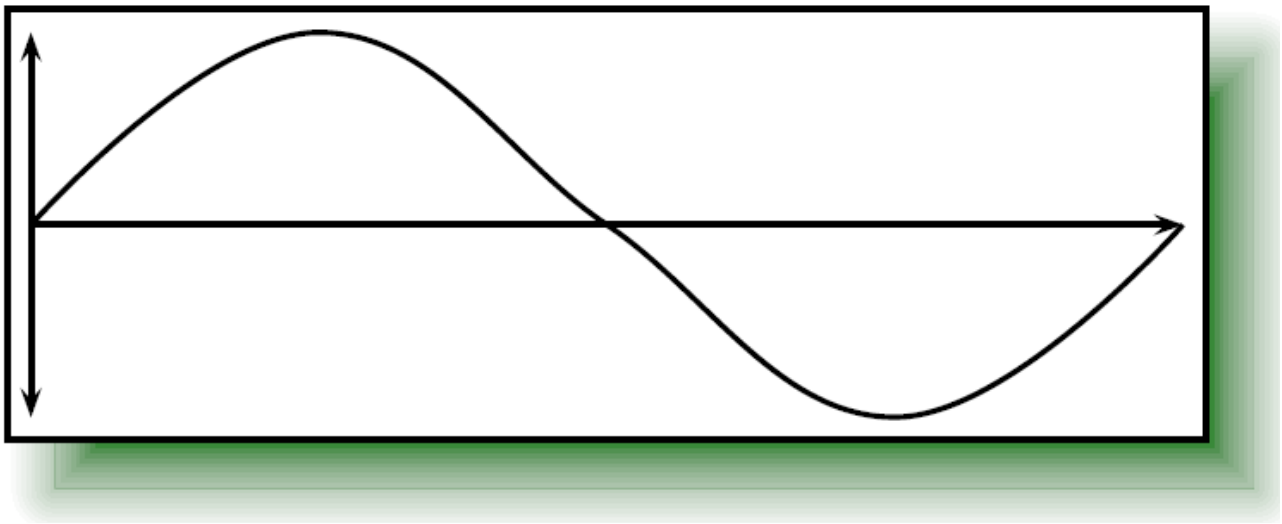


0011 1011 0001 0111 1111 1000 0010 0101 0111 0011 1001 0110

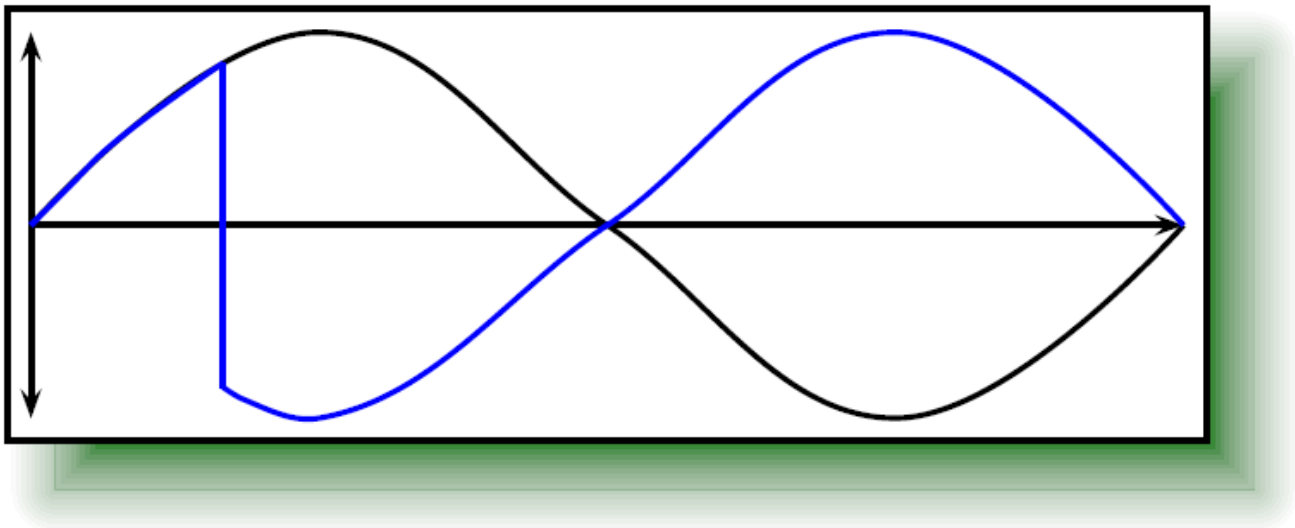
TETRA (terrestrial trunked radio) ist ein Standard für digitalen Bündelfunk, unser heutiges BOS-Digitalfunknetz in Bundesrepublik Deutschland. Mit TETRA ist die unabhängige Übertragung von vier Gesprächen auf einer Frequenz möglich. So ersetzt eine digitale Frequenz vier analoge Frequenzen. TETRA ist als Zeitmultiplex-System (TDMA) mit vier Zeitschlitzen von jeweils 14,167 ms Länge pro Trägerfrequenz spezifiziert. Der Abstand zwischen den einzelnen Trägerfrequenzen beträgt, abhängig von der gewählten Modulationsart, 25, 50, 100 oder 150 kHz. TETRA nutzt, durch die Aufteilung jedes Kommunikationskanals in eine Uplink- und eine Downlink-Frequenz, das Frequenzmultiplexverfahren.
Das Frequenzmultiplexverfahren (frequency-division multiple access, FDMA) ist ein nachrichtentechnisches Multiplexverfahren, mit dem gleichzeitig mehrere Signale auf mehrere Träger verteilt übertragen werden können. Die Träger sind mehreren unterschiedlichen Frequenzen zugeordnet, weswegen auch der Begriff Frequenzmultiplex verwendet wird.

In der BRD wird das TETRA 25 eingesetzt, mit einer Bandbreite von 25 KHz und arbeitet mit einem 4:1 Time Division Multiple Access (Zeitschlitz-verfahren).

Modulation in TETRA 25

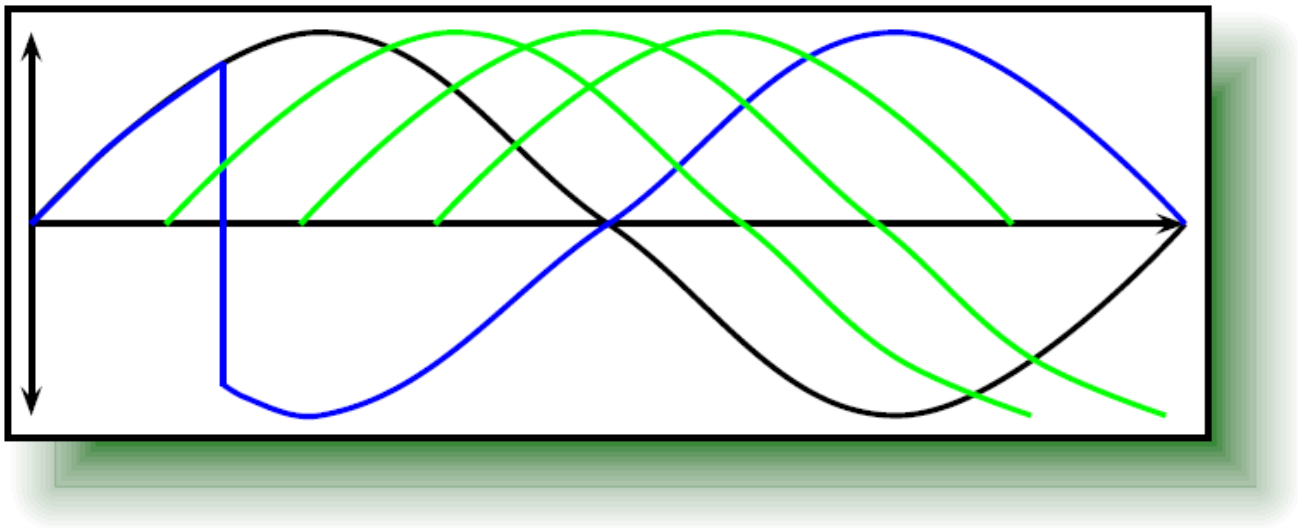


Mit Modulation wird das Verfahren bezeichnet, mit dem die Funkwelle verändert wird, um eine Information zu übertragen.



Die einzelnen Bits (0 und 1) werden durch Phasensprünge des hochfrequenten Trägers übermittelt.

Dieses Verfahren wird **PM (P**hasen**m**odulation**)** oder **PSK (P**hase **S**hift **K**eying**)** genannt.



Es sind vier Phasenlagen möglich (**Q**uadrature **P**hase **S**hift **K**eying, kurz **QPSK**).

Info zur Modulation

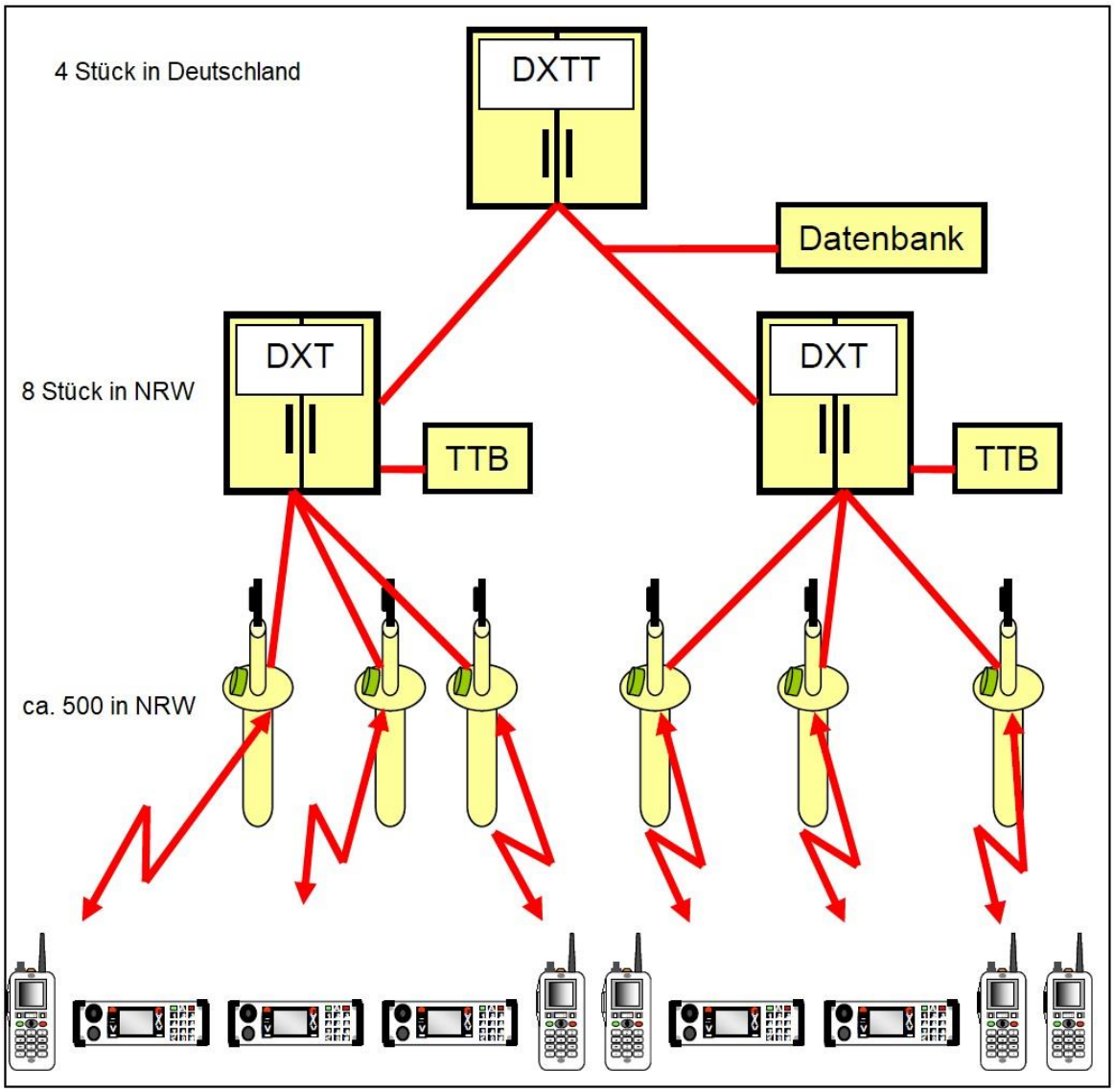
- Die Reihenfolge, in der die Phasenlagen erreicht werden können, wird durch die /4 QPSK vorgegeben.
- Dieses Verfahren vermeidet 180 Grad Phasensprünge und hält das Signal bei akzeptabler Qualität innerhalb der 25 kHz Bandgrenzen.
- Durch die Bündelung von vier Übertragungswegen auf „einer Frequenz“ entstehen so in den zur Verfügung stehenden 10MHz 200 Kanäle.

Aufteilung der 200 Kanäle

30 Kanäle für den DMO Betrieb (Direkt Mode)
12 Kanäle für Mobile Basisstationen
12 Kanäle für den Luftverkehr
146 Kanäle für die Basisstationen

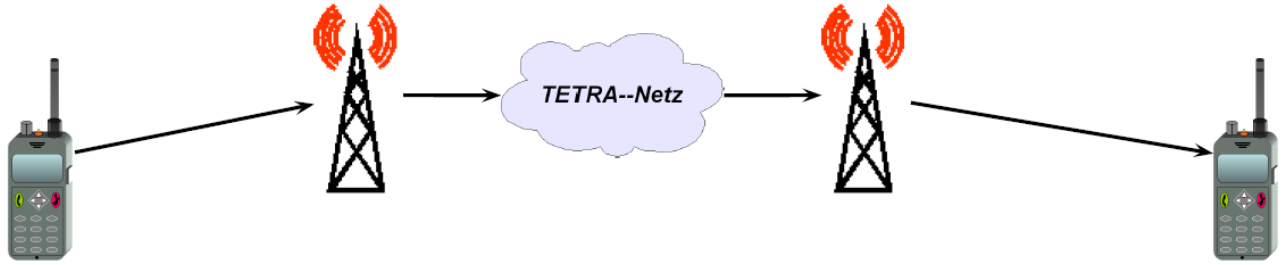
Im Digitalfunk gibt es ein Funknetz für alle BOS in ganz Deutschland.
Die Netzarchitektur und die Netzstruktur des Digitalfunknetzes sind mit der eines Mobilfunknetzes vergleichbar.
Wird ein Endgerät eingeschaltet, bucht es sich in die nächste Basisstation ein. Beim Anmeldevorgang werden die Daten des Endgerätes in einer Datenbank abgeglichen, ob dieses zur Teilnahme am Digitalfunk berechtigt ist.
Die Basisstationen sind an eine Vermittlungsstelle (DXT = Digital exchange for TETRA) angebunden. Die Vermittlungsstellen sind redundant angebunden und über eine Transitvermittlungsstelle (DXTT = Digital exchange Transit for TERTRA) vernetzt.

Schematischer Netzaufbau des Digitalfunknetzes



Betriebsarten im Digitalfunknetz

TMO



- Die Verbindung wird über ein bundesweites Funknetz aufgebaut.
- Das Funknetz ist mit dem Handy-Funknetz vergleichbar.
- Diese Betriebsart wird mit **T**runked **M**ode **O**peration (**TMO**, engl. für Fernbetriebsart) bezeichnet.
- Das Funkgerät muss sich im Sende- und Empfangsbereich einer Basisstation befinden um die TMO-Betriebsart nutzen zu können.

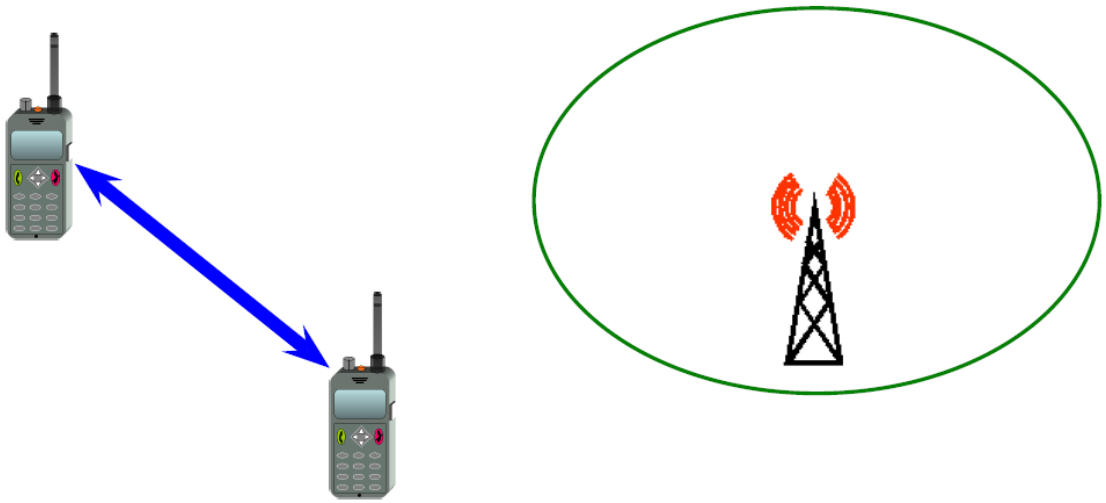
TMO Gruppen im HSK

Unterordner	Zuweisung	Gruppenbezeichnung
KREIS	Anrufgruppe für externe Einsatzmittel	HSK_Anruf
	Gruppe Feuerwehr	HSK_FW
	Gruppe Rettungsdienst	HSK_RD
	Gruppe Rettungsdienst Sonderlage	HSK_RD-Son
	Gruppe Zusammenarbeit BOS	HSK_BOS
	Gruppe Katastrophenschutz	HSK_KatS
	Gruppe Hilfsorganisationen	HSK_HiOrg
	Gruppe Werkfeuerwehr	HSK_WerkFeu
GEMEINDE	Hochsauerlandkreis	HSK_HSK
	Stadt Arnsberg	HSK_ARN
	Stadt Meschede	HSK_MES
	Stadt Sundern	HSK_SUN
	Stadt Schmallenberg	HSK_SML
	Stadt Brilon	HSK_BRI
	Stadt Marsberg	HSK_MAB
	Stadt Olsberg	HSK_OLS
	Stadt Winterberg	HSK_WTB
	Gemeinde Bestwig	HSK_BSW
	Gemeinde Eslohe	HSK_ESL
	Stadt Medebach	HSK_MED
	Stadt Hallenberg	HSK_HLB

TMO Gruppen überörtlich

ÜBERÖRTLICH	**Anrufgruppe Kreis Soest**	SO_Anruf
	Anrufgruppe Kreis Paderborn	PB_Anruf
	Anrufgruppe Kreis Höxter	HX_Anruf
	Anrufgruppe Kreis Siegen-Wittgenstein	SI_Anruf
	Anrufgruppe Kreis Olpe	OE_Anruf
	Anrufgruppe Märkischer Kreis	MK_Anruf
	Anrufgruppe Stadt Hamm	HAM_Anruf
	Anrufgruppe Stadt Dortmund	DO_Anruf
	Anrufgruppe Stadt Bochum	BO_Anruf
	Anrufgruppe Kreis Unna	UN_Anruf
	Anrufgruppe Stadt Münster	MS_Anruf
	Landkreis Waldeck-Frankenberg (FW)	KB_BG_FW
	Landkreis Waldeck-Frankenberg (RD)	KB_BG_RD
	Stadt Kassel (RD)	KS_BG_RD

DMO



- Befinden sich die Funkgeräte außerhalb der Reichweite einer Basisstation, können diese in der **D**irekt **M**ode **O**peration (engl. für direkte Betriebsart) funken.
- **DMO** kann auch als Einsatzstellenfunk genutzt werden.
- Es kann jedoch nur ein Zeitschlitz pro Frequenz genutzt werden.
- Die Reichweite im DMO entspricht in etwa dem analogen 2m-Einsatzstellenfunk.

DMO Gruppen

Zweck	Nutzer	Gruppenbezeichnung
Einsatzstellenfunk Feuerwehr	**Feuerwehr**	307_F* - 316_F*
Einsatzstellenfunk Rettungsdienst	**öffentlicher Rettungsdienst**	603_R* - 607_R*
Einsatzstellenfunk Katastrophenschutz	**Katastrophenschutzeinheiten**	403_K* und 404_K*
Einsatzstellenfunk Polizei	**Polizei**	507_P* - 516_P*
Einsatzstellenfunk BOS des Bundes	**BOS des Bundes (z.B. THW)**	714_B* - 733_B*
Zusammenarbeit aller BOS	**alle BOS**	214_TBZ* - 228_TBZ*
Verlegung von Einheiten	**alle BOS**	Marschkanal*
Objektversorgung (Gebäudefunkanlagen)	**Feuerwehr**	OV_1* und OV_4*

DMO Gruppennutzung im HSK

307_F*	z.b.V.	**Bevorrechtigte DMO-Gruppe gemäß Nutzungskonzept NRW im HSK!**
308_F*	z.b.V.	
HSK_N.N.	Bereitstellungsraum / -räume der Einsatzleitung (EL <-> Führer BR; jeweilige Gemeindegruppe)	
309_F*	interne Kommunikation im Bereitstellungsraum	
310_F*	Führungsgruppe (EL <-> EAL)	**Führungsgruppe**
311_F*	EA 1 - Einsatzabschnitt 1	**Regel-DMO-Gruppe Feuerwehr („Arbeitsgruppe")**
312_F*	EA 2 - Einsatzabschnitt 2	
313_F*	EA 3 - Einsatzabschnitt 3	
314_F*	EA 4 - Einsatzabschnitt 4	
315_F*	EA 5 - Einsatzabschnitt 5	
316_F*	EA ABC - Einsatzabschnitt ABC	
HSK_HSK	EA Messen - Einsatzabschnitt Messen	
607_R*	Führungsgruppe EA med. Rett - (EAL <-> UAL; Nur bei Bildung von UA im EA med. Rett!)	
603_R*	UA PAL - Unterabschnitt Patientenablage	**Regel-DMO-Gruppe Rettungsdienst / EA med. Rett („Arbeitsgruppe")**
604_R*	UA BHP - Unterabschnitt Behandlungsplatz	
605_R*	UA BTP - Unterabschnitt Betreuungsplatz	
606_R*	UA RMHP - Unterabschnitt Rettungsmittelhalteplatz	

Funkversorgungsgüten im Digitalfunk

Je nach Dichte der Basisstationen und der Geländebeschaffenheit werden fünf verschiedene Versorgungsgüten definiert:

Kategorie 0	Fahrzeugfunkversorgung gewährleistet
Kategorie 1	Handsprechfunkversorgung in der Freifläche in Kopftrageweise
Kategorie 2	Handsprechfunkversorgung in der Freifläche in Gürteltrageweise
Kategorie 3	Handsprechfunkversorgung in Gebäuden in Kopftrageweise
Kategorie 4	Handsprechfunkversorgung in Gebäuden in Gürteltrageweise

Wie weit leuchtet das Netz NRW aus

Angestrebte Netzabdeckung in NRW (Funkversorgung nach GAN (9/2002))

Kategorie 0: Flächenversorgung für KFZ (Grundversorgung)

Kategorie 1: Handfunksprechgerät (außer Haus) Trageweise: Kopf
in Siedlungs- und Verkehrsflächen

Kategorie 2: Handfunksprechgerät (außer Haus) Trageweise: Gürtel
(fast überall in Wohngebieten im HSK erreicht)

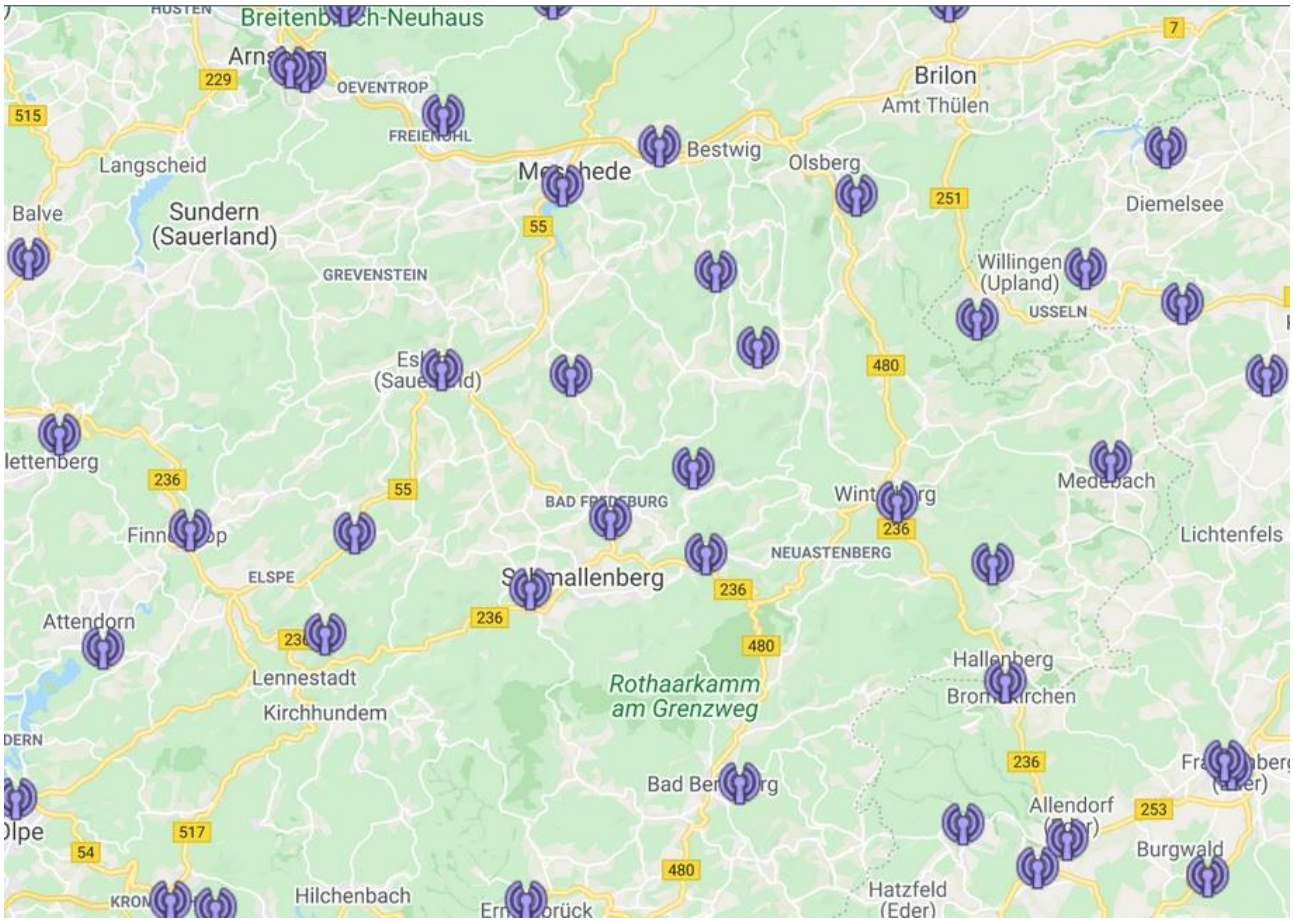
~~Kategorie 3: Handfunksprechgerät (im Haus) Trageweise: Kopf~~

Kategorie 4: Handfunksprechgerät (im Haus) Trageweise: Gürtel
(nur für besondere Objekte mit Objektversorgung)

Erweiterung nach Bedarf (temporär und kurzfristig oder auf Dauer)

Um in NRW ein Netz nach Kategorie 0, auch GAN0 genannt, flächendeckend zu bekommen, wurden ca. 500 Basisstationen in NRW aufgebaut. Leider konnte bis heute nicht überall GAN0, also die Grundversorgung erreicht werden. Vor allem im Bergischen Land, Eifel, sowie bei uns im Sauerland gibt es noch „weiße Flecken“, also gar kein Empfang, und damit eine Nutzung des Digitalfunks im TMO nicht möglich. Ob hier das Land NRW oder der Bund (BDBOS) noch nachbessert, ist bis heute nicht entschieden.

Kartenausschnitt Standorte BOS Digitalfunkmasten im HSK



Stand: 06.03.2020
Quelle: http://www.funkfrequenzen01.de/bos_digi001.htm

Verkehrsabwicklung

Die 10 Gebote zur Funkverkehrsabwicklung

1. Sprechfunkverkehr so kurz wie nötig halten
2. strenge Funkdisziplin einhalten
3. jeden Teilnehmer mit “Sie” ansprechen
4. Höflichkeitsformen unterlassen
5. deutlich und nicht zu schnell reden (Hochdeutsch verwenden!)
6. nicht zu laut sprechen
7. nur gebräuchliche Abkürzungen verwenden (z.B. PA=Pressluftatmer)
8. Zahlen unverwechselbar aussprechen
9. Eigennamen und schwerverständliche Worte ggf. buchstabieren
10. Personennamen nur in begründeten Fällen angeben

Arten von Nachrichten

1. <u>Formlose Nachrichten</u>

   - Gespräch -> unmittelbarer Informationsaustausch

   - Durchsage -> formlose Nachricht mit Inhalt an einen Adressaten

2. <u>Formgebundene Nachrichten</u>

   - Spruch -> schriftlich festgelegte Nachricht mit so bedeutendem Inhalt, dass er gesteuert und dokumentiert werden muss.

Der Spruch besteht aus Kopf, Anschrift, besonderen Vermerken und dem Absender. Hierbei ist eine längere Übermittlungszeit zu berücksichtigen, die die Verwendung für den Normalbetrieb nicht praktikabel erscheinen lässt.

Vorrangstufen

Bestimmte Einsatzlagen erfordern unter Umständen eine unterschiedlich schnelle Abfertigung und Beförderung von Nachrichten. Es werden dabei unterschieden:

- EINFACH-Nachrichten
- SOFORT-Nachrichten
- BLITZ-Nachrichten
- STAATSNOT-Nachrichten

Entsprechende Vermerke bringt der Absender (nicht der Sprechfunker!) am Nachrichtenvordruck an. Wird die Nachricht ohne besonderen Vermerk angeliefert, so ist sie als Einfach-Nachricht abzusetzen.

Einfach - Nachrichten

Einfach-Nachrichten erhalten keinen Vermerk vom Aufgeber. Sie sind in der Reihenfolge ihres Eingangs abzufertigen.

Sofort - Nachrichten

Sofort-Nachrichten sind vom Aufgeber mit dem Vermerk "sofort" gekennzeichnet. Diese Nachrichten sind *vor* Einfach-Nachrichten abzufertigen. Bestehender Funkverkehr darf dabei allerdings nicht unterbrochen werden (Funkdisziplin!)
Sofort-Nachrichten dürfen nur beim Vorliegen einer besonderen Eilbedürftigkeit aufgegeben werden.

Blitz - Nachrichten

Blitz-Nachrichten sind vom Aufgeber mit dem Vermerk "blitz" gekennzeichnet. Diese Nachrichten sind *vor* Einfach- und Sofort-Nachrichten abzufertigen. Wird dabei gerade auf dem Betriebskanal ein Sprechfunkverkehr einer niederen Vorrangsstufe geführt, so darf dieser in der Sprechpause unterbrochen werden.
Blitz-Nachrichten dürfen nur aufgegeben werden:
- zum Schutz menschlichen Lebens
- zur Bekämpfung von Kapitalverbrechen und bei Katastrophen
- im dringenden Interesse der öffentlichen Sicherheit und Ordnung

Staatsnot - Nachrichten

Staatsnot-Nachrichten **dürfen nur von der Bundesregierung und von den Landesregierungen aufgegeben werden**. Sie sind vom Aufgeber mit dem Vermerk "Staatsnot gekennzeichnet und werden vor allen anderen Nachrichten abgefertigt. Dabei ist bestehender Sprechfunkverkehr niederer Vorrangstufen zu unterbrechen.

Aufgabeberechtigungen

Der Sprechfunker darf nur Nachrichten übermitteln, die ihm vom taktischen Führer vorgegeben werden. Der Sprechfunker ist an den Inhalt gebunden!

Nur in Ausnahmefällen dürfen Nachrichten an bzw. von Behörden, Organisationen oder Institutionen, die nicht zu den BOS gehören, über Fernmeldeverbindungen der BOS befördert werden, wenn es im dringenden öffentlichen Interesse ist, und Aufgeber bzw. Empfänger BOS sind.

Ändern von Nachrichten ist dem Betriebspersonal untersagt. Niemals selber Meldungen verfassen und übermitteln!

Hiervon ausgenommen sind:

- das Ordnen der Anschrift
- das Einsetzen von gebräuchlichen Abkürzungen (Akronyme)

Merke: Es dürfen nur Nachrichten mit dienstlichem Inhalt befördert werden!

Betriebswörter bei der Funkverkehrsabwicklung

Sie	alle Teilnehmer am Sprechfunkverkehr sind grundsätzlich mit “Sie” anzusprechen.
Kommen	Gegenstelle wird zur Antwort aufgefordert
Ich berichtige	Ankündigung einer sendenden Sprechfunkbetriebsstelle zur Berichtigung eines Sprech- oder Textfehlers.
Ich wiederhole	Ankündigung einer sendenden Sprechfunkbetriebsstelle zur Wiederholung eines Nachrichteninhalts.
Wiederholen Sie	Aufforderung der Gegenstelle, den gesamten Nachrichteninhalt zu wiederholen
Buchstabieren Sie	Aufforderung der Gegenstelle, ein schwer verständliches Wort zu buchstabieren
Ich buchstabiere	Ankündigung einer sendenden Sprechfunkbetriebsstelle, ein schwer verständliches Wort zu buchstabieren.
Nichts zu hören - Ende	Beenden eines Sprechfunkverkehrs nachdem sich die Gegenstelle nicht gemeldet hat.
Frage	Ankündigung einer sendenden Sprechfunkbetriebsstelle, dass eine Fragestellung folgt.
Verstanden	Bestätigung einer aufnehmenden Sprechfunkbetriebsstelle über den vollständigen Empfang einer Nachricht.
Ende	Beenden des Sprechfunkverkehrs. Der Kanal ist frei.
Warten	Anrufende Sprechfunkbetriebsstelle wird zum Warten aufgefordert.
Tatsache	Stichwort zur Ankündigung einer Tatsachenmeldung während einer Übung.
Übung	Besonderer Vermerk zur Kennzeichnung von Übungsnachrichten im Betriebskanal.
Blitz	Stichwort zur Kennzeichnung einer dringenden Nachricht. Alle anderen Sprechfunkbetriebsstellen müssen einer Blitz-Nachricht vorrang gewähren.

Buchstabiertafel

Buchstabiert wird nach dem sogenannten Inland-Alphabet. Nur im Fernmeldeverkehr mit dem SAR-Dienst der Bundeswehr sowie bei der Zusammenarbeit mit ausländischen Stellen wird das internationale Alphabet (NATO-Alphabet) angewendet:

	Inland	**International**		**Inland**	**International**
A	Anton	Alfa	**O**	Otto	Oscar
Ä	Ärger	---	**Ö**	Ökonom	---
B	Berta	Bravo	**P**	Paula	Papa
C	Cäsar	Charlie	**Q**	Quelle	Quebec
Ch	Charlotte	---	**R**	Richard	Romeo
D	Dora	Delta	**S**	Samuel	Sierra
E	Emil	Echo	**Sch**	Schule	---
F	Friedrich	Foxtrott	**T**	Theodor	Tango
G	Gustav	Golf	**U**	Ulrich	Uniform
H	Heinrich	Hotel	**Ü**	Übermut	---
I	Ida	India	**V**	Viktor	Victor
J	Julius	Juliet	**W**	Wilhelm	Whisky
K	Kaufmann	Kilo	**X**	Xanthippe	Xray
L	Ludwig	Lima	**Y**	Ypsilon	Yankee
M	Martha	Mike	**Z**	Zacharias	Zulu
N	Nordpol	November			

Zahlentafel

0	nuhl	16	sechszähn
1	einss	17	siebännzähn
2	zwoh	18	achtzähn
3	drrei	19	noihnzähn
4	fieärr	20	zewanzich
5	fünneff	21	einssundzewanzich
6	sechs	22	zwohundzewanzich
7	siebänn	30	drreissich
8	acht	33	drreiunddreissich
9	noihn	40	fieärrzich
10	zähn	44	fieärrundfieärrzich
11	älff	50	fünneffzich
12	zewölff	100	einsshundärrt
13	drreizähn	555	fünneffhundärrtfünneffundfüneffzich
14	fieärrzähn	1000	einsstausend
15	fünneffzähn		

Zahlenreihen mit 2 oder 3 Stellen werden grundsätzlich zusammenhängend gesprochen.

z.B. Kanal 55 Kanal fünneffundfünneffzich
Kanal 471 Kanal fiärrhundärteinssundsiebännzich

Bei Zahlenreihen mit mehr als drei Stellen werden die Zahlen einzeln gesprochen.

z.B. Uhrzeit 1043 einss - nuhl - fieärr - drrei

Eine Ausnahme bilden die glatten Zahlenreihen, z.B 1000, 10000 oder 25000. Diese werden auch zusammenhängend gesprochen.

Die Sprechfunkverkehrsabwicklung

Der Anruf

Der Sprechfunkverkehr wird durch den Anruf eröffnet.
Der Anruf besteht aus:

- dem Rufnamen der zu rufenden Gegenstelle
- dem Betriebswort: *„von"*
- dem eigenen Rufnamen
- ggf. die Art der Nachricht (bei Durchsage oder Spruch)
- der Aufforderung *„kommen"*

Beispiel: „Leitstelle Sauerland von Florian Schmallenberg 1-ELF1/1 – kommen“

Die Anrufantwort

Der Anruf ist sofort durch die Anrufantwort zu bestätigen.
Die Anrufantwort besteht aus:

- dem Betriebswort: *„hier"*
- dem eigenen Rufnamen
- der Aufforderung: *„kommen"*

Beispiel: „Hier Leitstelle Sauerland – kommen“

Die Gesprächsabwicklung

Die Gesprächsabwicklung sollte kurz und formlos erfolgen (Grundsätze der Sprechfunkverkehrsabwicklung).
Am Ende der eigenen Ausführungen steht die Aufforderung *„kommen"*.

Der Gesprächsabschluss

Der Gesprächsabschluss besteht lediglich aus dem Wort *„Ende"* bzw. wenn mit dem Abschluss eine Bestätigung verbunden ist: *„Verstanden - Ende"*

Beispiel für ein Gespräch:

„Leitstelle Sauerland von Florian Schmallenberg 1-ELF1/1 – kommen“

„Hier Leistelle Sauerland – kommen“

„Florian Schmallenberg 1-ELF1/1 Einsatzstelle an – kommen“

„Hier Leitstelle Sauerland – verstanden Ende“

Das verkürzte Verfahren

Bei sicherer Sprechfunkverbindung und bei eingespieltem Sprechfunkverkehr kann das Gespräch auch verkürzt abgewickelt werden, indem im Anruf bereits die Nachricht oder die Frage enthalten ist:

Beispiel :

„Leitstelle Sauerland von Florian Schmallenberg 1-ELF1/1 Frage Verständigung – kommen“

„Hier Leitstelle Sauerland Verständigung gut – kommen“

„Verstanden Ende“

Wichtig ist, dass jeder Gesprächsteilnehmer das Gespräch beenden kann. Sollte auf einen Anruf nicht sofort (bis ca. 10 Sek.) geantwortet werden können, so antwortet man mit „Ich rufe zurück – Ende!“

Sammelruf

Richtet sich eine Nachricht an mehrere oder alle Sprechfunkstellen eines Sprechfunkverkehrskreises, so besteht der Anruf aus:

- dem eigenen Rufnamen
- dem Sammelruf: - an alle oder
  - an alle außer... oder
  - an alle im Bereich

Die aufgerufenen Sprechfunkstellen werden einzeln zur Anrufantwort aufgefordert. Meldet sich eine Sprechfunkstelle nicht, ist die Nachricht zunächst an die anderen Sprechfunkstellen zu befördern.

Eine Kombination aus Sammelruf und verkürztem Verfahren ist möglich.

Beispiel:

„Florian Sauerland 4-LF20KatS/1 von Florian Schmallenberg 1-ELF1/1 – kommen“

„Hier Florian Sauerland 4-LF20KatS/1 – kommen“

„Warten Sie“.... (Nächster Teilnehmer)

Der erweiterte Anruf

Kommt eine Verbindung nicht sofort zustande, kann der erweiterte Anruf angewendet werden; dabei ist der Anruf bis zu dreimal zu wiederholen.
Meldet sich die angerufene Sprechfunkstelle auch nach einem erweiterten Anruf nicht, kann die Nachricht blind befördert werden oder der Sprechfunkverkehr beendet werden.

Das blinde Befördern

Wird eine Nachricht blind befördert, so ist zunächst der erweiterte Anruf ohne die Aufforderung "kommen" anzuwenden und anschließend ist die Nachricht zweimal durchzugeben.
Nach dem blinden Befördern einer Nachricht ist der Aufgeber zu unterrichten.

Grundsätzliches

Bei jedem Sprechfunkverkehr gilt grundsätzlich:

- Sprechfunkverkehr so kurz wie möglich, aber so umfassend und aufschlussreich wie nötig abwickeln
- hochdeutsch sprechen!
- jeden Teilnehmer mit "Sie" ansprechen, auch wenn an der Gegenstelle ein Bekannter sitzt

- Höflichkeitsformeln sind zu unterlassen, da sie keinen Informationsgehalt besitzen.
- Langsam und deutlich sprechen, um unnötige Rückfragen zu vermeiden.
- Abkürzungen vermeiden, weil unter Umständen der Informationsgehalt darunter leidet.
- Personennamen sind nur in Ausnahmefällen zu nennen!

Anwendung der Fernmeldetaktik

Führungsstufen nach der FwDV100

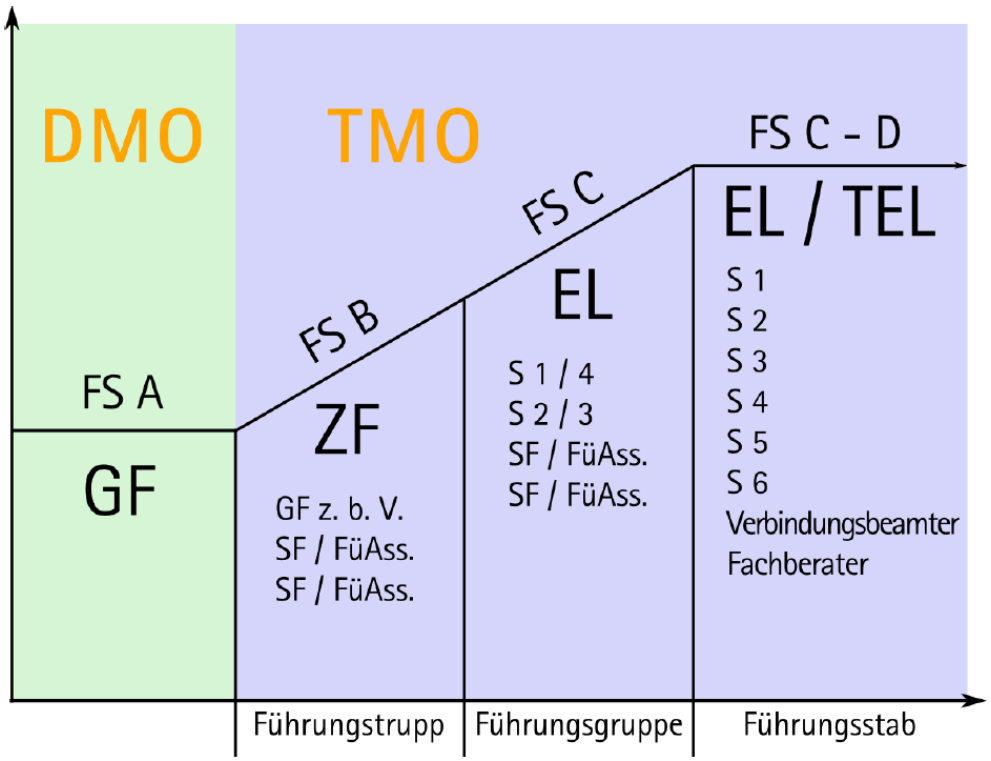
Führungsstufe A: “Führen ohne Führungseinheit”
- taktische Einheiten bis zur Stärke von zwei Gruppen;
- Führungseinrichtungen (zum Beispiel: Leitstelle).

Führungsstufe B: “Führen mit örtlichen Führungseinheiten”
- Zug oder Verband an einer Einsatzstelle;
- Führungstrupp oder Führungsstaffel;
- Führungseinrichtungen (zum Beispiel: Leitstelle).

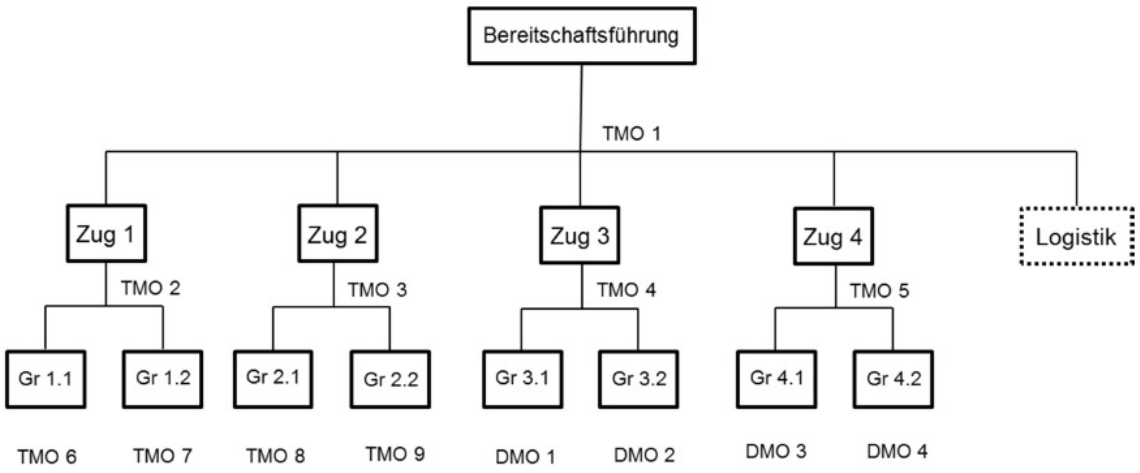
Führungsstufe C: “Führen mit einer Führungsgruppe”
- Verband an einer Einsatzstelle;
- Führungsgruppe;
- Führungseinrichtungen (zum Beispiel: Leitstelle).

Führungsstufe D: “Führen mit einer Führungsgruppe beziehungsweise mit einem Führungsstab”
- mehrere Verbände an einer Einsatzstelle oder an mehreren Einsatzstellen im Schadengebiet;
- Führungsgruppe beziehungsweise Führungsstab des Landkreises, der kreisfreien Stadt beziehungsweise des Stadtkreises;
- Führungseinrichtung des Aufgabenträgers der überörtlichen Gefahrenabwehr (zum Beispiel: Leitstelle oder IuK-Zentrale).

Einteilung der Betriebsmodi
anhand der Führungsstufen nach der FwDV 100



Führungsstruktur im Katastrophenschutz
Kommunikationsübersicht einer Bezirksbereitschaft NRW



Es werden insgesamt 13 Rufgruppen (z.B. 9 TMO und 4 DMO) für eine Bezirksbereitschaft benötigt.

Gerätekunde Analogfunk

Wir unterscheiden unsere Funkgeräte (FuG) in Geräte zur Verwendung im 2m-Band und im 4m-Band. Der 2m-Bandfunk dient ausschließlich zur Kommunikation an Einsatzstellen (-> Einsatzstellenfunk). Der 4m-Bandfunk dient der Kommunikation der Einsatzfahrzeuge und Einheiten (-> Führungs-funkverkehrskreis).

<u>Wichtig:</u> 2m-Bandgeräte dürfen nicht <u>ortsfest</u> in Feuerwachen, Gerätehäusern oder Leitstellen betrieben werden!

Ähnlich wie bei einem Kraftfahrzeug der Fahrzeugschein und laufende TÜV-Abnahmen erforderlich sind, damit dieses betrieben werden darf, ist eine Genehmigung für den Betrieb einer Funkanlage erforderlich. Jede Funk-anlage, die im Bereich BOS betrieben wird, muss eine Zulassung haben und angemeldet sein. Die Zulassung ergibt sich aus dem CE-Kennzeichen und der fernmeldetechnischen Zulassung durch das Bundesamt für Post- und Telekommunikation (BAPT). Frühere Zeichen sind die BZT, ZZF oder FTZ-Nr. Ebenfalls bekommt jedes Gerät eine BOS-Nr., diese wird von der Landesfeuerwehrschule Bruchsal (BW), die für den Bereich Funk zuständig ist, vergeben.

Technische Anforderungen an Funkanlagen

Zulassungsverfahren für BOS-Funkanlagen:

- Bundesamt für Zulassungen in der Telekommunikation (BZT)
  - allgemeine Eigenschaften (Sendeleistung, unzulässige Abstrahlungen, Störstrahlungsfestigkeit)
  - Prüfnummer (BZT-Nummer)

B Z T	A123 489H	EU

- Technischen Richtlinien BOS (TR-BOS)
  - Einhaltung der Richtlinien für Gerätetyp
  - Prüfnummer (BOS-Nummer)

BOS NR.: MEI 442/96

Übersicht über die FuG-Gerätetypen im 4-m und im 2-m BOS-Sprechfunkband

FuG	Band	Anzahl Kanäle	Kanal	Verkehrsart	Watt	Verwendung
7 a	4 m	120 / 120	400-519	W / G / Rs 1	3 / 10	mobil / fest
7 b	4 m	120 / 120	400-519	W / G / Rs 1	3 / 10	mobil / fest
8 a-1	4 m	144 / 164	347-510	W / bG*	10	mobil / fest
8 b	4 m	111 / 110	400-510 / 400-509	W / G	10	mobil / fest
8 b-1	4 m	144 / 164	347-510	W / G	10	mobil / fest
8 b-2	4 m	144 / 164	347-510	W / G	3 / 12	ortsfest
8 c	4 m	144 / 164	347-510	W / G / Rs 1	3 / 10	mobil / fest
9 b	2 m	92 / 92	1-92	W / G	6	mobil / fest
9 c	2 m	92 / 92	1-92	W / G / Rs 1	2,5 / 6	mobil / fest
10	2 m	10	Max. 10	W	1 / 2,5	portabel
10 a	2 m	92 / 92	1-92	W / bG	1	portabel
10 b	2 m	125 / 125	1-125	W / bG	1 / 6	portabel
11 b	2 m	125 / 125	1-125	W / bG	1	portabel
13 b	4 m	144 / 164	347-510	W / bG	1 / 6	portabel

*) bedingtes Gegensprechen (keine eigenständige Verkehrsart) Es besteht theoretisch die Möglichkeit das Frequenzpaar (Kanal) auszunutzen. Es ist aber technisch bedingt dadurch, dass bestimmte Funkgeräte nur einen „Antennenumschalter“ haben, nicht möglich.

In regelmäßig erscheinenden Runderlassen des IM NRW wird eine aktuelle Übersicht der geprüften und zugelassenen BOS-Geräte verteilt. Ex-geschützte Handsprechfunkgeräte bedürfen hierbei einer besonderen Genehmigung im Einzelfall, da eine allgemeine BOS-Zulassung nicht vorliegt. Davon ausgenommen ist lediglich das TELEPORT 9-160 der Fa. AEG, das bereits als FuG 10b zugelassen ist.

Die Funkgeräte der BOS werden eingeteilt in:

- Einkanalgeräte
- Wenigkanalgeräte (weniger als 10 Kanäle)
- Vielkanalgeräte (mehr als 10 Kanäle)

Gerätekunde Digitalfunk

Im digitalen BOS-Sprachgebrauch wird zwischen drei Funkgerätetypen unterschieden.

Gerätetypen:

Handfunkgeräte	HRT	**H**andheld **R**adio **T**erminal
Mobilfunkgeräte	MRT	**M**obile **R**adio **T**erminal
Festeinbaugeräte	FRT	**F**ixed **R**adio **T**erminal

Jedes digitale Endgeräte muss über eine individuelle Geräteadresse, die sogenannte TEI (TETRA Equipment Identity) verfügen, die beim Einbuchen des Endgerätes ins Netz übertragen wird und zur Identifizierung des Endgerätes unabhängig von seiner Teilnehmeradresse und einer OPTA durch das Netzmanagement verwendet werden kann.

Jedes digitale BOS-Sprechfunkgeräte sollte folgende Betriebsarten aufweisen. Diese können individuell programmiert werden:

Betriebsarten

TMO und DMO

Einzelruf und Gruppenruf

Telefonie

Notruf (auch im DMO mit Priorität)

SDS (Short Data Service, ähnlich SMS)

BOS-Sicherheitskarte

Voraussetzung für den Betrieb eines digitalen Sprechfunkgerätes ist eine personalisierte BOS-Sicherheitskarte (ähnlich einer SIM-Karte im Handy-Netz). Hierfür hat jedes Gerät einen eigenen Kartenslot, der sich z.B. beim HRT, wie bei einem Mobilfunktelefon, im Akkufach befindet.

Übertragungssysteme

Analoge Funkalarmierung

(gem. Runderlass IM-NRW VIIIB4-4.429-1 vom 12.08.1957)

Das Übertragungsverfahren der analogen Funkalarmierung im BOS-Bereich ist das ZVEI 5-Ton-Folgeruf-System (Mehrtonverfahren).

Über den normalen Sprechfunkbetriebskanal wird eine Sequenz aus 5 Tönen gesendet, deren Tonhöhe eine bestimmte Rufkombination wiederspiegelt, die die Empfangseinrichtungen (z.B. Funkmeldeempfänger - FME) auswerten.

Ziffer 1 der Tonfolgereihe ist festgelegt pro Bundesland (z.B. 7 = NRW).

Ziffer 2 wird nach Landessystematik vorgegeben.

Die restlichen 3 Ziffern werden individuell auf Landkreisebene verteilt.

Die Funkmeldeempfänger werden immer für Oberbandempfang bequarzt/eingestellt, so dass eine Aussendung des Tonrufes über eine Relaisfunkstelle und somit eine Erhöhung der Reichweite erfolgen kann. Um FME direkt über ein Funkgerät in unmittelbarer Nähe auszulösen, ist dieses demzufolge in die Betriebsart O/G oder O/W zu schalten.

Für die Auslösung von Sirenen wird zur Erhöhung der Sicherheit zusätzlich ein Doppelton-Dauerruf in einer definierten Länge (5 s.) an den 5-Tonfolgeruf angefügt. Eine Sirenenauslösung erfolgt nur, wenn das Sirenensteuergerät diesen Doppelton korrekt empfängt.

Ein einfaches Einton-Übertragungssystem ist der sogenannte "Einton-Dauerruf", Töne der DIN-IEC-489-Reihe werden für den Tonruf bei BOS-Funkgeräten verwendet, um eine Relaisfunkstelle zu aktivieren.

Analoger Funkmeldeempfänger (FME)

Fa. Swissphone

Typ „Quattro XLS+“

Digitale Funkalarmierung

Es existiert ein europaweit einheitliches digitales Ruftonsystem (Radio Paging Code Nr. 1 - RPC). Realisiert wird die digitale Alarmierung über spezielle Frequenzen im 2m- oder 70cm-BOS-Band. Der "normale" BOS-Sprechfunkverkehr im 4m-Band bzw. Digitalfunk wird dadurch von den Alarmierungen entlastet.

Eine Alarmierung wird ausgehend von einem Digitalen Alarmgeber (DAG) über Digitale Alarmumsetzer (DAU) ausgesendet. Als Digitale Meldeempfänger (DME) werden Geräte verwendet, wie sie auch für Funkrufdienste wie e*message bekannt sind. Der Alarm wird in Form von Textnachrichten (Einsatzort, Einsatzstichwort usw.) übertragen.

Neben den zusätzlich zu übertragenden Informationen sind weitere Vorteile des digitalen Alarmierungssystems die sehr guten Übertragungs- und Empfangseigenschaften (z.B. auch in Gebäuden) und die Möglichkeit, über den Pager immer über die Verbindung zu einer Sendestation (DAU) informiert zu werden. In bestimmten Zeitabständen prüft der Empfänger dann selbsttätig, ob ein "Testsignal" empfangen wird und informiert ggf. den Benutzer, dass er sich außerhalb der Reichweite der Sendeanlagen aufhält.

Digitaler Meldeempfänger (DME)

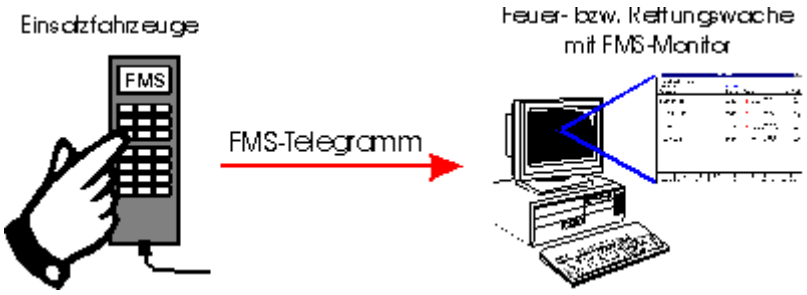
Fa. Swissphone

Typ „s.QUAD X35“

Funkmeldesystem (FMS)

Das FMS ist die einfachste Form der Datenübertragung und wird seit Anfang der 80er Jahre bei den BOS eingesetzt. Es ist für die schnelle Übermittlung von Routinemeldungen (Status) zwischen Leitstelle und Fahrzeugen gedacht. Jedes Fahrzeug hat eine eindeutige 4-stellige Kennung, die zusammen mit einer BOS-, Landes- und Ortskennung und dem Status digital (FSK-Modulation) auf dem Sprechfunkkanal übertragen wird.

Funkmeldesystem (FMS)



Es können Statusmeldungen in Form der Ziffern 1 - 9 vom Fahrzeug zur Leitstelle übertragen werden, in der Bauart 2 auch Meldungen in Form von Buchstaben von der Leitstelle zum Fahrzeug (Fernaufträge). Der Empfang von Meldungen wird durch das Leitstellengerät quittiert (Quittungston oder Quittungstelegram). In der Leitstelle werden die FMS-Meldungen meist direkt in ein EDV-System übernommen (bzw. auch aus diesem heraus gesendet) und eine Fahrzeugübersicht (großes Leuchttableau) automatisch aktualisiert. In vielen Leitstellenbereichen ist es nicht mehr möglich, ohne FMS zu arbeiten. Das bedeutet, die Leitstelle reagiert z.B. nur noch auf einen Sprechwunsch mittels FMS-Status 5 (der Computer ruft den für das Fahrzeug aktuellen Einsatz auf und zeigt ihm den Disponenten an) und nicht mehr auf "einfaches Ansprechen". Ganz verlernen sollte man den herkömmlichen Umgang am Funkgerät aber nicht, denn wenn die Technik mal ausfällt läuft alles wieder "wie früher"...

FMS-Statusmeldungen

Status	Bedeutung
1	einsatzbereit über Funk, Anmeldung Sprechfunkverkehrskreis
2	einsatzbereit am Standort, Abmeldung SprFuVerKr
3	Einsatzauftrag/Dienst übernommen, abgerückt
4	am Einsatzort/Zielort eingetroffen, nicht über Funk
5	Sprechwunsch
6	nicht einsatzbereit/außer Dienst bzw. außerhalb des E.gebiets
9	Quittung, Anmeldung in fremden SprFuVerKr
0	Notruf

Der "Notruf" (Ziffer 0) ist an den meisten Geräten der Freiw. Feuerwehr der Stadt Schmallenberg deaktiviert. Es würde das Geräte für eine bestimmte Zeit auf "Dauersenden" schalten und blockiert somit alle anderen Funkstellen im Sprechfunkverkehrskreis. Es wird jetzt jedes im Fahrzeug gesprochene Wort direkt über Funk übertragen. Eingeführt wurde diese vorrangig für die Polizei, z.B. für Alarmmeldungen bei Bedrohungen der Beamten. Genutzt werden kann es aber auch z.B. bei eigenen Verkehrsunfällen, wenn des den Insassen nicht mehr möglich ist, regulär das Funkgerät zu bedienen. Da es aber häufig zu Fehlbedienungen kommt und dann der gesamte Sprechfunkverkehrskreis gestört ist, wird auch in einigen Bereichen die Notruffunktion ausgeschaltet, d.h. das Gerät entsprechend programmiert. Der Status 7 und 8 ist bei der Feuerwehr nicht belegt!

FMS-Fernaufträge

Folgende Aufstellung stellt das vorgegebene Standardschema dar. In einzelnen Leitstellenbereichen oder Organisationen können andere Bedeutungen festgelegt sein!

Fernauftrag	Bedeutung
A	Sammelruf
C	für Einsatzübernahme melden
E	Einrücken/Abbrechen
F	über Draht bzw. Telefon melden
H	Wache anfahren
J	Sprechaufforderung
L	Lagemeldung durchgeben
P	Standort melden

Hinweis:
Es gibt z.T. weitere mehr oder weniger experimentelle (Daten-) Übertragungssysteme im BOS-Bereich, z.B. einen speziellen BOS-Datenfunk oder das aus dem Amateuerfunkbereich bekannte "Paket-Radio".

Meldungsarten nach DIN 14011, Teil 8

Notrufmeldung (FMS-Status 0)

Eine Meldung über einen Brand, einen Unfall oder ein ähnliches Ereignis, die das Alarmieren von bestimmten Einsatzkräften zur Folge hat.

Abmeldung (FMS-Status 3)

Wird von alarmierten Kräften bei Verlassen ihres Standortes abgegeben.

Eintreffmeldung (FMS-Status 4)

Wird beim Eintreffen an der Einsatzstelle abgegeben.

Lagemeldung (FMS-Status 5)

Meldung über Art und Umfang des Ereignisses sowie über getroffene Maßnahmen.

Nachforderung (FMS-Status 5)

Bestimmte Einheiten, Kräfte oder Geräte werden angefordert.

Bereitstellung (FMS-Status 1)

Meldung eingesetzter Kräfte über ihre erneute Einsatzbereitschaft.

Zurückmeldung (FMS-Status 2)

Meldung über die Rückkehr am Standort.

Schlussmeldung (FMS-Status 5)

Meldung über das Ende jeglicher Tätigkeiten (und auch erst dann!) an einer Einsatzstelle.

Merke: Welche Meldung an die Leistelle oder an einen taktischen Führer abgesetzt werden, ergibt sich aus dem Einsatz und/oder ist örtlich festgelegt.

Schema einer Rückmeldung:

M	**M**eldender
E	**E**insatzstelle
L	Vorgefundene **L**age
D	**D**urchgeführte Maßnahmen
E	**E**ingeleitete Maßnahmen
N	**N**achforderung

Kartenkunde

***UTM** (**U**niversale **T**ransversale **M**ercartor-Projektion)*

Das UTM-Gitter stammt aus dem militärischen Bereich und wird bei der NATO, Polizei, Feuerwehr und Rettungsdiensten zur genauen Standortübermittlung verwendet.
Es erfolgte eine weltweite Unterteilung in 60 Zonen mit jeweils 6° Längengraden und 22 Bänder zwischen beiden Polen. Durch weitere Unterteilungen erhält man ein UTM-Gitter mit einer Kantenlänge von 100 Km. Der überwiegende Teil der Bundesrepublik Deutschland liegt in der Gitterzone “32 U”.

Eine UTM-Koordinate setzt sich wie folgt zusammen:

32U MB 5300 6660	Beispielkoordinate
32U	Zonenfeld
MB	100-Km-Quadrat
5300	Ost-Wert
6660	Nord-Wert

Mit der vierstelligen Ost-/Nord-Wert Angabe erhält man eine Genauigkeit von 10 Meter.
Die beiden ersten Stellen der vierstelligen Ost-/Nord-Wert Angabe stehen für die Km vom Bezugspunkt nach Ost und Nord.
Der Bezugspunkt für die beiden ersten Stellen (Km) der Ost-/Nord-Wert Angabe ist die linke untere Ecke eines 100-Km-Quadrates.
Die dritte Stelle der vierstelligen Ost-/Nord-Wert Angabe steht für 100 Meter der jeweiligen Kilometer-Angabe.
Die vierte Stelle der vierstelligen Ost-/Nord-Wert Angabe steht für 10 Meter der jeweiligen 100 Meter-Angabe.
Der Bezugspunkt für die dritte und vierte Stelle (100m, 10m) der Ost-/Nord-Wert Angabe ist die linke untere Ecke eines 1-Km-Quadrates.

ED 50 / WGS 84

Mit Wirkung zum 01.01.1994 hat das Bundesministerium der Verteidung das weltweite geodätische Bezugssystem WGS 84 eingeführt, welches das bisherige europäische Bezugssystem Eurodatum 1950 (ED 50) ablöst. Mit dem WGS 84 gibt es jetzt ein weltweit einheitliches Bezugssystem, welches sich weiterhin des UTM-Systems mit den 6° breiten Meridianstreifen bedient und auch eine Grundvoraussetzung für die Nutzung des satellitengestützten Radionavigationssystem GPS (Global Positioning System) ist.
In den militärischen Kartenserien M745 und M645/648 ist ab der Auflage von 1997 das neue WGS 84 Gitter aufgedruckt.

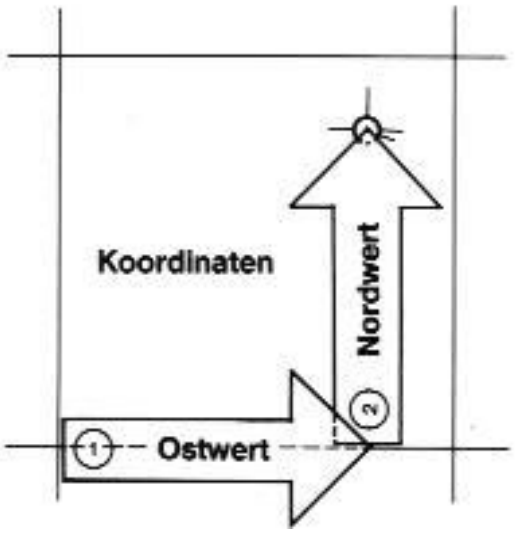
Im Vergleich WGS 84 mit ED 50 beträgt die Verschiebung in Deutschland durchschnittlich:

80 m (ca. 2”) in Ost-West-Richtung
200 m (ca. 4”) in Nord-Süd-Richtung

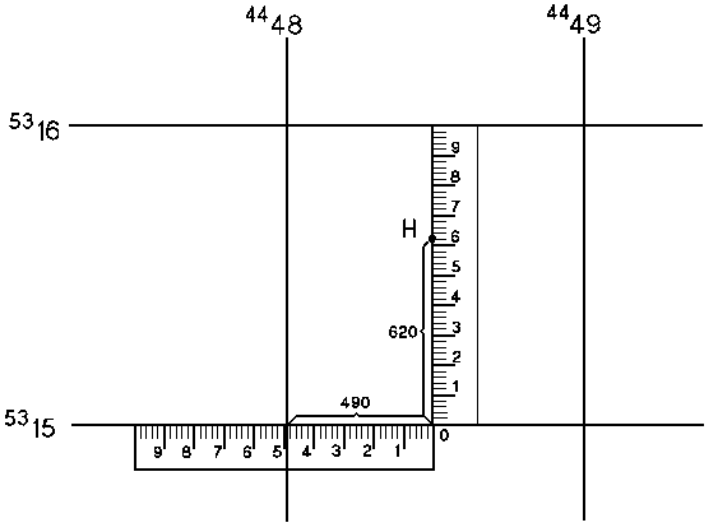
In den einzelnen Organisationen ist in der Übergangsphase ein Mischbetrieb von ED 50 und WGS 84 nicht ausgeschlossen und die Angabe des entsprechenden Bezugssystems sinnvoll.
Das in der Karte dargestellte Bezugssystem ist am Kartenrand angegeben und die vorhandenen Planzeiger bzw. Koordinatenbestimmungsdiagramme können weiterhin verwendet werden.

Koordinaten für einen Kartenpunkt ermitteln

Bestimmen der Koordinaten für einen Punkt in der Karte.
Zuerst ist die Kennzahl der senkrechten Gitterlinie, die das entsprechende Gitterquadrat auf der linken Seite begrenzt, zu ermitteln. Die zweistelligen Kennzahlen der Gitterlinien sind am Kartenrand eingetragen und stehen bei dem Ost-/Nord-Wert an den beiden ersten Stellen.
Da der gesuchte Punkt ostwärts (rechts) von der Gitterlinie liegt, nennt man diese Zahl den Ostwert (Rechtswert).
Als zweiter Schritt folgt die Ermittlung der Nummer der Gitterlinie unterhalb des gesuchten Ortes. Diese Zahl wird als Nordwert (Hochwert) bezeichnet. Da in den meisten Fällen die Angabe des Planquadrates zu ungenau ist, wird das weiter unterteilt.
Der Ostwert und der Nordwert werden jeweils um eine oder zwei Ziffern ergänzt. Dazu teilt man das Gitterquadrat gedanklich in zehn Teile und schätzt (bzw. liest mittels eines Planzeigers), wieviel Zehntel der gesuchte Punkt von Ostwert bzw. Nordwert entfernt ist. Diese Ziffern werden dann jeweils den Koordinaten angefügt; auch hier wieder zuerst der Ostwert und dann der Nordwert. Ost- und Nordwert müssen immer aus der gleichen Anzahl von Ziffern bestehen.
Aneinandergereiht - und zwar immer zuerst den Ostwert und dann den Nordwert - ergeben sich die beiden vierstelligen Zahlen der Kordinate für den gesuchten Punkt.

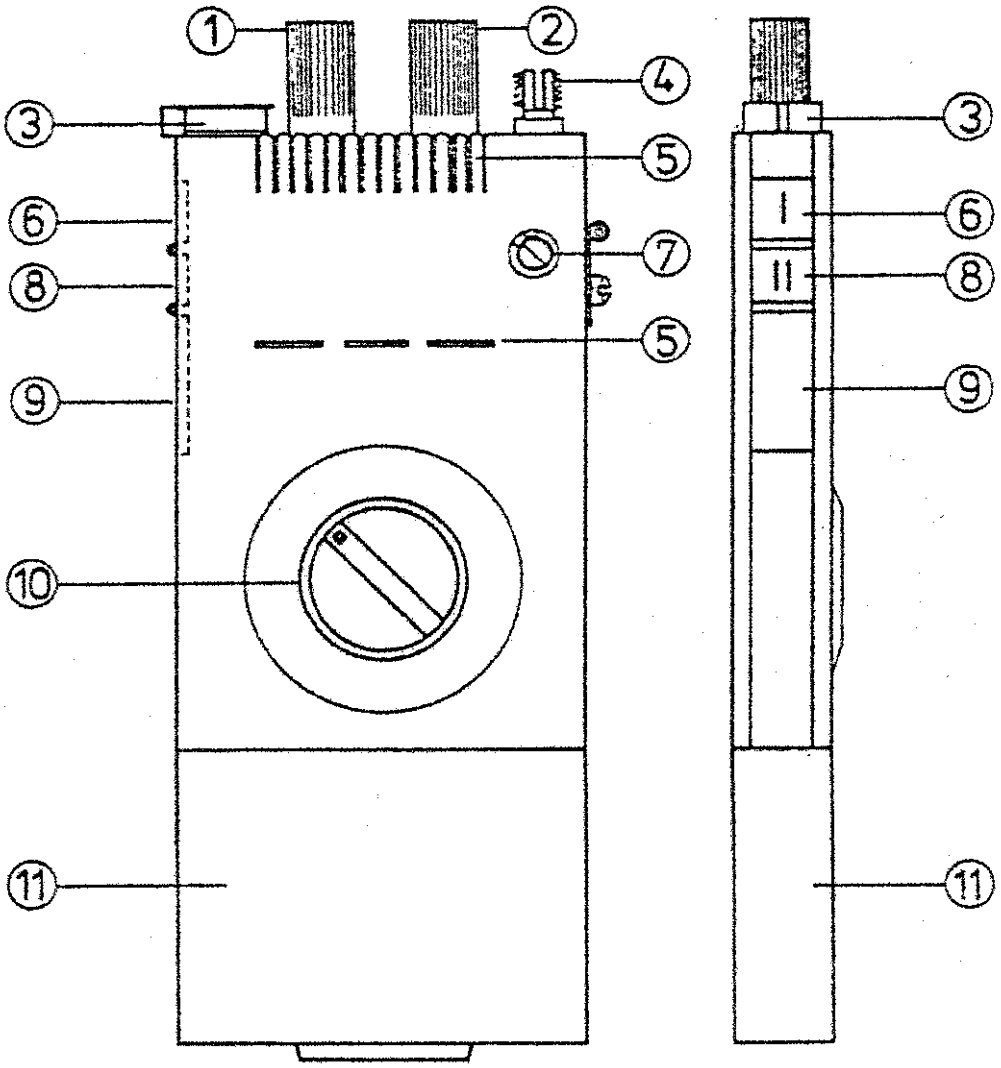


Arbeitsschritte



Arbeitsweise mit einem Planzeiger

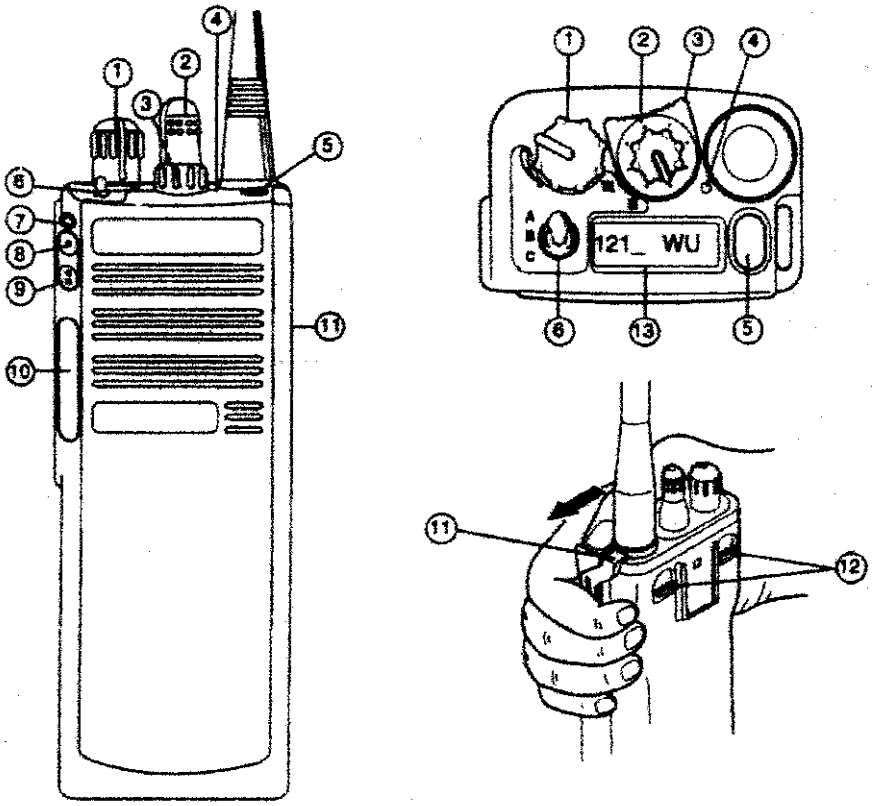
Arbeitsblatt FuG 10



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

Arbeitsblatt FuG 11b

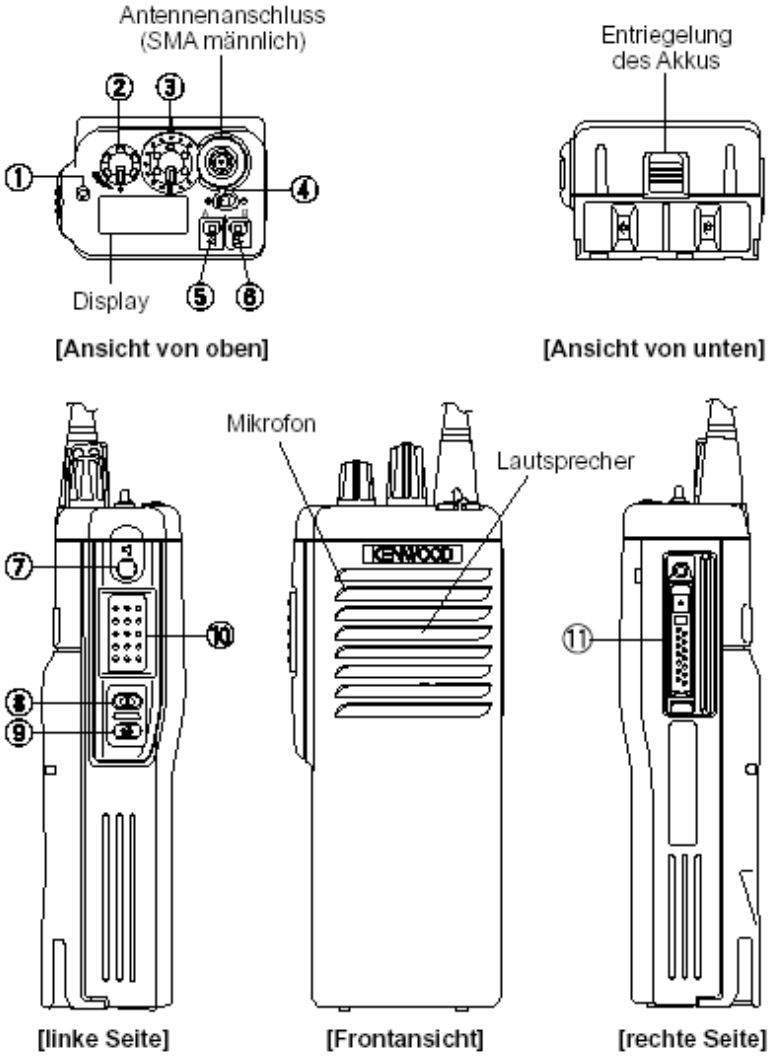
„Motorola GP 900“



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

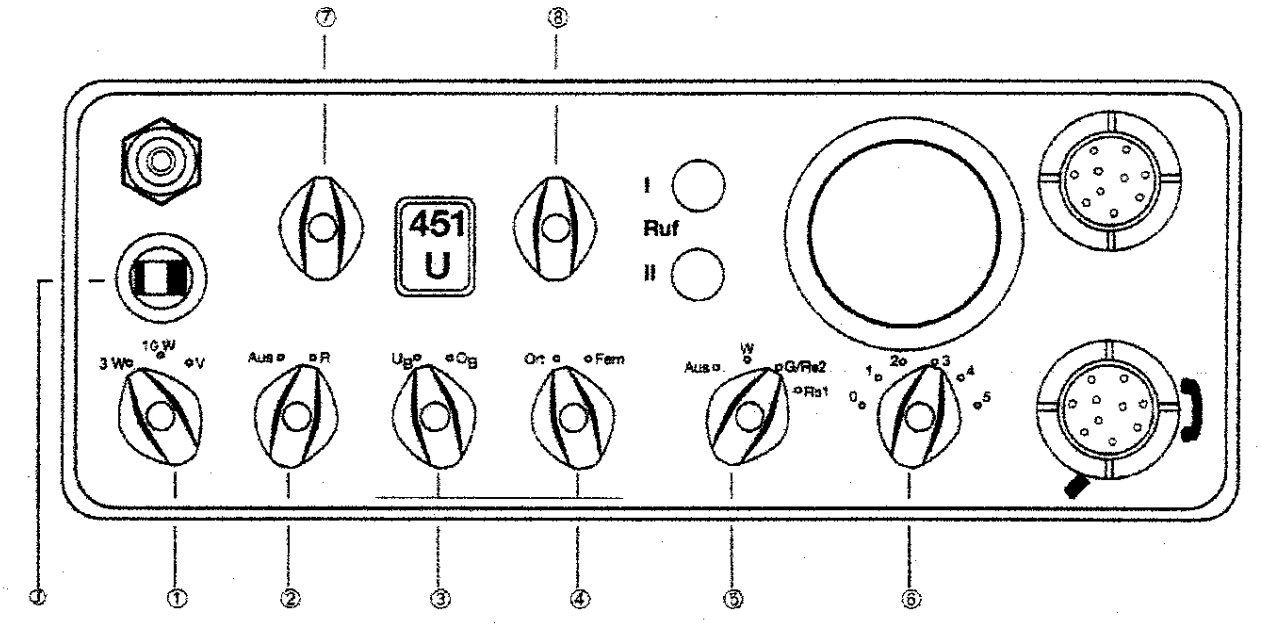
Arbeitsblatt FuG 11b

„Kenwood TK290“



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

Arbeitsblatt FuG 7b



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
J	

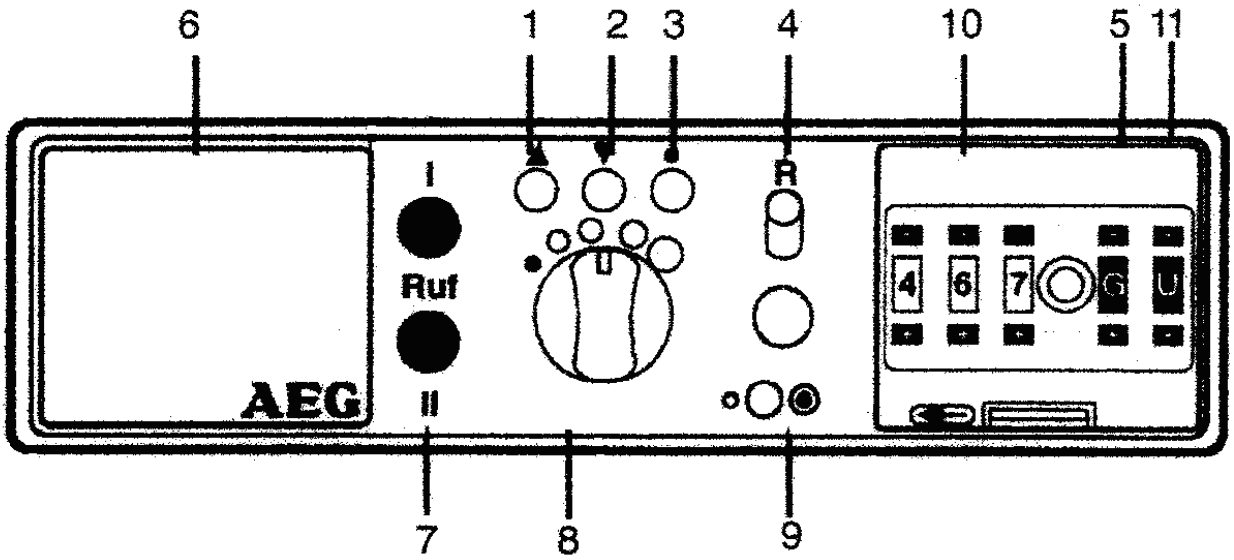
Arbeitsblatt FuG 8b

„AEG Teledux 9“

⦿	
+	
-	
K	
G/W	
O/U	
R	
V	
Z	
F	
0-9	
I/II	

Arbeitsblatt FuG 8b / 8b-1 / 8b-2

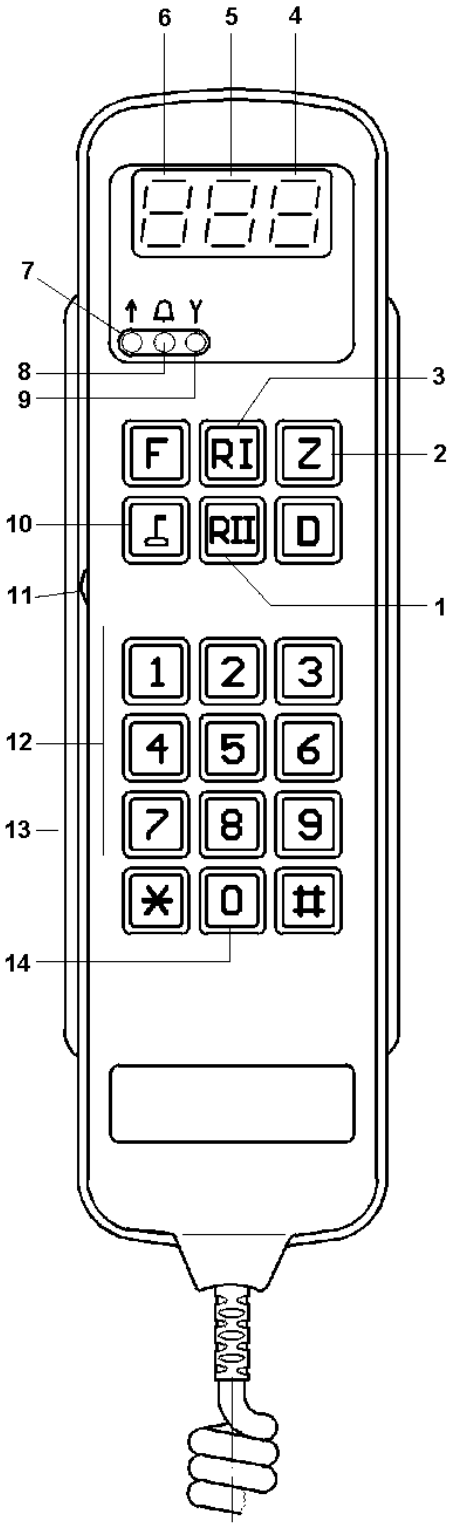
„AEG-Telefunken“



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

Arbeitsblatt FMS-Handbediengerät

„CARLS HBG 830 FMS“



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	

Arbeitsblatt HRT

„Sepura STP 8000/9000“

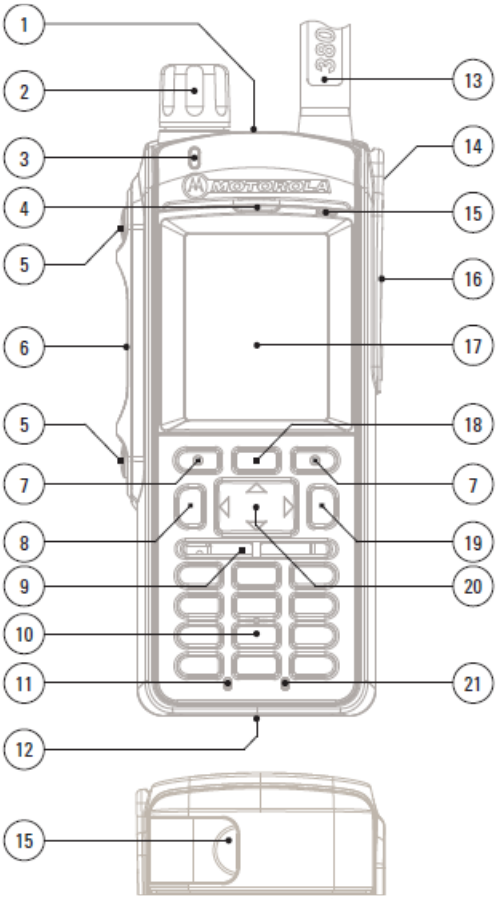
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	

Frontansicht

Rückansicht

1	
2	
3	
4	
5	

„Motorola MTP6550“



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	

Arbeitsblatt MRT

„Sepura SRG3900 mit HBC1 + HBC2“

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	nur HBC2:
13	nur HBC2:
14	nur HBC2:

Frontansicht
HBC1

Frontansicht
HBC2

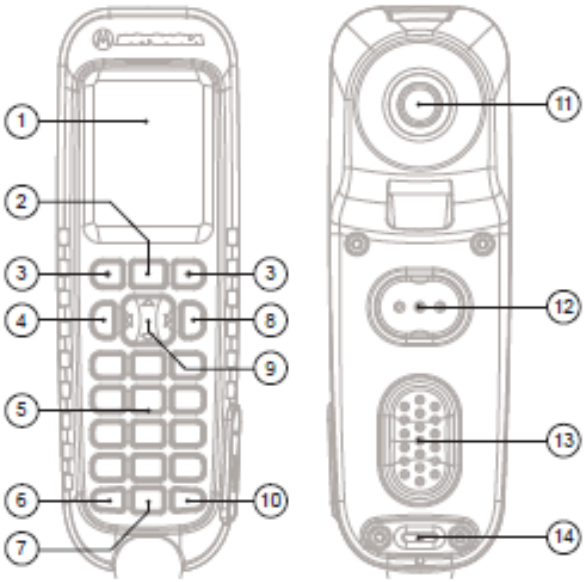
Rückansicht
HBC1

Draufsicht
HBC1

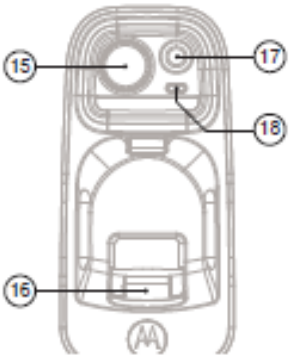
1	
2	
3	

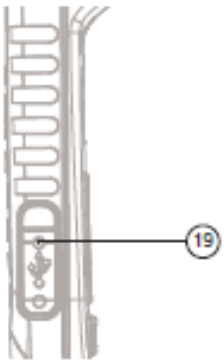
„Motorola MTM800FuG ET mit TSCH“

TSCH bestehend aus
Mobilteil und Halterung



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	





15	
16	
17	
18	
19	