

# Lehrgang Sprechfunker

---

## THEMA 2: PHYSIKALISCH UND TECHNISCHE GRUNDLAGEN

# Ausbildungsgrundlagen

## FwDV 2 – Lehrgang „Sprechfunker“

---

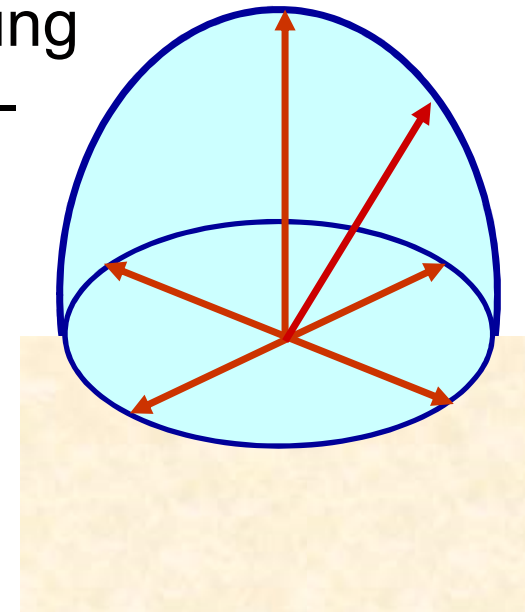
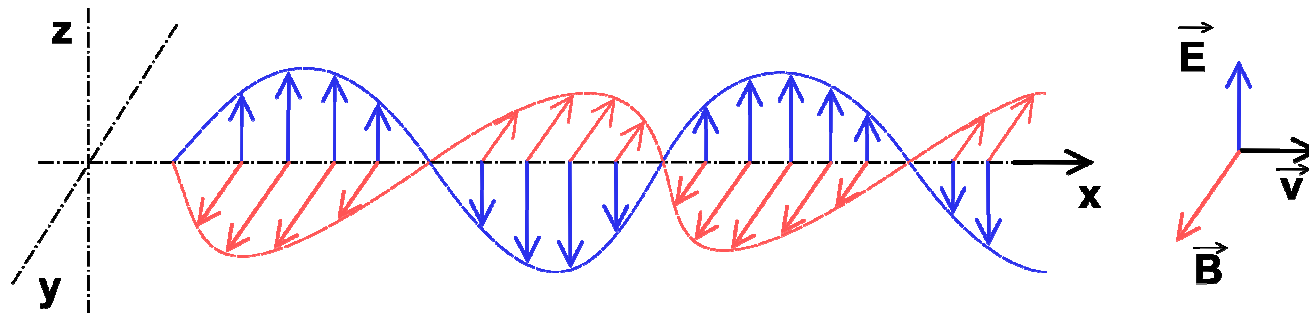
<b>Physikalisch-technische Grundlagen</b>	<b>2</b>	die anwendungsbezogenen physikalisch technischen Grundlagen des BOS-Sprechfunks erklären können	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausbreitungseigenschaften von Funkwellen</li> <li>- Reichweiten</li> <li>- Bandbereiche</li> <li>- Betriebskanäle</li> <li>- Verkehrsarten/ Verkehrsformen</li> <li>- Relaisbetrieb</li> <li>- Gleichwellenfunk</li> </ul>	<b>2</b>	Unterrichtsgespräch
---	----------	---	---	----------	---------------------

# Physikalisch-technische Grundlagen

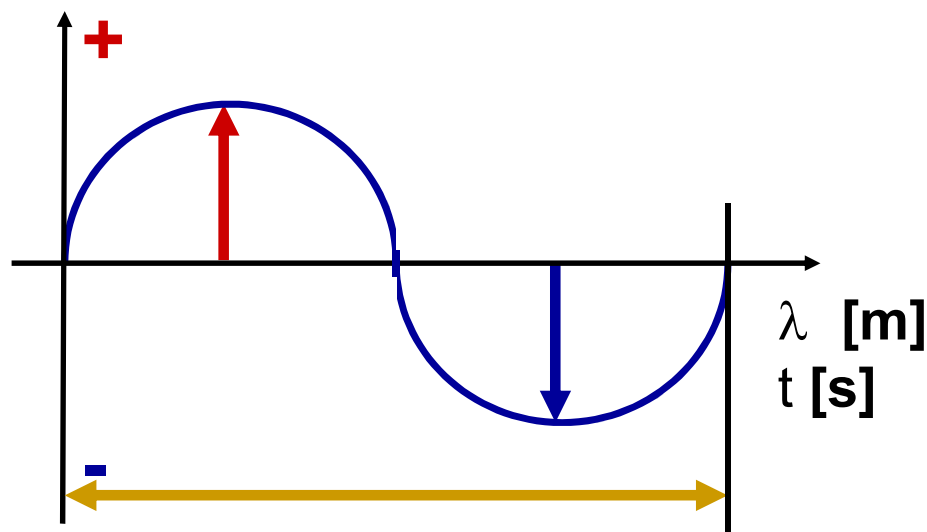
## Was ist Funk?

Unter Funk versteht man die drahtlose Übertragung von Informationen unter Verwendung von elektromagnetischen Wellen.

Eine **elektromagnetische Welle** ist eine Schwingung, die sich ständig wiederholt und dadurch **räumlich** ausbreitet.



# Die Kenngrößen der elektromagnetischen Welle



$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}}$$

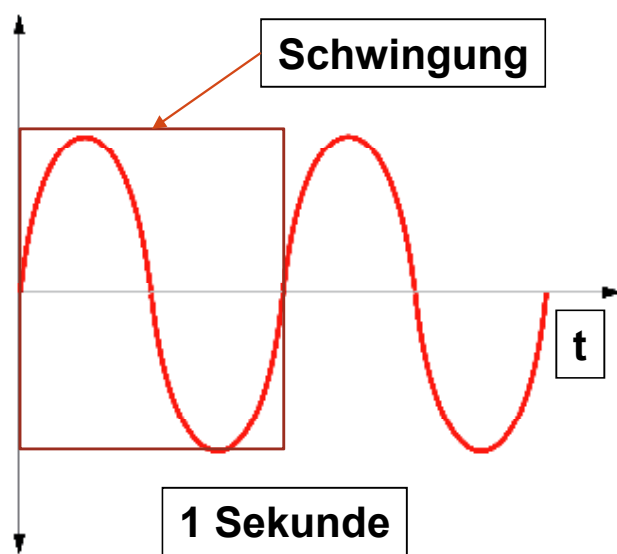
$$c = \frac{\lambda}{t} = \lambda * f \quad f = c/\lambda$$

Als **Amplitude** (Schwingsweite) bezeichnet man den Abstand zwischen der Nulllinie und dem positiven oder negativen Höchstwert.

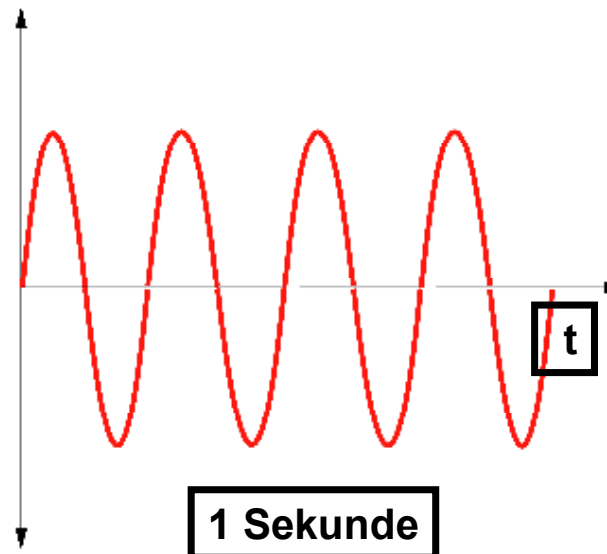
Die **Wellenlänge** ( $\lambda = \text{Lambda [m]}$ ) ist die räumliche Ausdehnung einer Welle zwischen Anfangs- und Endpunkt.

Die **Frequenz** ( $f [\text{Hz} = 1/\text{s}]$ ) ist die Schwingungs-zahl der Welle pro Sekunde, somit die zeitliche Ausdehnung.

# Die Kenngrößen der elektromagnetischen Welle



**Frequenz 2Hz**



**Frequenz 4Hz**

$$f = \frac{\text{Schwingungen}}{t}$$

1 Hz

1000 Hz = 1 kHz (Kiloherz)

1000 kHz = 1 MHz (Mega-)

1000 MHz = 1 GHz (Giga-)

# Die Kenngrößen der elektromagnetischen Welle

Die **Ausbreitungsgeschwindigkeit** aller elektromagnetischen Wellen im freien Raum entspricht der Lichtgeschwindigkeit von

**Ca. 300 000 km/sec. (genauer 299.792.458 m/s)**

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}}$$

$$c = \frac{\lambda}{t} = \lambda * f \quad f = c/\lambda$$

$$f = \frac{\text{Schwingungen}}{t}$$

Beispiel:

Geg.  $c = 300000 \text{ km/s}$  ,  $f = 75,415\text{MHz}$  (Kanal 407 U)

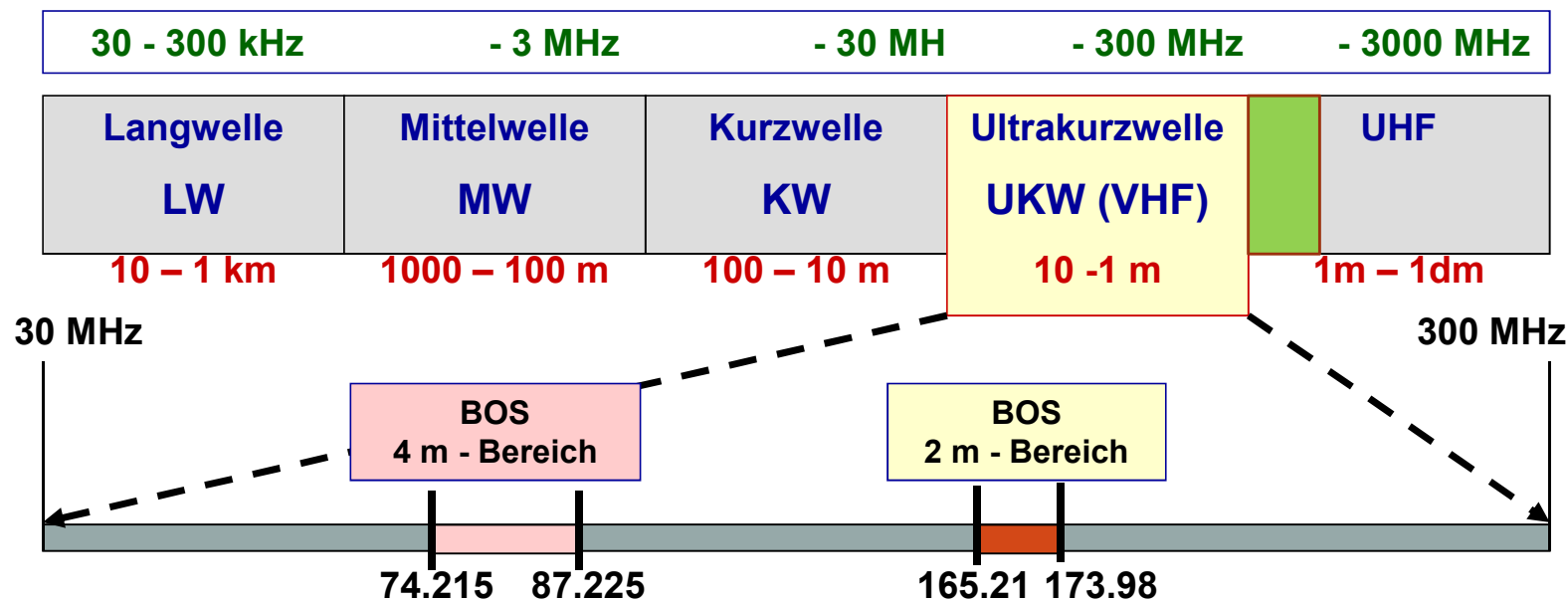
ges: Wellenlänge  $\lambda$

Lösung:

$$c = \lambda * f \quad / f$$

$$\lambda = \frac{c}{f} \approx \frac{\frac{300000\text{km}}{\text{s}}}{75,415\text{MHz}} \approx \frac{300.000.000 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{75.415.000 \text{ Hz}} \approx 3,977\text{m}$$

# Wellenbereich / Bandabstand / Kanal



Die Wellenbereiche werden auch nach ihrer Wellenlänge benannt.

Der Meterwellenbereich ist somit der Bereich zwischen 1m und 10 m.

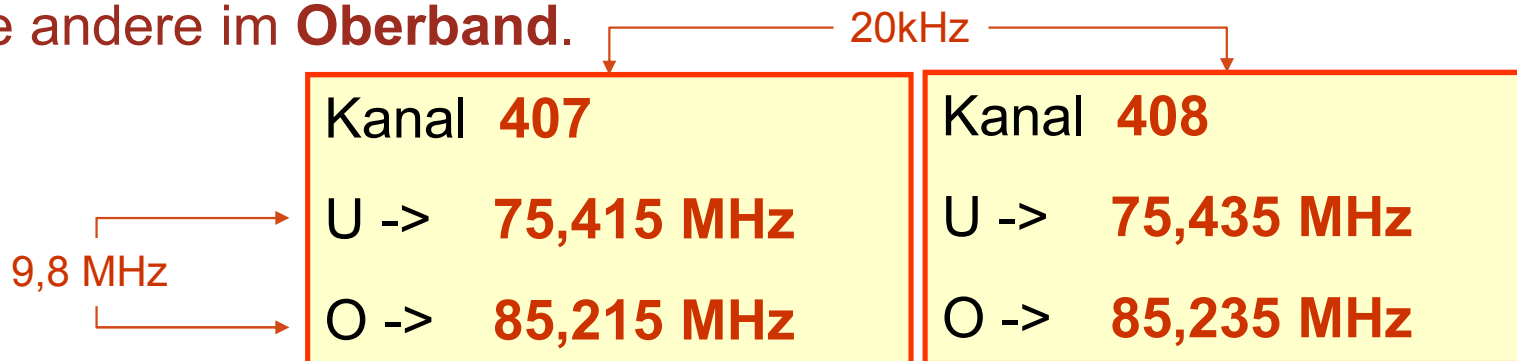
In Frequenzangaben ausgedrückt liegt er zwischen 30 und 300 MHz.

# Wellenbereich / Bandabstand / Kanal

Der Abstand von Kanal zu Kanal beträgt 20 kHz.  
Somit stehen im **4m - Band** insgesamt 164 Kanäle zur Verfügung.

Im **2m - Band** sind es 116 Kanäle (01-92 und 101-125).

**Kanal** ist die Bezeichnung für ein festgelegtes **Frequenzpaar** oder eine Einzelfrequenz. Beim Frequenzpaar liegt eine Frequenz im **Unterbund**, die andere im **Oberband**.





# 2m Band

Kanalauflistung mit Frequenzen

Kanal	Frequenzpaar MHz	Kanal	Frequenzpaar MHz	Kanal	Frequenzpaar MHz
101	165,210/169,810	15	167,840/172,440	55	168,640/173,240*
102	165,230/169,830	16	167,860/172,460	56	168,660/173,260*
103	165,250/169,850	17	167,880/172,480	57	168,680/173,280
104	165,270/169,870	18	167,900/172,500	58	168,700/173,300
105	165,290/169,890	19	167,920/172,520	59	168,720/173,320
106	165,310/169,910	20	167,940/172,540	60	168,740/173,340
107	165,330/169,930	21	167,960/172,560	61	168,760/173,360
108	165,350/169,950	22	167,980/172,580	62	168,780/173,380
109	165,370/169,970	23	168,000/172,600	63	168,800/173,400
110	165,390/169,990	24	168,020/172,620	64	168,820/173,420
111	165,410/170,010	25	168,040/172,640	65	168,840/173,440
112	165,430/170,030	26	168,060/172,660	66	168,860/173,460
113	165,450/170,050	27	168,080/172,680	67	168,880/173,480
114	165,470/170,070	28	168,100/172,700	68	168,900/173,500
115	165,490/170,090	29	168,120/172,720	69	168,920/173,520
116	165,510/170,110	30	168,140/172,740	70	168,940/173,540
117	165,530/170,130	31	168,160/172,760	71	168,960/173,560
118	165,550/170,150	32	168,180/172,780	72	168,980/173,580
119	165,570/170,170	33	168,200/172,800	73	169,000/173,600
120	165,590/170,190	34	168,220/172,820	74	169,020/173,620
121	165,610/170,210	35	168,240/172,840	75	169,040/173,640
122	165,630/170,230	36	168,260/172,860	76	169,060/173,660
123	165,650/170,250	37	168,280/172,880	77	169,080/173,680
124	165,670/170,270	38	168,300/172,900	78	169,100/173,700
125	165,690/170,290	39	168,320/172,920	79	169,120/173,720
		40	168,340/172,940	80	169,140/173,740
01	167,560/172,160	41	168,360/172,960	81	169,160/173,760
02	167,580/172,180	42	168,380/172,980	82	169,180/173,780
03	167,600/172,200	43	168,400/173,000	83	169,200/173,800
04	167,620/172,220	44	168,420/173,020	84	169,220/173,820
05	167,640/172,240	45	168,440/173,040	85	169,240/173,840
06	167,660/172,260	46	168,460/173,060	86	169,260/173,860
07	167,680/172,280	47	168,480/173,080	87	169,280/173,880
08	167,700/172,300	48	168,500/173,100	88	169,300/173,900
09	167,720/172,320	49	168,520/173,120	89	169,320/173,920
10	167,740/172,340	50	168,540/173,140*	90	169,340/173,940
11	167,760/172,360	51	168,560/173,160	91	169,360/173,960
12	167,780/172,380	52	168,580/173,180	92	169,380/173,980
13	167,800/172,400	53	168,600/173,200*		
14	167,820/172,420	54	168,620/173,220		

Vorzugsweise werden die mit \* gekennzeichneten Oberband-Frequenzen bundesweit für die Digitale Alarmierung eingesetzt

RECHTLICHE GRUNDLAGEN

# 4m Band

Kanalauflistung mit Frequenzen

- Achtung es gibt auch Gesperrte Kanäle (lautes Pfeifen)
- Hier nur eine Bandlage nutzbar für BOS
- Maßnahme: Gerät leise drehen und Kanal umstellen

Kanal	Frequenz oder Frequenzpaar MHz	Kanal	Frequenz oder Frequenzpaar MHz	Kanal	Frequenz oder Frequenzpaar MHz
347 U/O	74,215/84,015	402 U/O	75,315/85,115	457 U/O	76,415/86,215
348 U/O	74,235/84,035	403 U/O	75,335/85,135	458 U/O	76,435/86,235
349 U/O	74,255/84,055	404 U/O	75,355/85,155	459 U/O	76,455/86,255
350 U/O	74,275/84,075	405 U/O	75,375/85,175	460 U/O	76,475/86,275
351 U/O	74,295/84,095	406 U/O	75,395/85,195	461 U/O	76,495/86,295
352 U/O	74,315/84,115	407 U/O	75,415/85,215	462 U/O	76,515/86,315
353 U/O	74,335/84,135	408 U/O	75,435/85,235	463 U/O	76,535/86,335
354 U/O	74,355/84,155	409 U/O	75,455/85,255	464 U/O	76,555/86,355
355 U/O	74,375/84,175	410 U/O	75,475/85,275	465 U/O	76,575/86,375
356 U/O	74,395/84,195	411 U/O	75,495/85,295	466 U/O	76,595/86,395
357 U/O	74,415/84,215	412 U/O	75,515/85,315	467 U/O	76,615/86,415
358 U/O	74,435/84,235	413 U/O	75,535/85,335	468 U/O	76,635/86,435
359 U/O	74,455/84,255	414 U/O	75,555/85,355	469 U/O	76,655/86,455
360 U/O	74,475/84,275	415 U/O	75,575/85,375	470 U/O	76,675/86,475
361 U/O	74,495/84,295	416 U/O	75,595/85,395	471 U/O	76,695/86,495
362 U/O	74,515/84,315	417 U/O	75,615/85,415	472 U/O	76,715/86,515
363 U/O	74,535/84,335	418 U/O	75,635/85,435	473 U/O	76,735/86,535
364 U/O	74,555/84,355	419 U/O	75,655/85,455	474 U/O	76,755/86,555
365 U/O	74,575/84,375	420 U/O	75,675/85,475	475 U/O	76,775/86,575
366 U/O	74,595/84,395	421 U/O	75,695/85,495	476 U/O	76,795/86,595
367 U/O	74,615/84,415	422 U/O	75,715/85,515	477 U/O	76,815/86,615
368 U/O	74,635/84,435	423 U/O	75,735/85,535	478 U/O	76,835/86,635
369 U/O	74,655/84,455	424 U/O	75,755/85,555	479 U/O	76,855/86,655
370 U/O	74,675/84,475	425 U/O	75,775/85,575	480 U/O	76,875/86,675
371 U/O	74,695/84,495	426 U/O	75,795/85,595	481 U/O	76,895/86,695
372 U/O	74,715/84,515	427 U/O	75,815/85,615	482 U/O	76,915/86,715
373 U/O	74,735/84,535	428 U/O	75,835/85,635	483 U/O	76,935/86,735
374 U/O	74,755/84,555	429 U/O	75,855/85,655	484 U/O	76,955/86,755
375 U/O	74,775/84,575	430 U/O	75,875/85,675	485 U/O	76,975/86,775
376 O	84,595	431 U/O	75,895/85,695	486 U/O	76,995/86,795
377 O	84,615	432 U/O	75,915/85,715	487 U/O	77,015/86,815
378 O	84,635	433 U/O	75,935/85,735	488 U/O	77,035/86,835
379 O	84,655	434 U/O	75,955/85,755	489 U/O	77,055/86,855
380 O	84,675	435 U/O	75,975/85,775	490 U/O	77,075/86,875
381 O	84,695	436 U/O	75,995/85,795	491 U/O	77,095/86,895
382 O	84,715	437 U/O	76,015/85,815	492 U/O	77,115/86,915
383 O	84,735	438 U/O	76,035/85,835	493 U/O	77,135/86,935
384 O	84,755	439 U/O	76,055/85,855	494 U/O	77,155/86,955
385 O	84,775	440 U/O	76,075/85,875	495 U/O	77,175/86,975
386 O	84,795	441 U/O	76,095/85,895	496 U/O	77,195/86,995
387 O	84,815	442 U/O	76,115/85,915	497 U/O	77,215/87,015
388 O	84,835	443 U/O	76,135/85,935	498 U/O	77,235/87,035
389 O	84,855	444 U/O	76,155/85,955	499 U/O	77,255/87,055
390 O	84,875	445 U/O	76,175/85,975	500 U/O	77,275/87,075
391 O	84,895	446 U/O	76,195/85,995	501 U/O	77,295/87,095
392 O	84,915	447 U/O	76,215/86,015	502 U/O	77,315/87,115
393 O	84,935	448 U/O	76,235/86,035	503 U/O	77,335/87,135
394 O	84,955	449 U/O	76,255/86,055	504 U/O	77,355/87,155
395 O	84,975	450 U/O	76,275/86,075	505 U/O	77,375/87,175
396 O	84,995	451 U/O	76,295/86,095	506 U/O	77,395/87,195
397 U/O	75,215/85,015	452 U/O	76,315/86,115	507 U/O	77,415/87,215
398 U/O	75,235/85,035	453 U/O	76,335/86,135	508 U/O	77,435/87,235
399 U/O	75,255/85,055	454 U/O	76,355/86,155	509 U/O	77,455/87,255
400 U/O	75,275/85,075	455 U/O	76,375/86,175	510 U	77,475
401 U/O	75,295/85,095	456 U/O	76,395/86,195		

# Modulation

In der Funktechnik unterscheidet man die **Niederfrequenz** (NF, hörbare Schwingungen, Sprache von 300 bis 3000 Hz ) und die **Hochfrequenz** (HF, oberhalb von 150 kHz).

Zur Nachrichtenübermittlung dienen die elektromagnetischen Wellen als Trägerwellen für die Nachricht.

Die Sprachinformation in Form von Schallwellen werden im Mikrofon in einen entsprechenden Strom umgewandelt und auf die Trägerwelle

aufgeprägt = **aufmoduliert**.

Die Frequenz des Stromes entspricht der Tonhöhe und die Amplitude der Lautstärke.

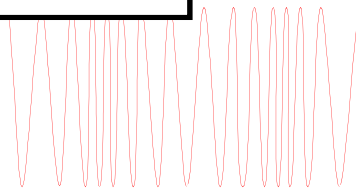
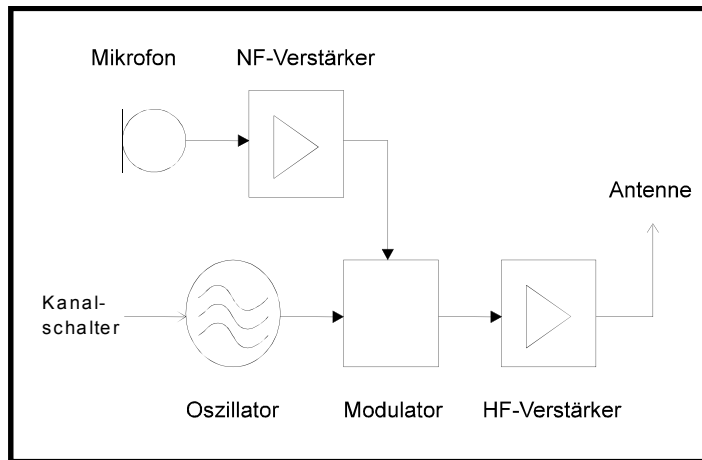
Wegen der geringen Störeinwirkung wird im BOS - Sprechfunk die

## **Frequenzmodulation (FM)**

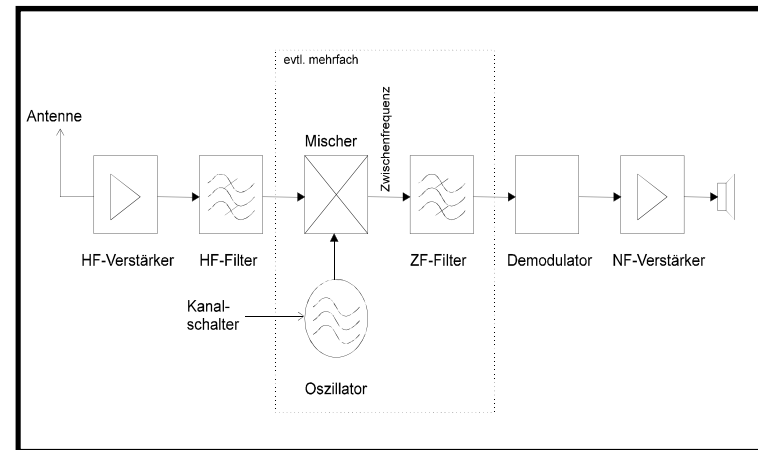
verwendet.

# Modulation

## Sender



## Empfänger

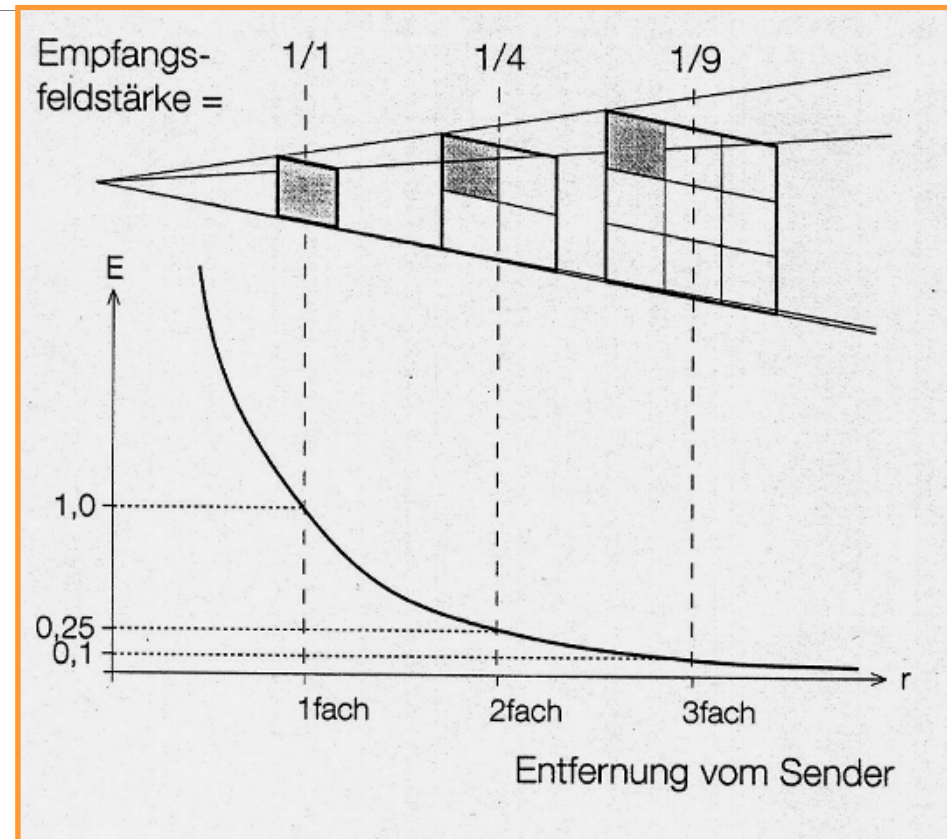


# Feldstärke

Um die Sendeantenne herum bildet sich ein elektrisches Feld, dessen Stärke mit zunehmender Entfernung abnimmt.

Wegen der räumlichen Ausbreitung der Wellen ist diese Verringerung der Feldstärke nicht gleichmäßig (linear), sondern richtet sich nach dem Abstandsgesetz mit quadratischer Abnahme.

Nach Verdopplung der Entfernung sinkt sie nicht um die Hälfte, sondern auf ein Viertel ab.



# Reichweite

---

Unter **Reichweite** versteht man die größtmögliche Entfernung zwischen zwei Funkstellen, bei der gerade noch eine sichere Verständigung möglich ist.

**Die Reichweite ist abhängig:**

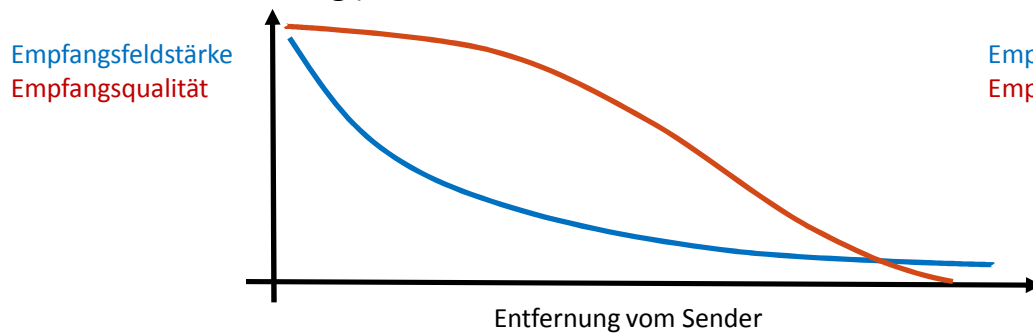
- von der Strahlungsleistung, das ist die Senderleistung abzüglich der eventuellen Verluste zwischen Sender und Antenne
- von der Empfängerempfindlichkeit, das ist der Eingangsspannungsbedarf für eine rauscharme Wiedergabe
- vom Aufstellungsort
- von der Höhe der Antennen
- von den Bodenformen ( Gebirge, Täler, Ebenen, -> **Reflexion !**)
- von der Bodenbedeckung ( Wald, Heide, Feld -> **Absorption !**)
- von der Bebauung ( Stahlbetonbauten, Eisenkonstruktionen, -> **Absorption und Reflexion !**).

# Reichweite

- **Reichweite** ist die größtmögliche Entfernung zwischen zwei Funkstellen, bei der gerade noch eine sichere Verständigung möglich ist
- Um die Sendeantenne herum bildet sich ein elektrisches Feld, dessen Stärke mit zunehmender Entfernung abnimmt. [Schulungsunterlagen Gotha]

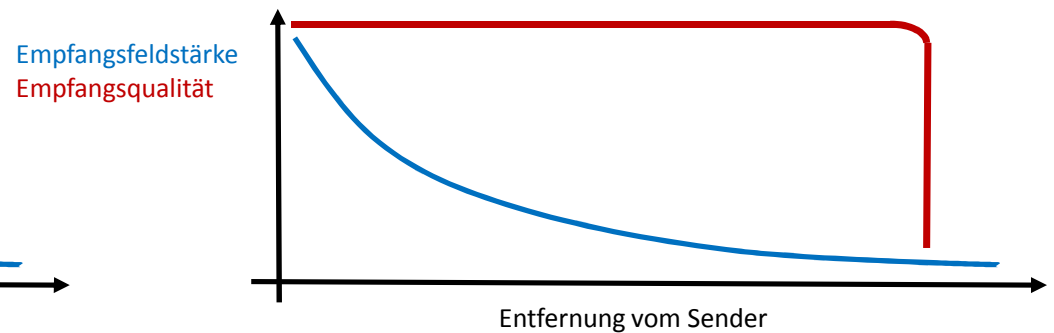
## Analoger Funk

- schlechter werdende Verbindung kommt beim Analogfunk durch ein zunehmendes Rauschen zum Ausdruck (schematische Darstellung)



## Digitaler Funk

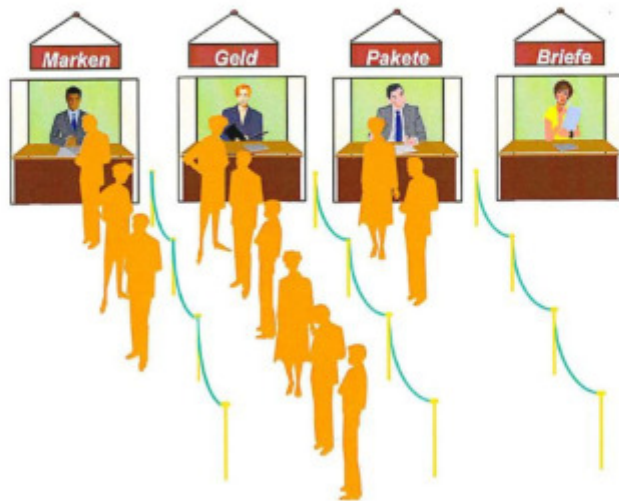
- im BOS-Digitalfunk reißt bei schlechtem Funkempfang/Feldstärke die Verbindung schlagartig ab (schematische Darstellung)



# Unterschied Analog- / Digitalfunk

## Frequenzzuweisung in analogen Netzen

Post



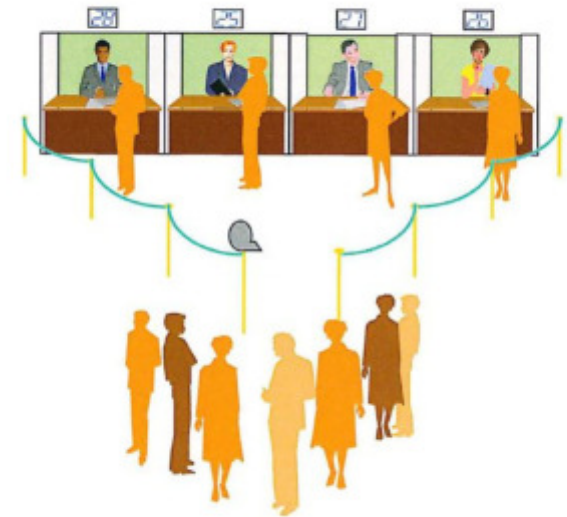
Jeder Anwender hat seinen Kanal



## Kanalnutzung im Bündelnetz



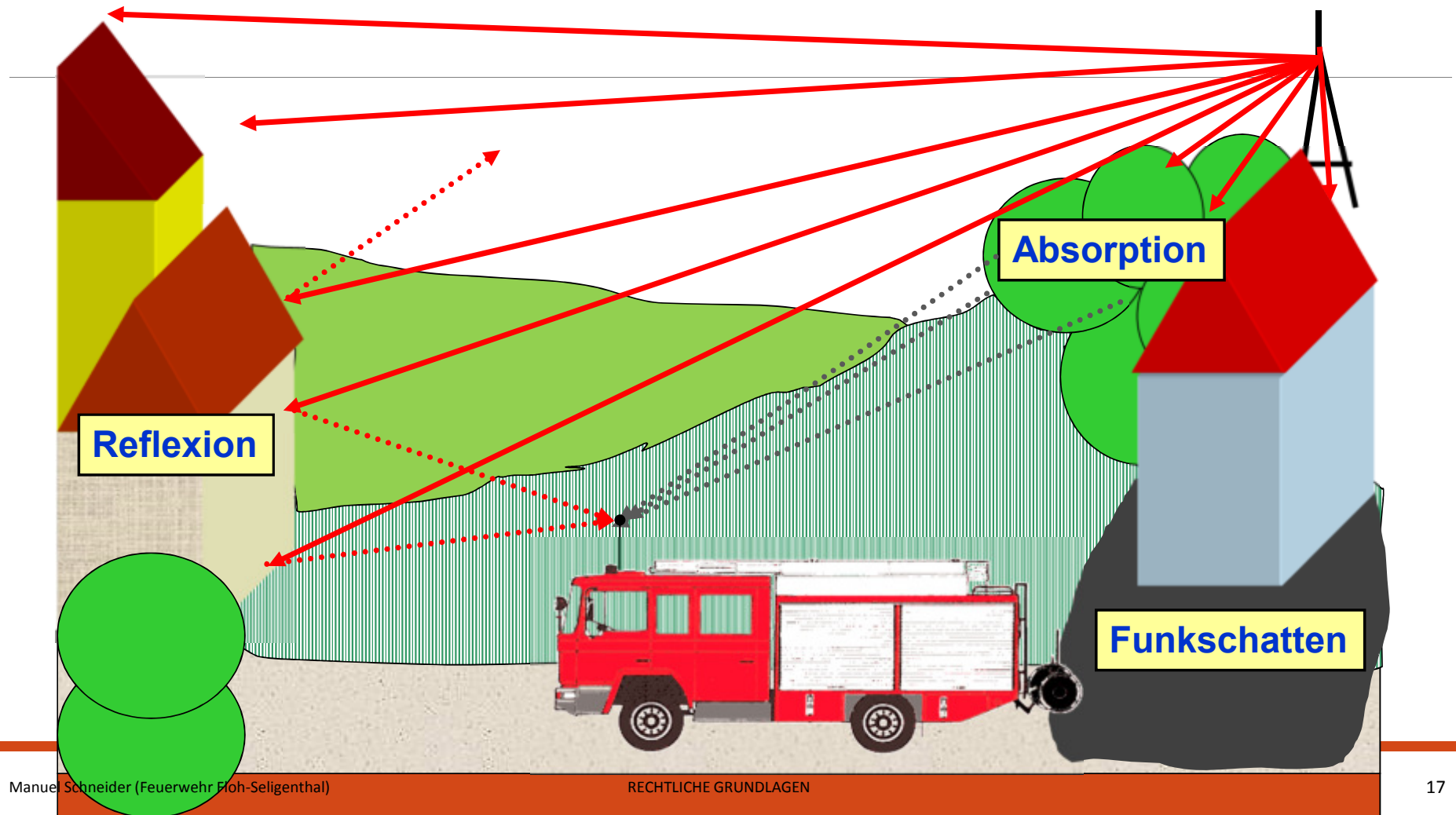
Post



In Bündelnetzen stehen alle Kanäle allen zur Verfügung



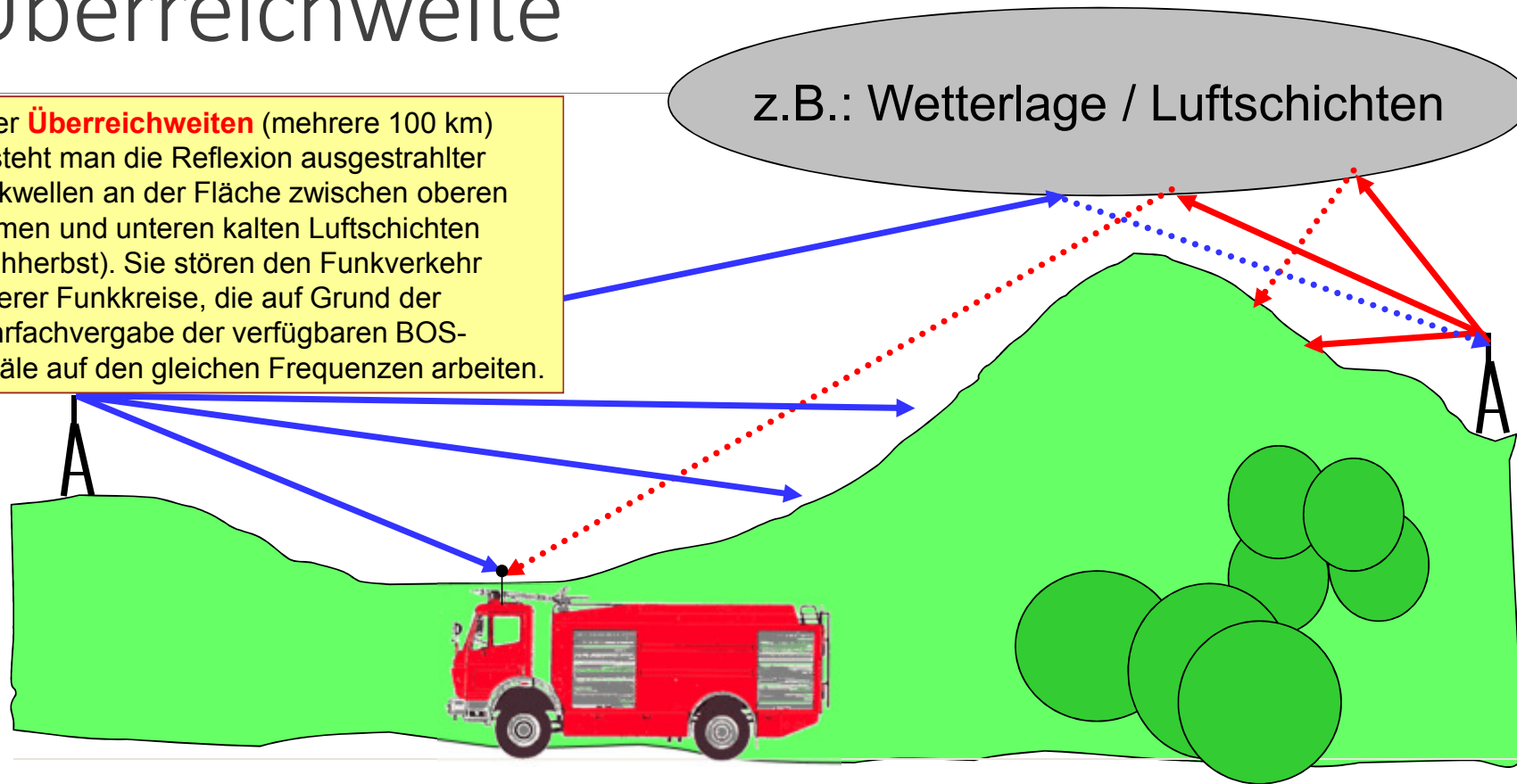
# Reichweite



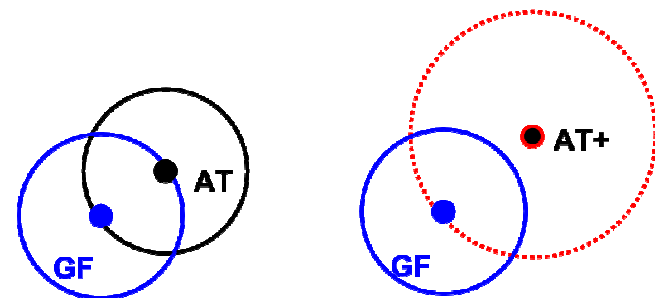
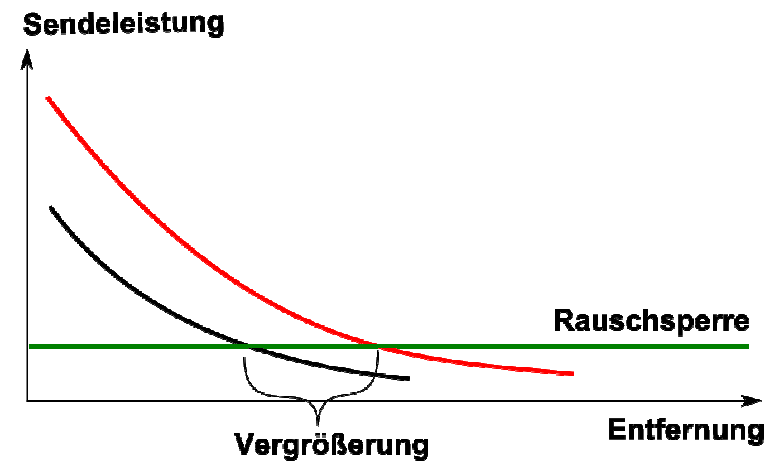
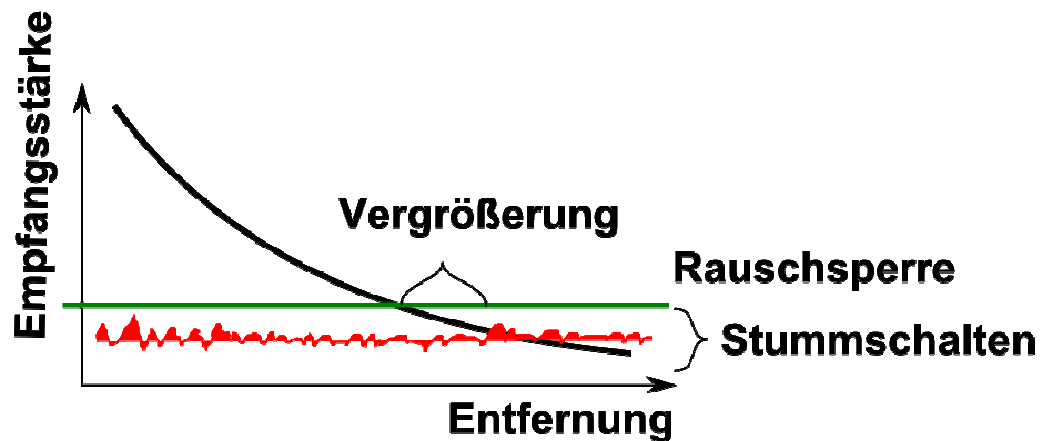
# Überreichweite

Unter **Überreichweiten** (mehrere 100 km) versteht man die Reflexion ausgestrahlter Funkwellen an der Fläche zwischen oberen warmen und unteren kalten Luftschichten (Frühherbst). Sie stören den Funkverkehr anderer Funkkreise, die auf Grund der Mehrfachvergabe der verfügbaren BOS-Kanäle auf den gleichen Frequenzen arbeiten.

z.B.: Wetterlage / Luftschichten



# Gegenmaßnahmen zur Vergrößerung der Reichweite!



# VERKEHRSARTEN im Analogfunk

---

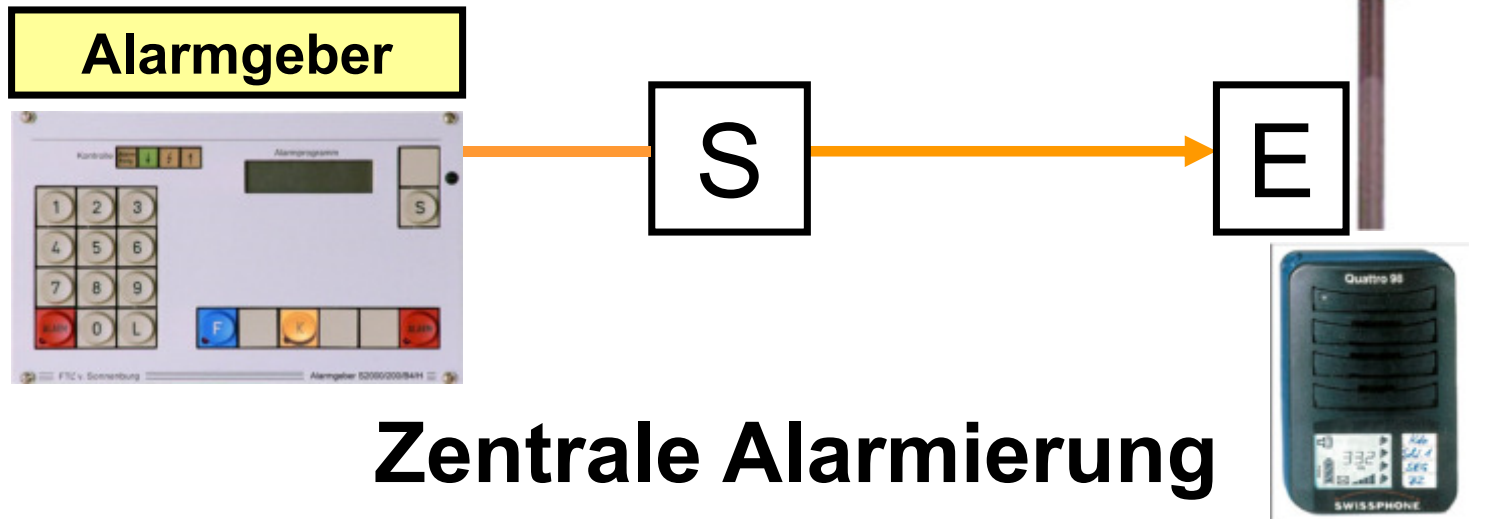
Die Verkehrsart charakterisiert die Art der Gesprächsabwicklung im Sprechfunkverkehr.

Es werden vier Hauptverkehrsarten unterschieden:

- Richtungsverkehr
- Wechselverkehr
- Gegenverkehr [ direkter und bedingter ]
- Relaisverkehr

# VERKEHRSARTEN im Analogfunk

## Richtungsverkehr



Die Übertragung erfolgt in der Oberbandfrequenz des jeweiligen Kanals !

# VERKEHRSARTEN im Analogfunk

---

## Wechselverkehr



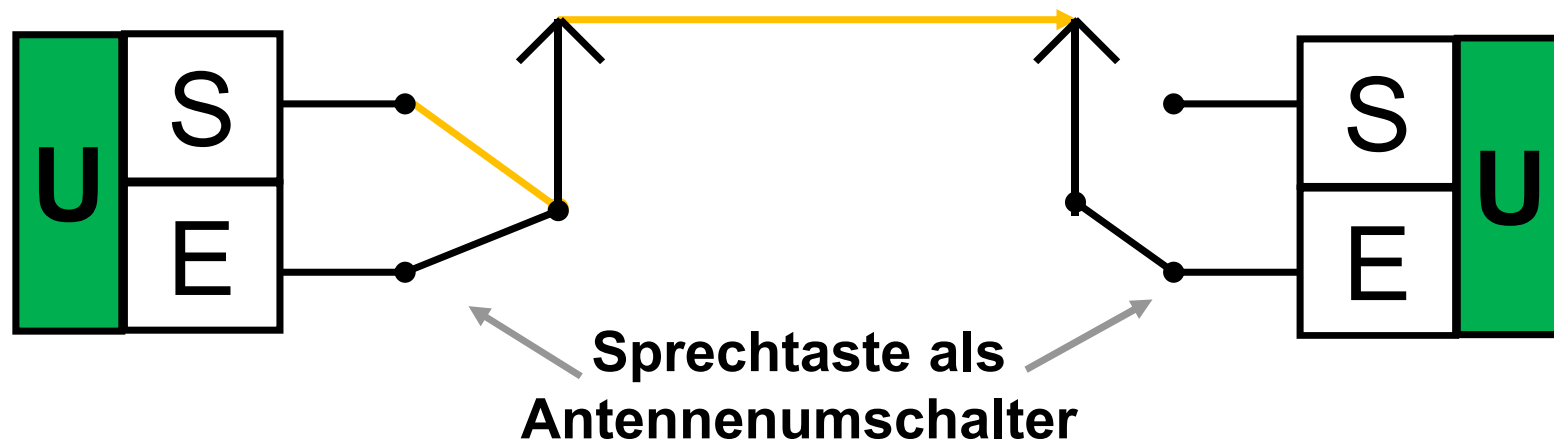
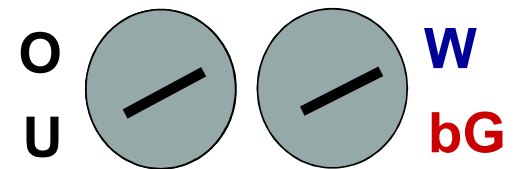
## Einsatzstellenfunk 2m – Band

Sender und Empfänger haben die gleiche Bandlage.

Es kann immer nur abwechselnd gesendet bzw. empfangen werden.

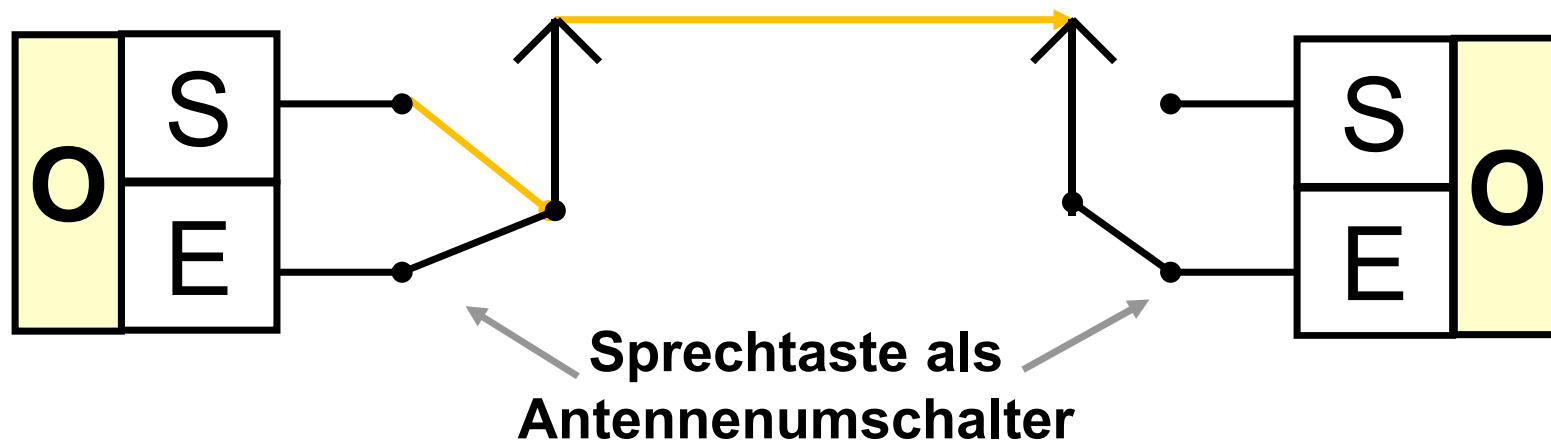
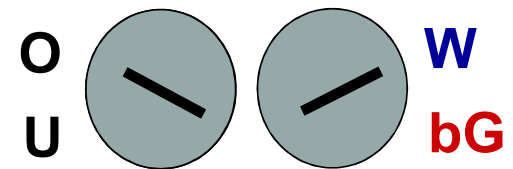
# VERKEHRSARTEN im Analogfunk

Schematische Darstellung der Schalthandlungen in einem Handsprechfunkgerät ohne Antennenweiche in den Verkehrsarten Wechselverkehr Unterband.



# VERKEHRSARTEN im Analogfunk

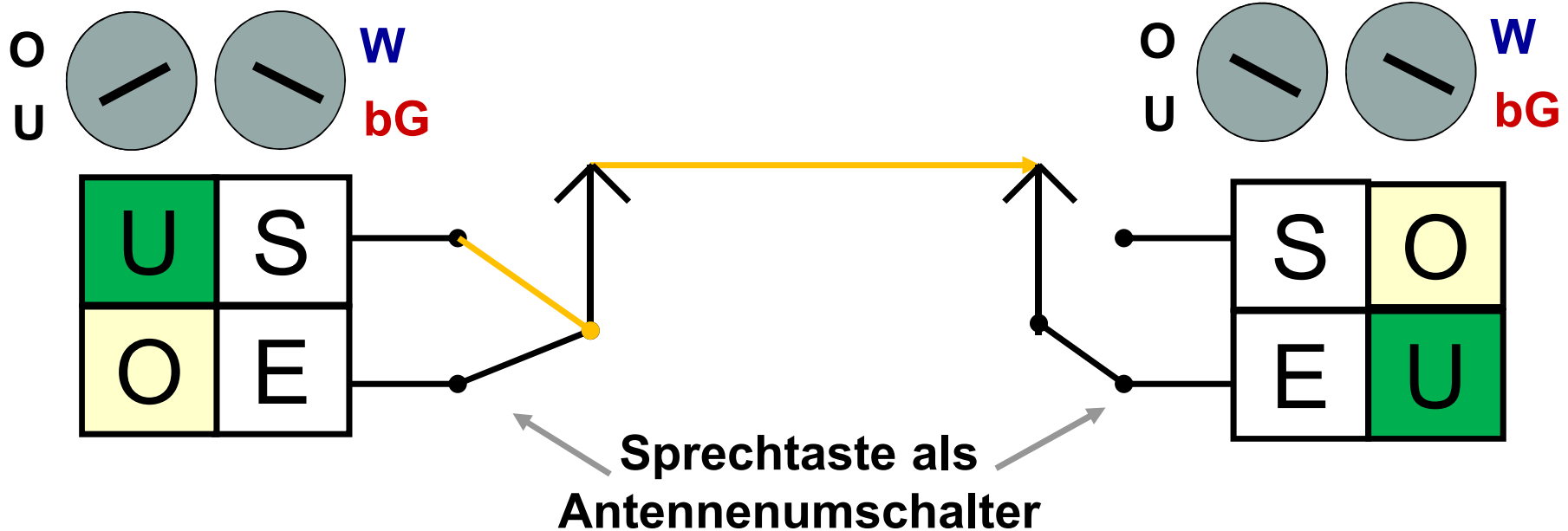
Schematische Darstellung der Schalthandlungen in einem Handsprechfunkgerät ohne Antennenweiche in den Verkehrsarten Wechselverkehr Oberband.





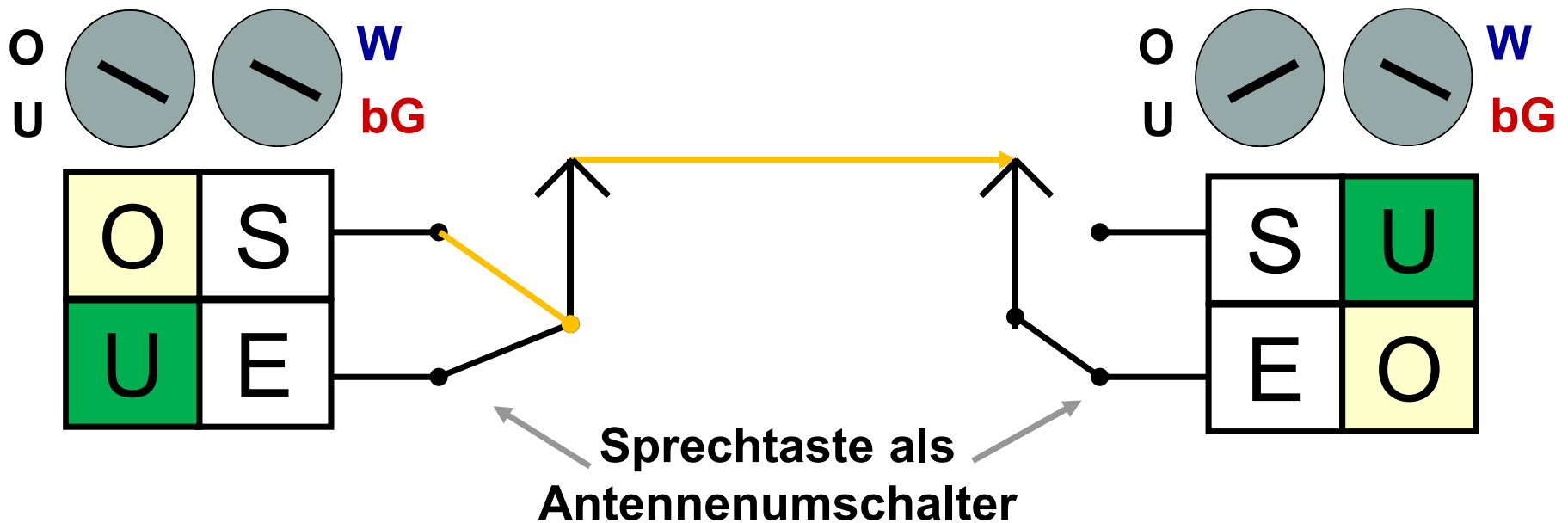
# VERKEHRSARTEN im Analogfunk

Schematische Darstellung der Schalthandlungen in einem Handsprechfunkgerät ohne Antennenweiche in den Verkehrsarten **bedingtes Gegensprechen** Unterband.

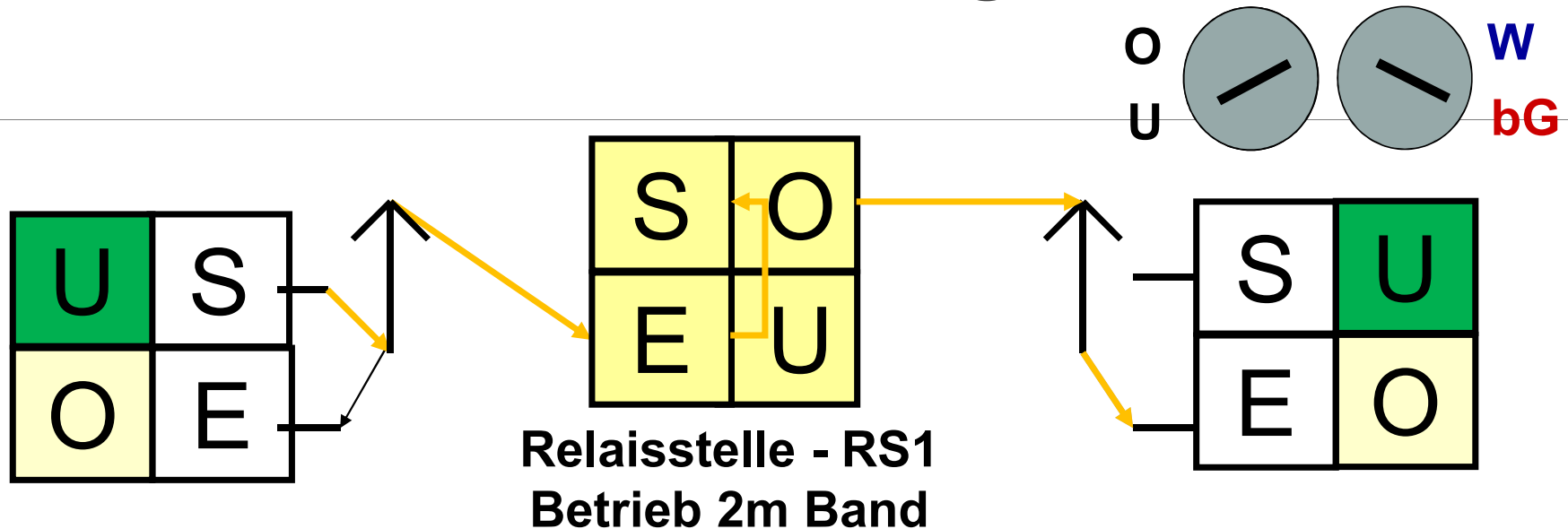


# VERKEHRSARTEN im Analogfunk

Schematische Darstellung der Schalthandlungen in einem Handsprechfunkgerät ohne Antennenweiche in den Verkehrsarten **bedingtes Gegensprechen** Oberband.



# VERKEHRSARTEN im Analogfunk



[bedingter] Gegenverkehr → Einsatzstellenfunk über größere Entfernungen im 2m – Band mit dazwischengeschalteter Relaisstelle z.B. Führungskanal 39 GU

Sender und Empfänger haben gleiche Bandlage.

**Technisch bedingt ist die Übertragung wie im Wechselverkehr !!!**

# VERKEHRSARTEN im Analogfunk

---

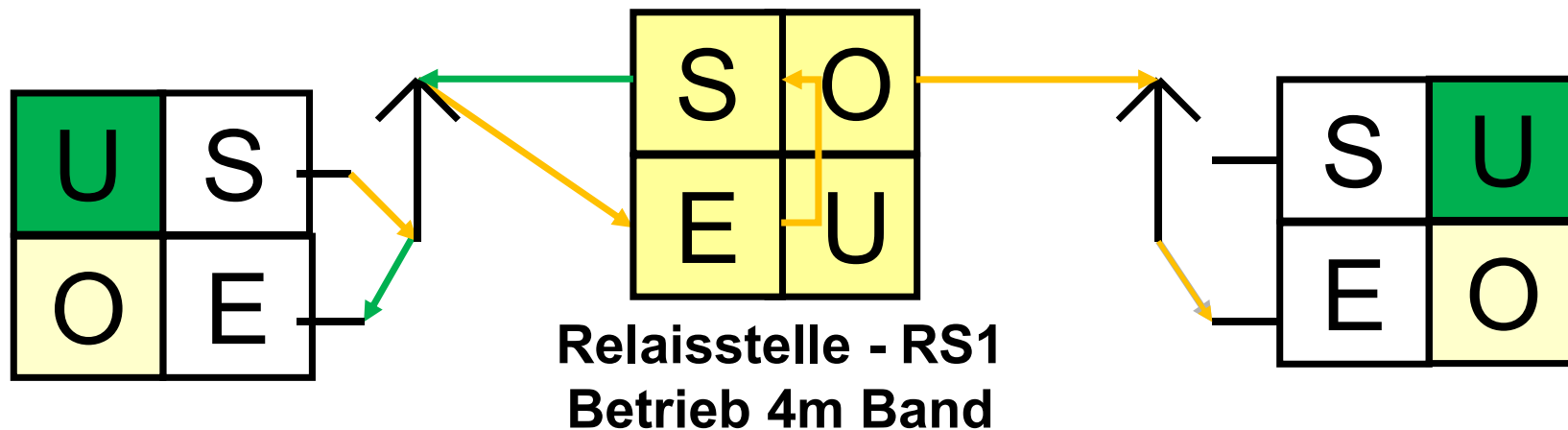


[direkter] Gegenverkehr → Sonderform im 4m – Band ohne Relaisstelle

Sender und Empfänger haben nicht die gleiche Bandlage.

Es kann gleichzeitig gesendet und empfangen werden.

# VERKEHRSARTEN im Analogfunk



## Leitstellenfunk im 4m – Band

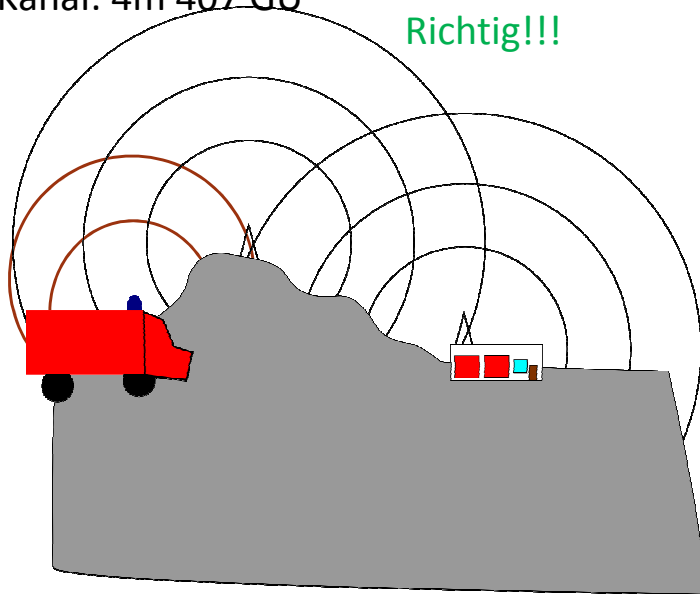
Alle Teilnehmer arbeiten in der Verkehrsart Gegensprechen.

Es kann gleichzeitig gesendet und empfangen werden.

# Arbeiten im Relaisbetrieb im Analogfunk

Kanal: 4m 407 GU

Richtig!!!



Achtung:

- Arbeiten im 4m oder 2m Band
- Sende / Empfangsqualität
- Position im Gelände / Stadt beachten
- Rauchsperrbe beachten

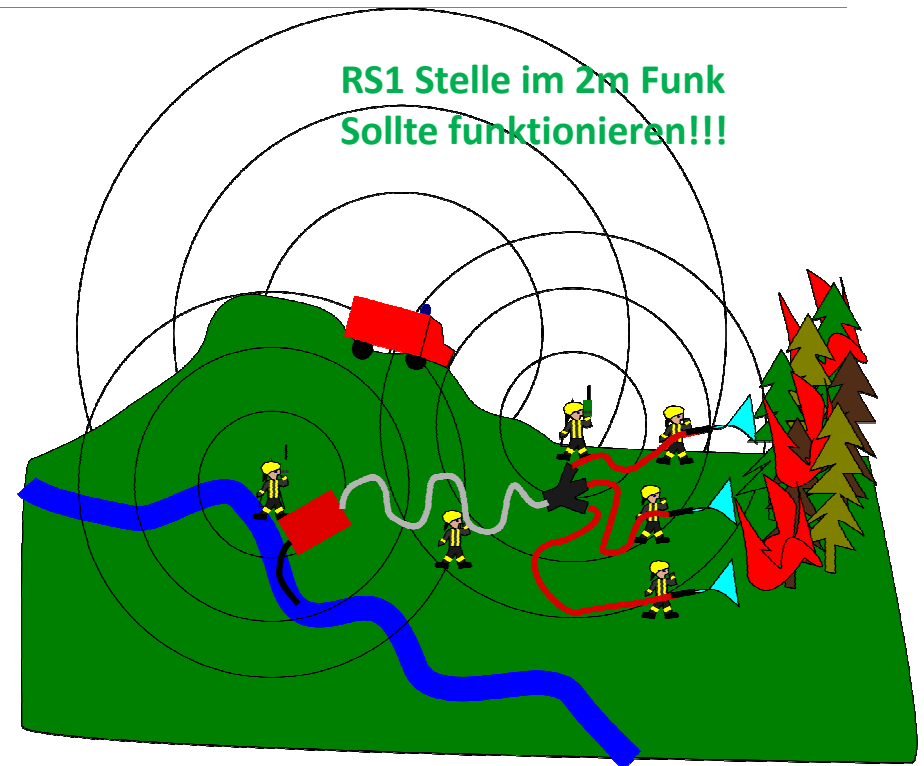
Kanal: 2m 39 GU

Achtung!!! Kommunikation in Gefahr!!!



# Relaisbetrieb im Analogfunk

## Beispiel Waldbrand



# Statustabelle beim Sende und Empfangen im Analogfunk

Sender Status	Sender Einstellung	Empfänger Einstellung	Empfänger Status
OK Senden / Empfangen	WU	WU	OK Senden / Empfangen
OK Senden / Empfangen	WO	WO	OK Senden / Empfangen
Keine Kommunikation	WU	WO	Keine Kommunikation
Hört nichts, kann aber senden!!!	GU	WU	Empfängt, aber wird nicht gehört!!!
Empfängt aber wird nicht gehört!!!	GU	WO	Hört nichts, kann aber senden!!!
Empfängt aber wird nicht gehört!!!	GO	WU	Hört nichts, kann aber senden!!!
OK Senden / Empfangen	GO	GU	OK Senden / Empfangen
OK Senden / Empfangen	GU mit Relais	GU mit Relais	OK Senden / Empfangen
Keine Kommunikation	GU ohne Relais	GU ohne Relais	Keine Kommunikation



# VERKEHRSFORMEN

---

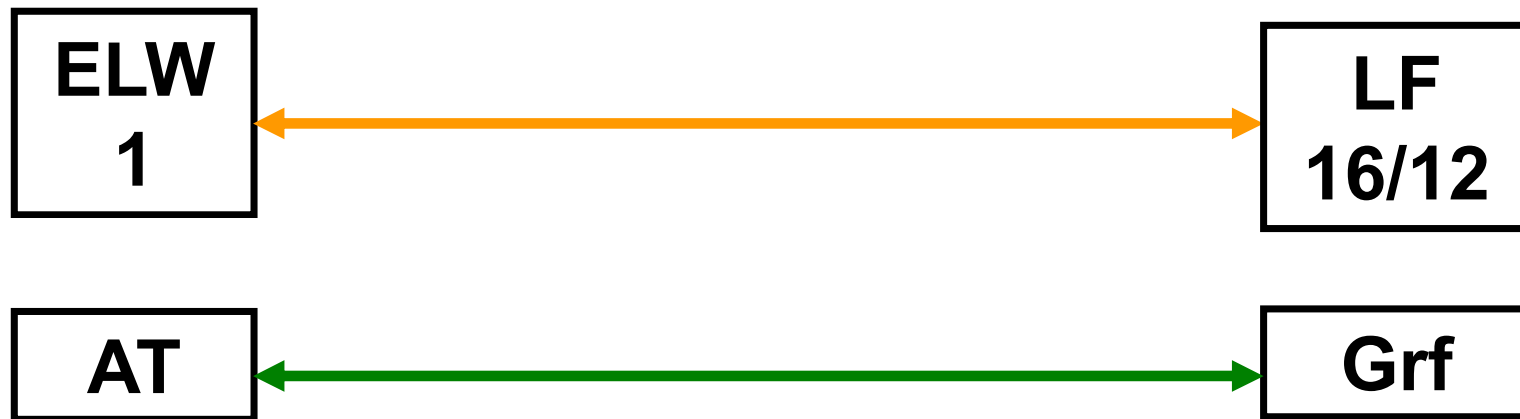
**Das Zusammenwirken von Sprechfunkbetriebsstellen wird durch die Verkehrsform bestimmt.**

**Es werden vier Verkehrsformen unterschieden:**

- Linienverkehr
- Sternverkehr
- Kreisverkehr
- Querverkehr

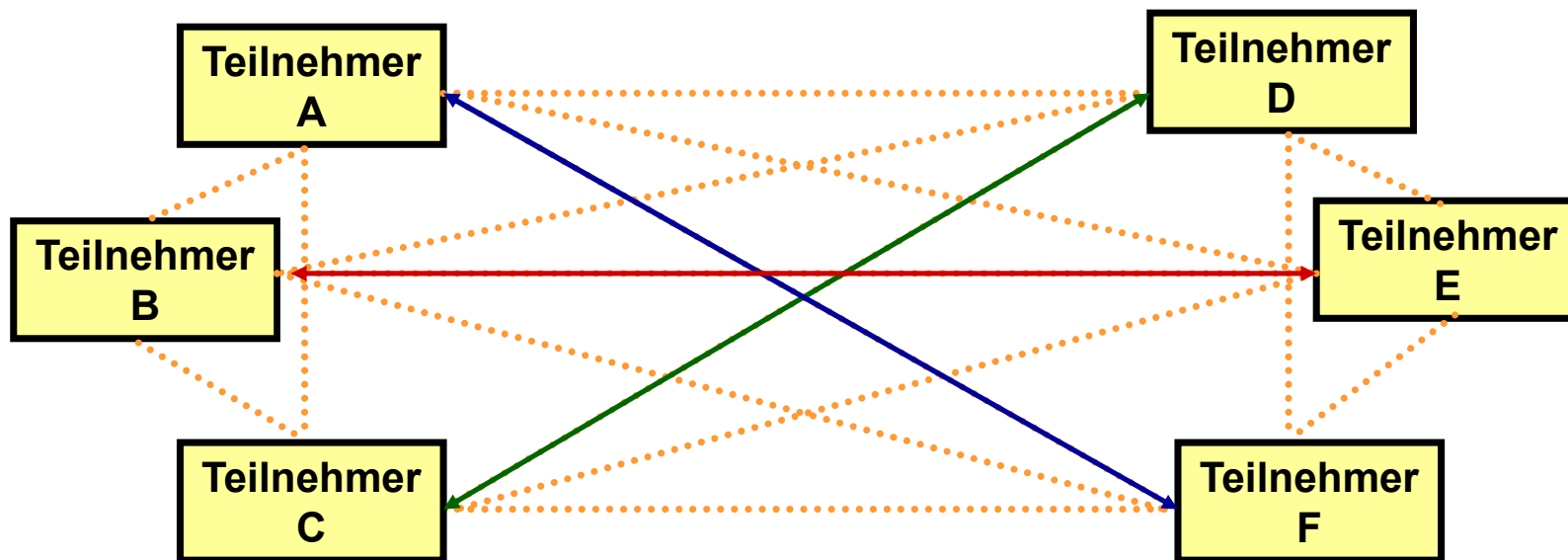
# Linienverkehr

---



Charakteristisch ist, dass am Nachrichtenaustausch nur zwei Sprechfunkbetriebsstellen beteiligt sind.

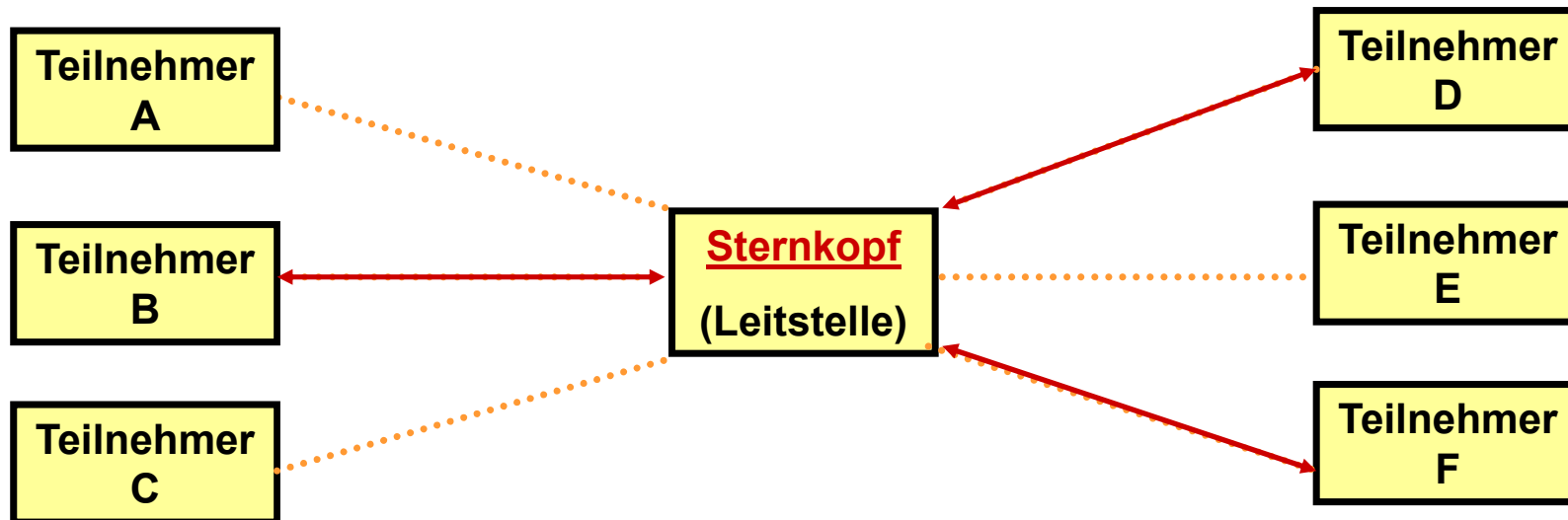
# Kreisverkehr



Beim Kreisverkehr sind alle Sprechfunkbetriebsstellen vom Grundsatz her **gleichberechtigt**.

Jeder kann mit jedem Nachrichten austauschen, jedoch ist eine Sprechfunkbetriebsstelle (z.B.: Einsatzleiter) mit der Leitung zu beauftragen.

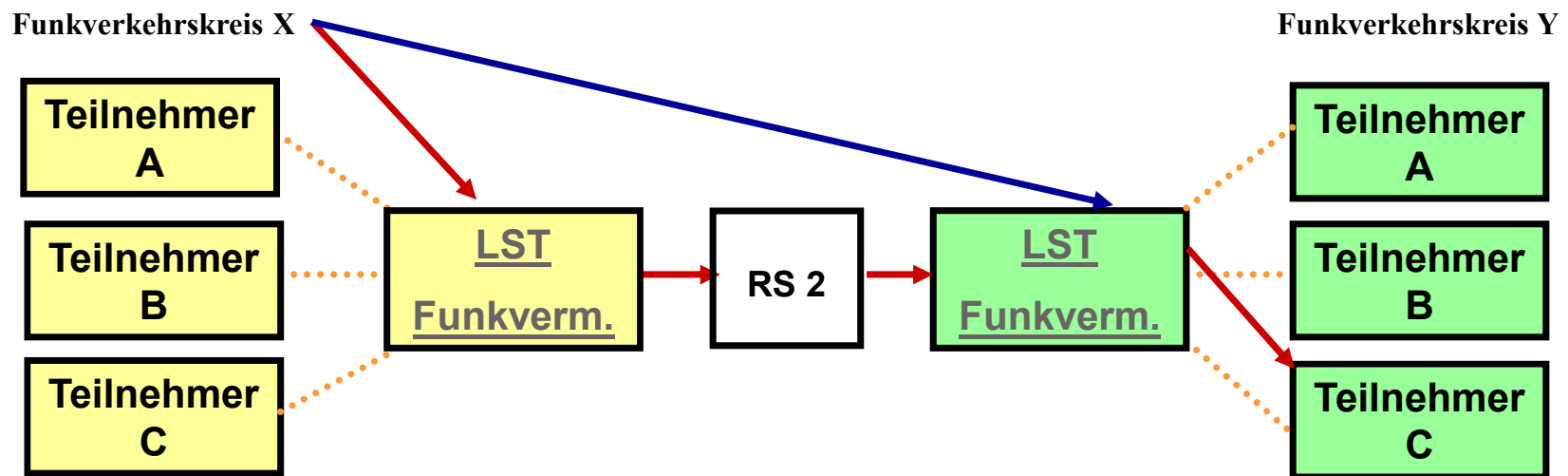
# Sternverkehr



Beim Sternverkehr tauschen mehrere Sprechfunkbetriebsstellen innerhalb eines Funkverkehrskreises Nachrichten mit einem gemeinsamen **Sternkopf** aus.

Der Sternkopf hat dabei **Leitfunktion** (Leitstelle).

# Querverkehr



Beim Querverkehr findet der Nachrichtenaustausch zwischen Sprechfunk-betriebsstellen **verschiedener** Funkverkehrskreise statt.

Querverkehr kann **vorbereitet** ( Funkvermittlung über RS2) oder **unvorbereitet** (Kanalumschaltung) durchgeführt werden. Grundsätzlich hat eine An- bzw. Abmeldung von einem Verkehrskreis in den anderen zu erfolgen.

# Analogfunk: Gleichwellenfunk

---

## **Allgemeine Aufgaben- und Problemstellung:**

- Die Versorgungsgebiete der Aufgabenträger (Kommunalstrukturen der Landkreise) werden großflächiger;
- Knappheit der zur Verfügung stehenden Kanäle;
- Unzureichende Funkversorgung in Teilen des Einsatzgebietes mit konventionellen Relais – Betrieb.

# Analogfunk: Gleichwellenfunk

---

## **Das technische Problem:**

Die von der Antenne eines Senders sich ausbreitenden Funkwellen werden auf ihrem Weg zur Antenne des Empfängers durch natürliche Hindernisse (Berge,...) und die Bebauung vielfach reflektiert, gebeugt oder abgeschattet.

**Dabei entstehen neue, reflektierte Wellen, die sich mit direkten und bereits reflektierten Wellen überlagern.**

Im Moment ihres Zusammentreffens findet dadurch, je nach ihrer augenblicklichen Phasenlage, eine vektorielle **Addition oder Subtraktion ihrer Energieinhalte** statt.

**Auf diese Weise ergibt sich ein vom Ort abhängiger und auch zeitlich veränderlicher, stark schwankender, unregelmäßiger Verlauf der Empfangsspannung (Feldstärke) im gesamten Ausbreitungs-gebiet.**

# Analogfunk: Gleichwellenfunk

---

## Zielstellung:

- Schaffung eines flächendeckenden Netzes von ortsfesten Funk- stelle (Relaisstellen) für ein großes Gebiet, die sich in ihrem Sendebereich überlappen;
- Mehrere Relaisfunkstellen senden innerhalb eines Funkversorgungsgebietes gleichzeitig auf gleicher Frequenz (gleicher Kanal);
- Alle Relaisstellen senden auf gleicher Frequenz die gleichen Modulationsinhalte aus.  
Damit sind die vom Empfänger empfangenen Wellen quasi gleiche Wellen („Gleichwellen“).



# Analogfunk: Gleichwellenfunk

---

## **Die Voraussetzungen:**

**Die beteiligten Sender (Relaisfunkstellen) müssen vier Voraussetzungen erfüllen:**

- 1. Sehr genau übereinstimmende Senderfrequenzen,**
- 2. Gleicher Modulationsinhalt (gleiche Modulationsquelle),**
- 3. Zu gleicher Zeit gesendete Modulation (gleiche Modulations-Phase),**
- 4. Gleicher Modulationsgrad (eng tolerierter Frequenzhub)**

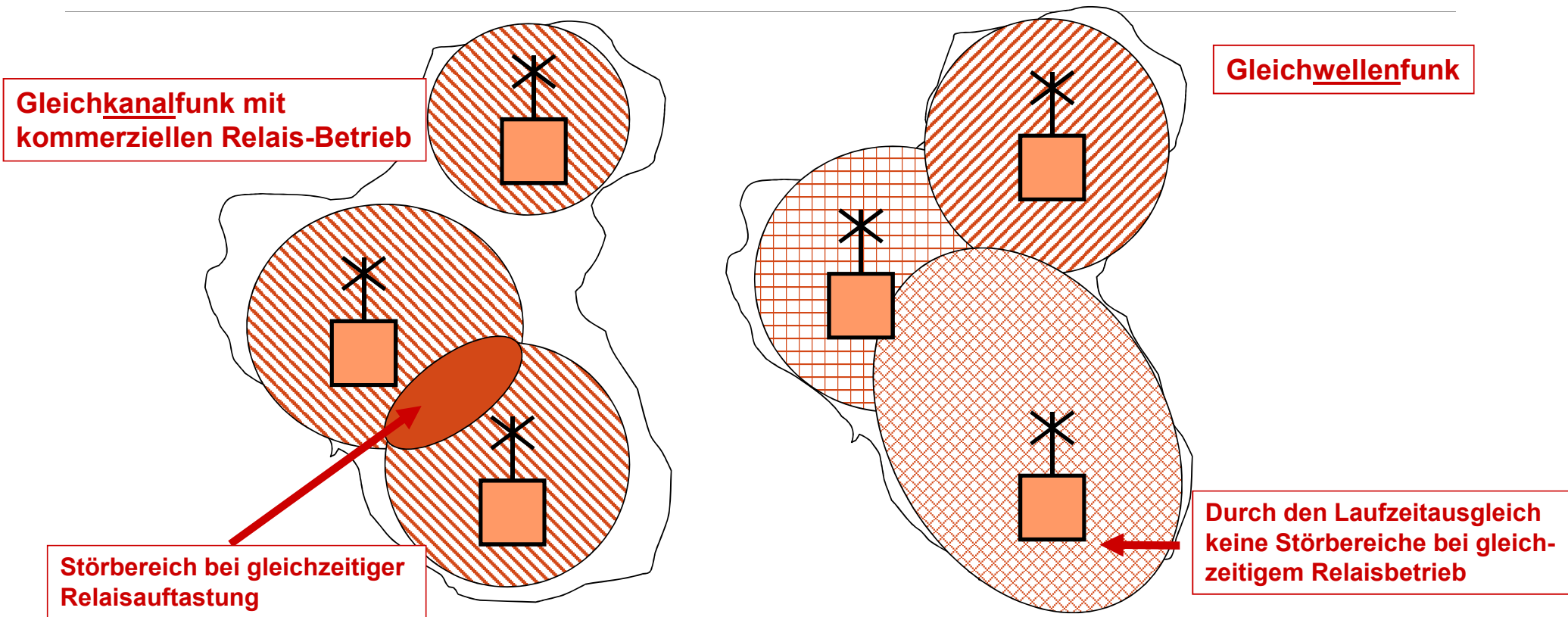
# Analogfunk: Gleichwellenfunk

---

## **Die technische Lösung:**

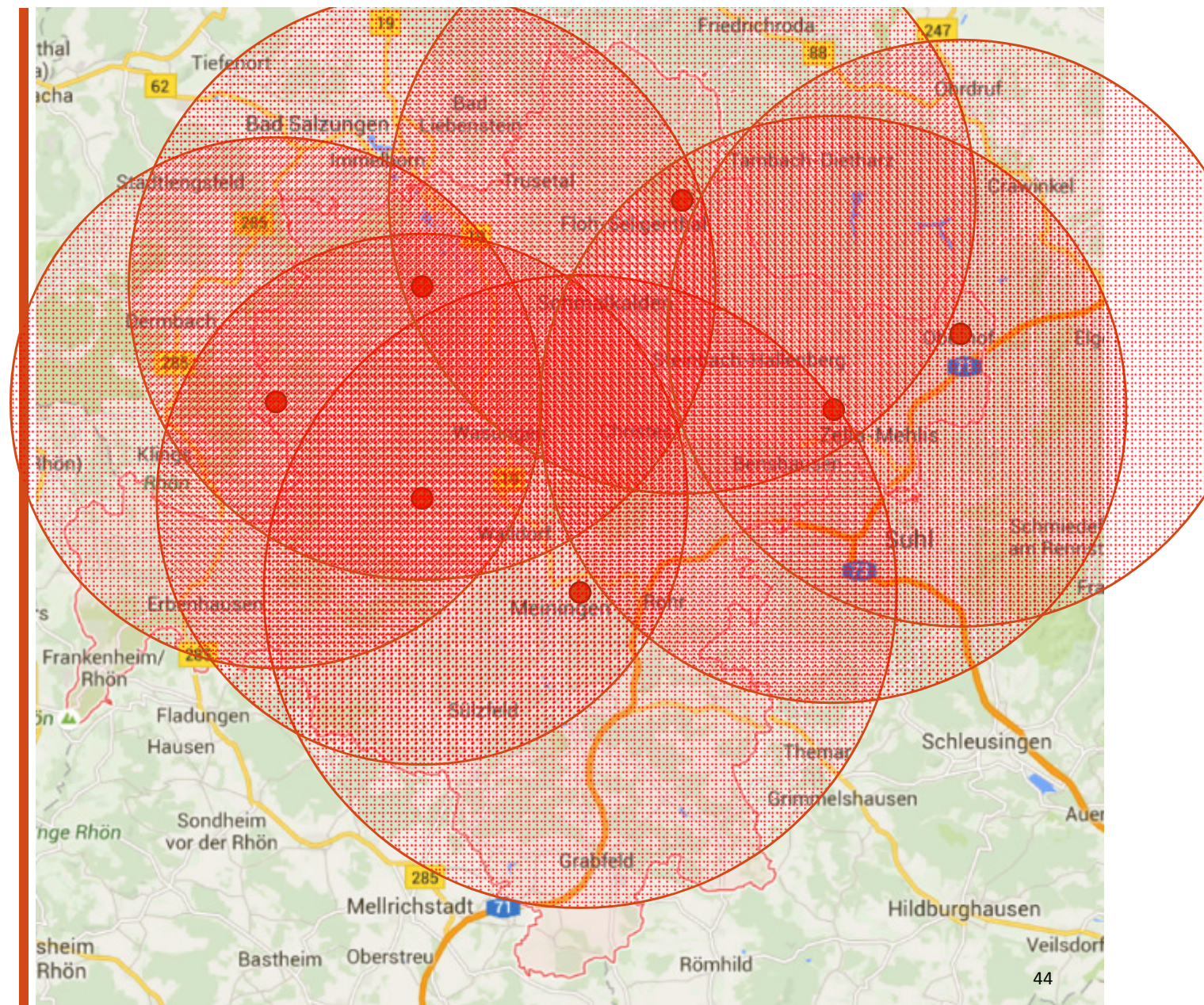
1. Verwendung von hochkonstanten Quarzoszillatoren (sog. Frequenznormale);
2. genauen Ausgleich der Gruppen- und Phasenlaufzeiten des Modulationssignals auf den Zubringerstrecken  
**(Draht- und Funkverbindungen von der Modulationsquelle / Leitstelle zu den Senderstand orten/Relais)**
3. eng tolerierte Übereinstimmung der Modulationspegel
4. Verwendung klirrfaktorarmer Modulatoren
5. und Einhaltung begrenzter Senderabstände.

# Schematische Darstellung der verbesserten Funkversorgung durch den Auffülleffekt des analogen Gleichwellenfunks.

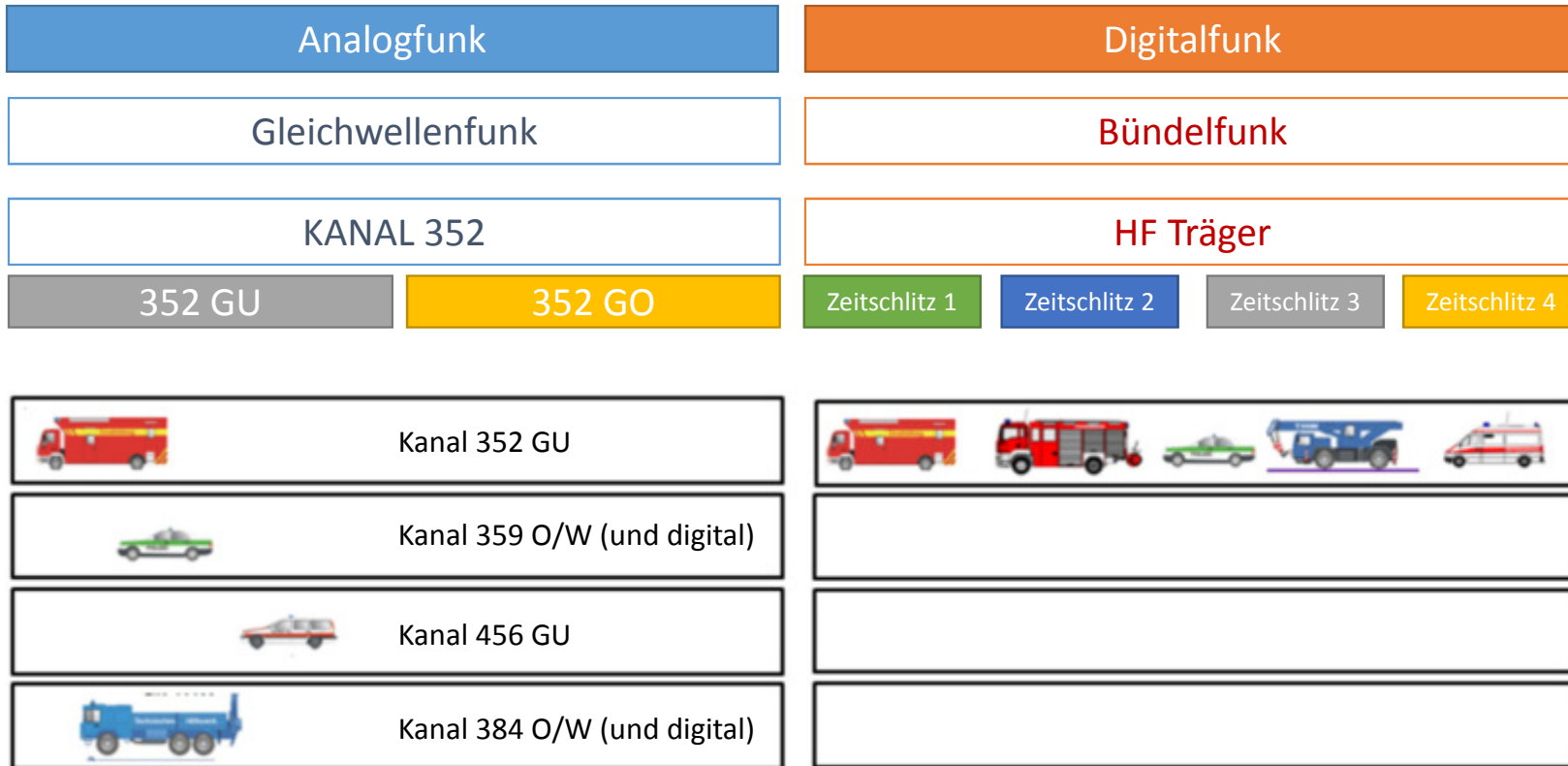


# Schematische Darstellung der Relais-Station die im Landkreis SM stehen

- Reichweiten sind nur schematische Dargestellt
- Relais-Stationen außerhalb des Landkreis sind nicht eingezeichnet
- Unterstützt werden die Kanäle: im 4m die 407 GU, 508 GU und 39 GU im 2m Band
- Funkmodulationszubringern und dezentralem Laufzeitausgleich



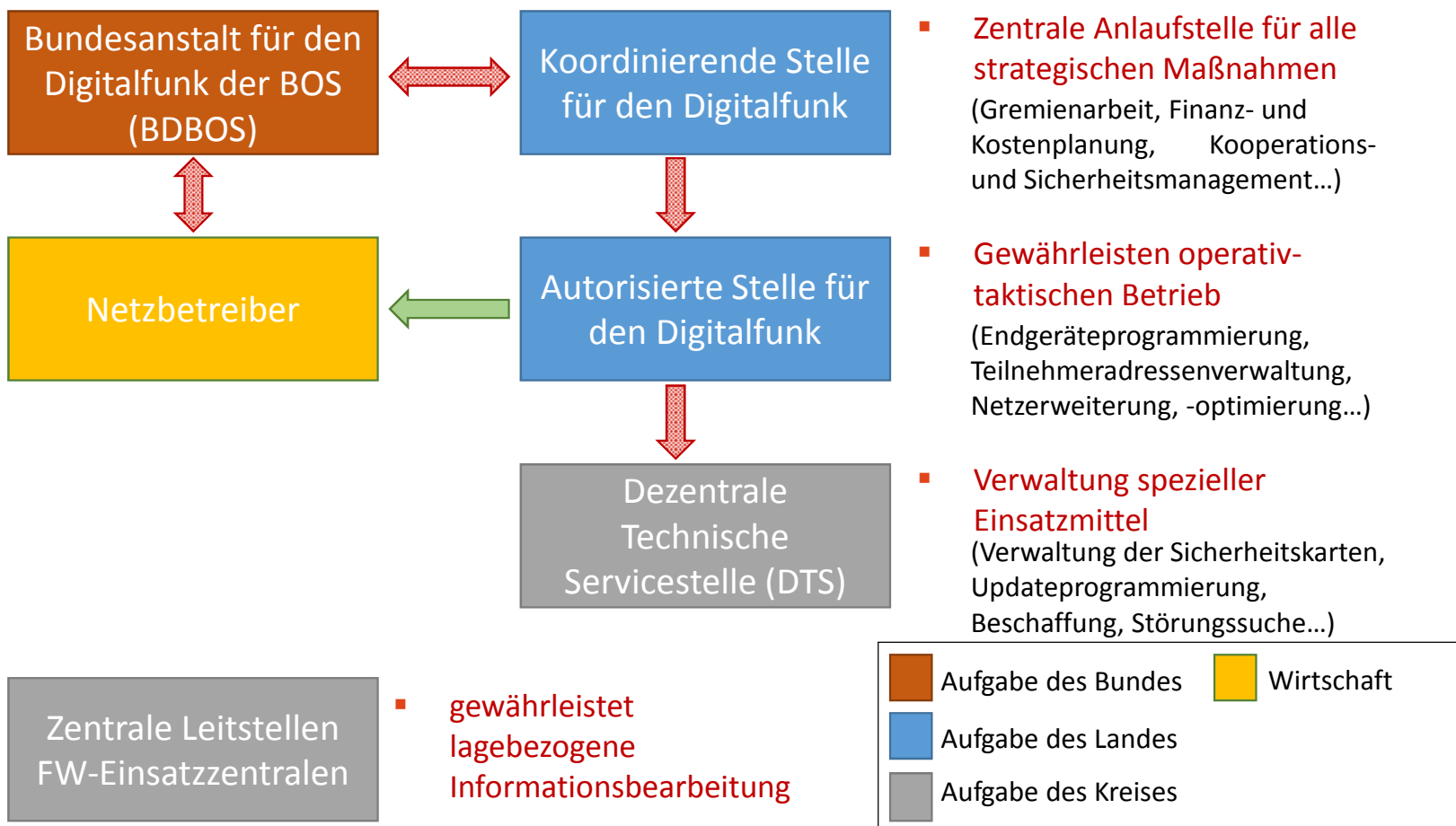
## Gegenüberstellung Analog- und Digitalfunk



- jede BOS hat eigenen Kanal

- alle BOS auf einem „Kanal“ (Trägerfrequenz)

# Digitalfunknetzaufbau



# Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben

- Ist gesamtverantwortlich Abkürzung- (BDBOS)

- hat auf die Aufgabe, das bundesweit einheitliche digitale Sprech- und Datenfunksystem für Einsatzkräfte von Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienst sowie Katastrophen- und Zivilschutzbehörden in Bund und Ländern
  - aufzubauen,
  - zu betreiben
  - und dessen Funktionsfähigkeit sicherzustellen
- die 2007 gegründete Behörde gehört zum „Bundesministerium des Innern“ und hat ihren Sitz in Berlin

## Autorisierte Stelle

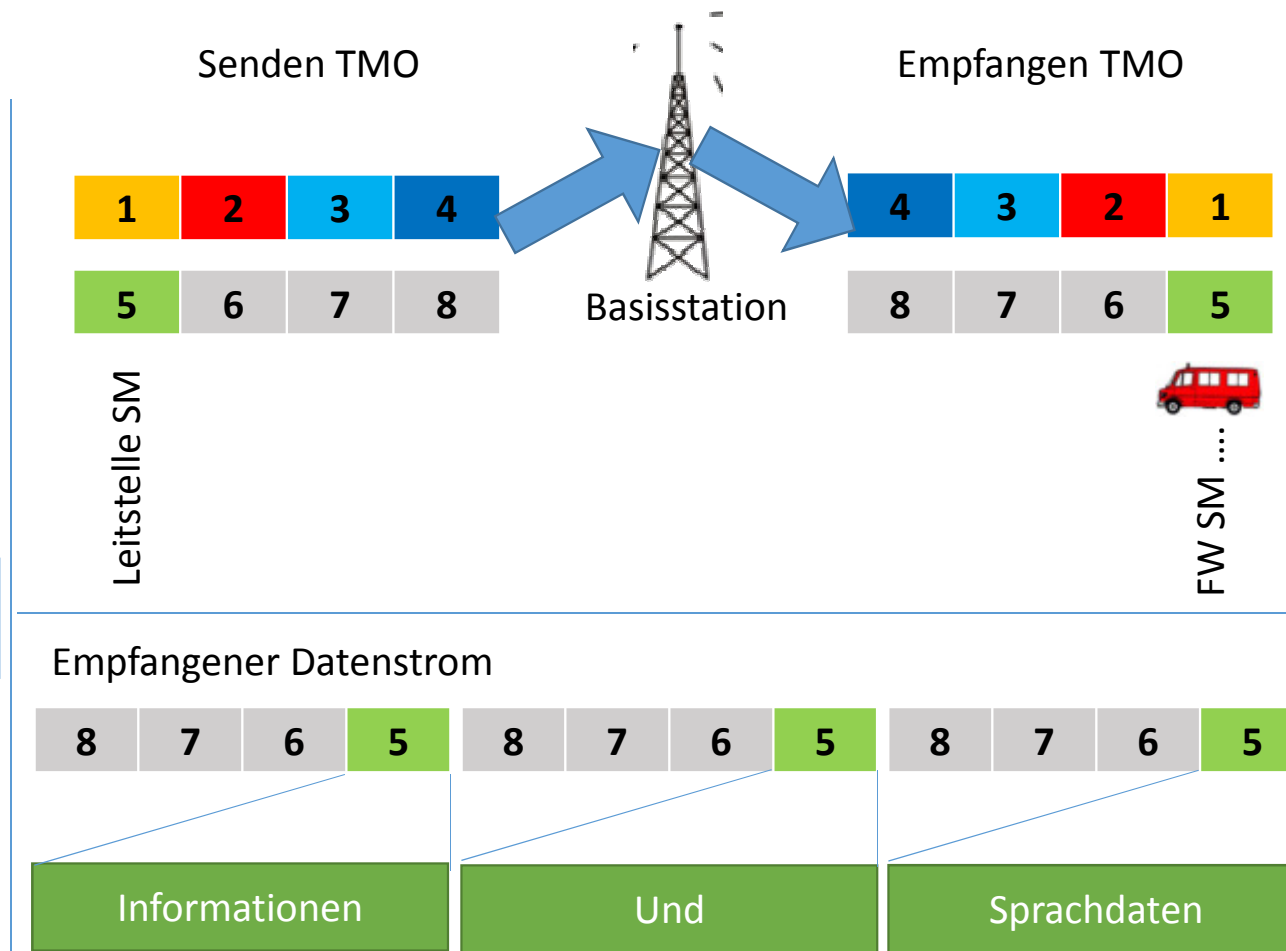
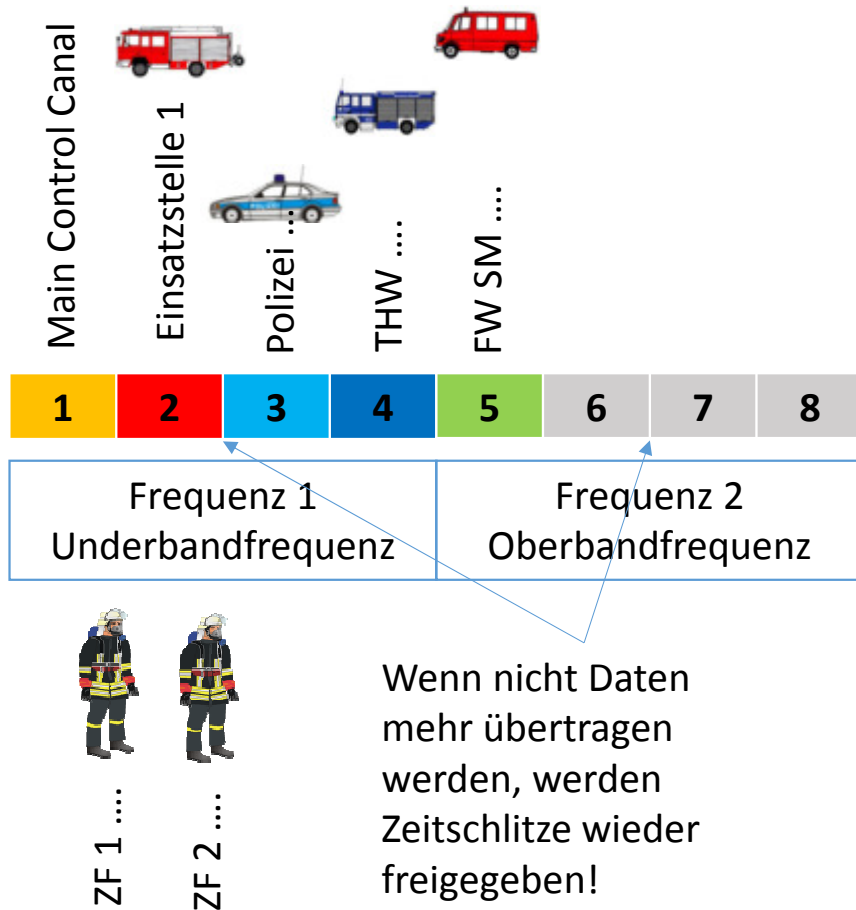
- verantwortlich für den Betrieb und Nutzer ist die „Autorisierte Stelle“ - (AS)
  - zentraler Ansprechpartner für alle betrieblichen Themen, wie z.B.:
    - Nutzerservice/Anwenderbetreuung und -unterstützung (User Help Desk im 24-Stunden-Betrieb)
    - Zuweisung/Koordinierung von Kommunikationsgruppen TMO und DMO
    - Netzmonitoring
    - Koordination von temporären Netzerweiterungen sowie mobile Basisstationen
    - Nutzereigenes Management
    - Mitwirkung bei der Netzoptimierung
    - Endgerätebeschaffung
    - Zentrale Verantwortung für die Endgeräte und für die Personalisierung, Ausgabe und Verwendung von BOS-Sicherheitskarten sowie Nutzung des Digitalfunknetzes für technische Dienstleister
  - jedes Bundesland sowie der Bund verfügen über eine Autorisierte Stelle (AS)



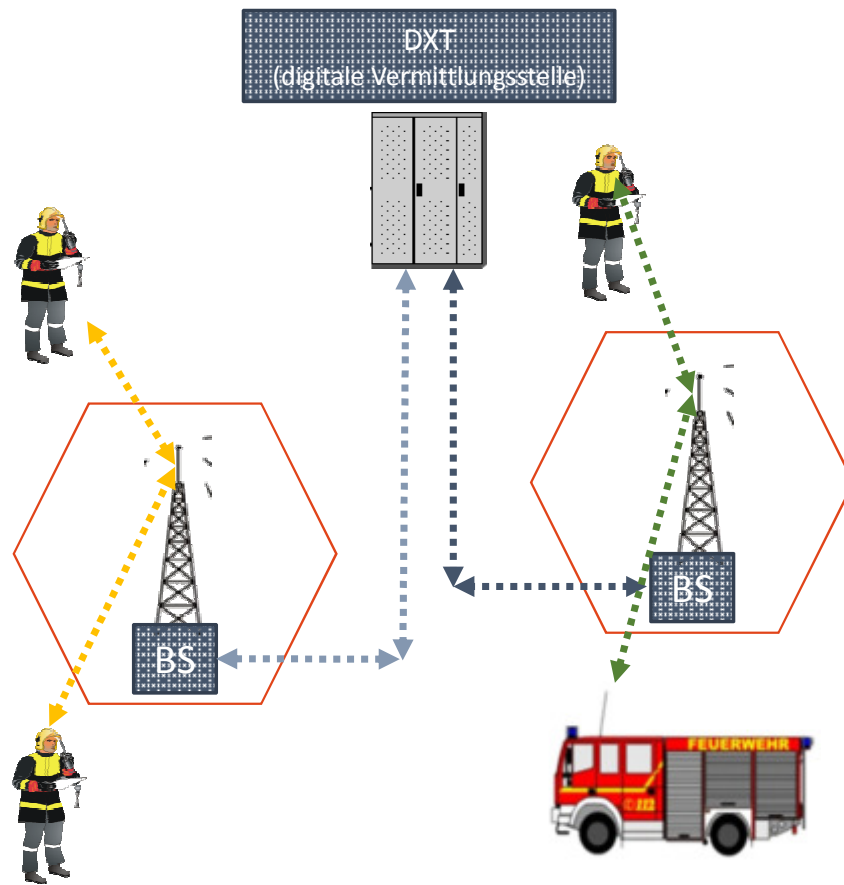
## Dezentrale Technische Servicestelle

- verantwortlich für Updates und Instandhaltung ist „Dezentrale Technische Servicestelle“ - (DTS)
  - erster und zentraler Ansprechpartner für alle Teilnehmer (nicht polizeiliche BOS), für:
    - Unterstützung und Fragen
    - Updates
    - Reparaturen
    - Koordinierung des Endgeräteeinbaus in Einsatzfahrzeuge (KfZ-Migration)
    - Mitwirkung bei Förderanträgen
    - Zentrale Stelle für die Verwaltung der Endgeräte für die Personalisierung, Ausgabe, Verwendung und Verwaltung von BOS-Sicherheitskarten und –Funkgeräten
    - Beschaffung von Zubehör
  - jeder Landkreis sowie die TLFKS verfügen über eine Dezentrale Technische Servicestelle (DTS)

# Zeitschlitzverfahren beim Digitalfunk



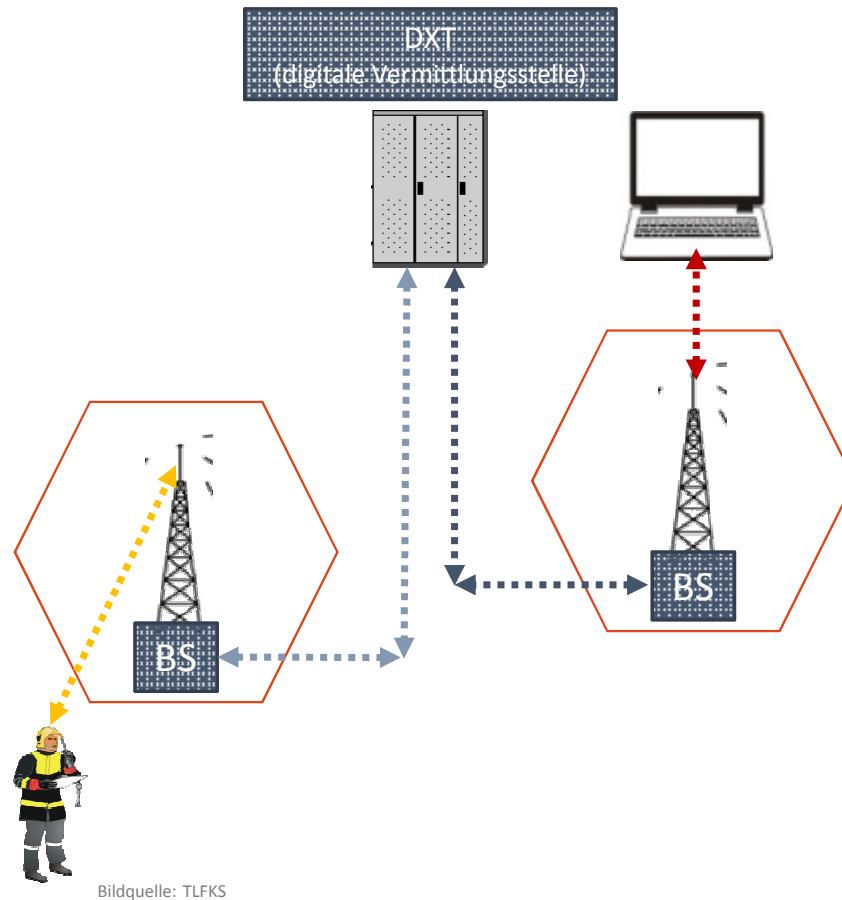
# Netzfunktion



- **GRUPPENRUF**
- Standardkommunikation im Netzbetrieb (TMO) und Direktbetrieb (DMO)
- Funkgerät muss berechtigt sein, die jeweilige Rufgruppe zu nutzen (TMO/DMO)
- die jeweilige Rufgruppe muss am Aufenthaltsort und im Netz verfügbar sein
- innerhalb einer Gruppe kann jeder Teilnehmer jeden hören/ansprechen
- der Gruppenruf funktioniert bundesweit (über Vermittlungsstellen)

Quelle: LFS Sachsen

# Netzfunktion



- **EINZELRUF**
- nur für Führungskräfte
- nur bei Funkgerät mit Volltastatur möglich
- KEIN Mithören Dritter möglich
- von Funkgerät zur Leitstelle oder zwischen zwei Funkgeräten möglich
- nutzbar über:
  - einen Sprachkanal – Wechselsprechen
    - (Annahme mit PTT-Taste)
  - zwei Sprachkanäle – Gegensprechen
    - (Annahme mit grüner Telefon-Taste)

Quelle: LFS Sachsen

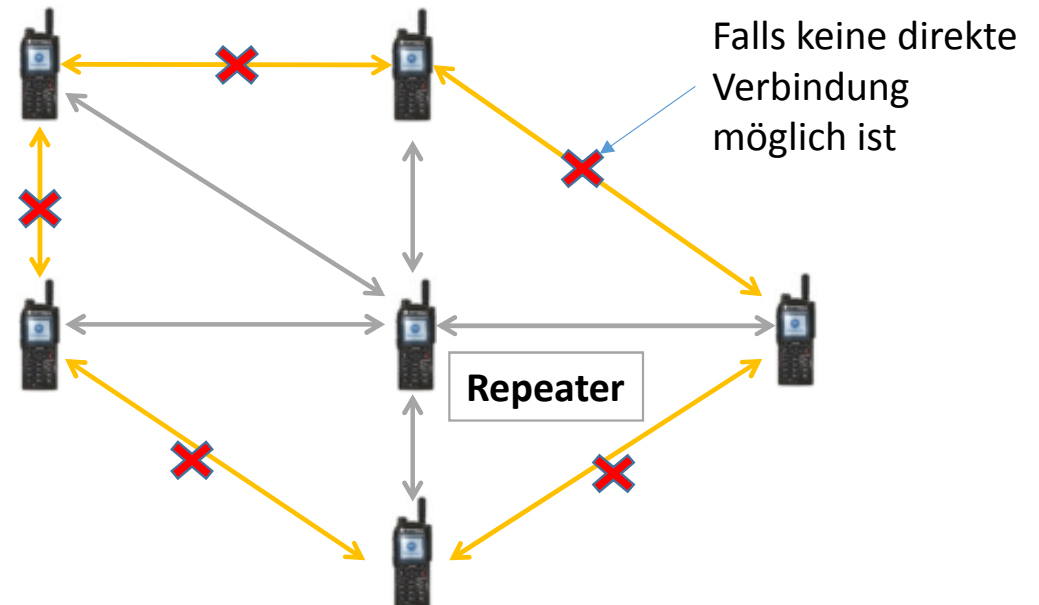
## Gateway = Überleiteneinrichtung

- Abdeckung der Funkbereiche ohne TMO Empfang
- durch ein MRT im Gatewaybetrieb wird die Verbindung zwischen dem TMO-Netz und der vor Ort befindlichen DMO-Rufgruppe hergestellt (Vergleichbar mit der Funkvermittlung 2m- zum 4m-Band)
- **Schaltung eines Gateways erfolgt nur bei taktischer Notwendigkeit, auf Befehl des Einsatzleiters und nach Genehmigung durch die zuständige Leitstelle!**



## Repeater = Relaisstelle

- Störung des Signals möglich durch:
  - Bebauung
  - Topographische Gegebenheiten
  - Sendeleistung des Gerätes
  - Dämpfung (z.B. durch Wände)



- Repeater sendet die von ihm empfangenen Signale unverzüglich wieder aus

Erhöhung der Reichweite im DMO

## Pro DMO Gruppe kann es nur einen Repeater geben!

- Ein HRT erkennt einen bereits aktivierten Repeater

## Ein HRT, das als Repeater eingesetzt wird, kann nicht am normalen Sprechfunkverkehr teilnehmen!

- Ein Mithören ist nicht möglich!

## Einsatzgrundsätze Repeater

- wird bei taktischer Notwendigkeit und auf Befehl des Einsatzleiters geschaltet
- Repeaterbetrieb ist anzeigepflichtig bei der zuständigen Leitstelle
- HRT im Repeaterbetrieb bedarf keiner ständigen personellen Betreuung
- Standort des Repeaters merken!

## Praxis-Tipp Repeater

- Wie könnte man ein Repeater-Gerät im Objekt oder im Gelände wieder finden?
  - **mit der Notruffunktion** - Lautsprecher eines Repeater-Gerätes wird beim empfangen eines Notrufes aktiv geschaltet



## Man Down = Totmannwarner

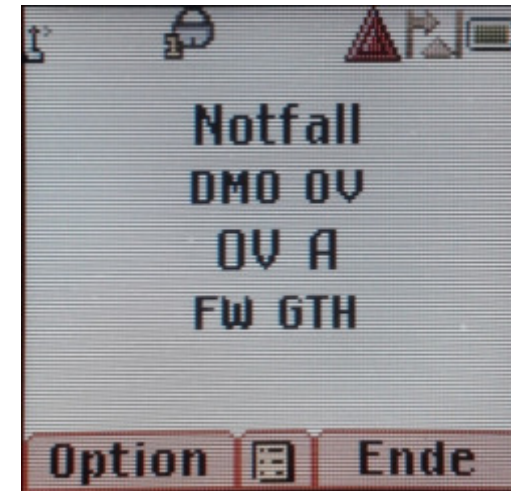
- Sendung von 3 Vorwarnungen
- Aussenden eines Notrufes nach ca. 30 Sekunden ohne Bewegung
- bei allen Sepura Funkgeräten vorhanden
- bei Motorola Funkgeräten gibt es eine Farbkennzeichnung der Antenne
- Standardmäßig ausgeschaltet
  - Sepura: Aktivierung durch separaten Menüpunkt
  - Motorola: Aktivierung durch drücken der unteren Softkey-Taste ( unterhalb der PTT)
- **Ergänzung zu vorhandener Totmannwarntechnik**
- **kein Ersatz der Totmannwarntechnik**

## Digitalfunkgeräte verfügen über eine Notruffunktion



## Notruf = Vorrangstufe

- Notrufe werden mit Priorität gesendet
- Notruf **kann nur** von dem Teilnehmer beendet werden, der ihn ausgelöst hat



- Alle Geräte in die gewählten Gruppe sind blockiert (DMO), sie sind auf Empfang für das Gerät, das den Notruf ausgelöst hat

- im **TMO-Modus** wird die zuständige Leitstelle sowie die gegenwärtig aktivierte Rufgruppe eingebunden
- im **DMO-Modus** werden lediglich die Teilnehmer der Rufgruppe, die sich in Empfangsreichweite befinden, erreicht

## Wie wird der Notruf wieder beendet?

- nur durch den auslösenden Teilnehmer oder die Leitstelle (nur im TMO/Info AS) selbst
- am Funkgerät beendet ein langes Drücken (> 3 Sekunden) des Softkeys „ENDE“ den Notruf
- ein kurzes Betätigen des Softkey „ENDE“ oder der „Beenden-Taste“ unterbricht lediglich
- die Dauerübertragung steht weiterhin an, der Notruf kann durch jedes weitere Drücken der Sprechtaete erneut ausgelöst werden

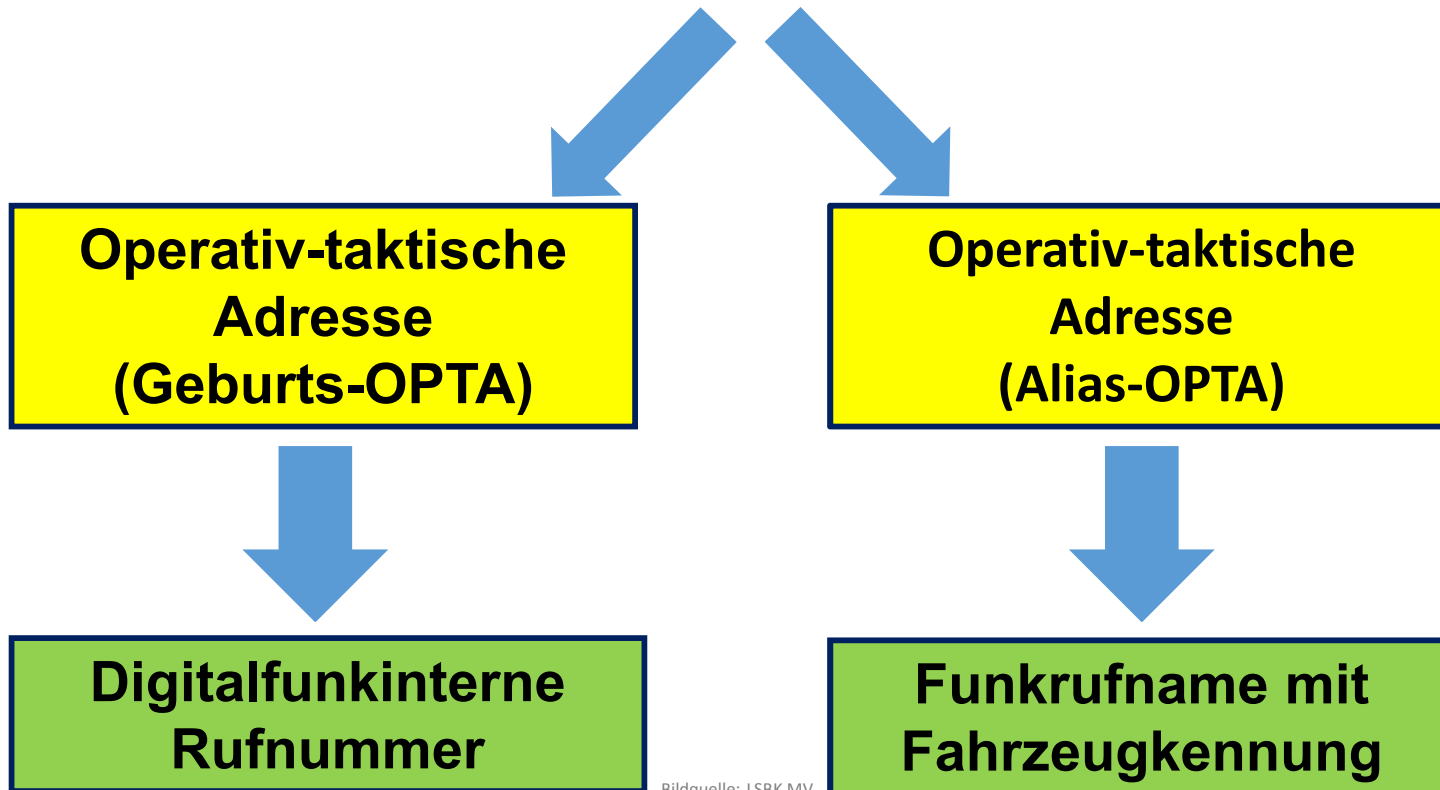
## Notfallmeldung für Einsatzkräfte

**Digitalfunk**  
**Betätigung des NOTRUF**

**Mayday!**  
**Mayday!**  
**Mayday!**

**Hier**  
**Eigener Rufname**  
**Standort**  
**Lage**  
**Mayday - kommen**

# Identifikation von digitalen BOS-Funkteilnehmern



## Geburts-OPTA Telefonnummer (ITSI – Individual TETRA Subscriber Identity)

**MCC**  
Mobile Country Code

262

**MNC**  
Mobile Network Code

1001

**Individual Short  
Subscriber  
Identity  
(ISSI)**

**8260664**  
(im Display sichtbar)

Entspricht bei einer  
Telefonnummer:

Vorwahl (+49)

Netzanbieter

Telefonnummer

(da sich das Land-Vorwahl und  
der Netzanbieter nicht ändert,  
wird immer nur die ISSI  
angegeben)

## Operativ – taktische Adresse (Alias-OPTA)

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									
Bun- des- land	Behörden- und Organisat- tionskenn- zeichnung	Regionale Zuordnung	Örtliche Zuordnung					Funktionszuordnung					Ordnungs- kennung	Ergänzung									
<b>T</b>	<b>H</b>	<b>F</b>	<b>W</b>		<b>G</b>	<b>T</b>	<b>H</b>	<b>O</b>	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>D</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>L</b>	<b>W</b>	<b>1</b>						<b>1</b>	<b>A</b>

## Kennzeichnung der Handsprechfunkgerät HRT

- Durch individuelle und funktionsbezogene Konfiguration der BOS-Digitalhandsprechfunkgeräte ist eine äußerliche Kennzeichnung erforderlich.

### Empfehlung für den Freistaat Thüringen

1. Ring	2. Ring	1. Ring	Bedeutung	2. Ring	OPTA
Orange	ohne	Einheits- bzw. Fahrzeugführer			...1
weiß	lila	Fahrer bzw. Maschinist		DMO-Repeater	...2
grau	lila	Melder		DMO-Repeater	...3
rot	grün	Angriffstrupp		Totmann-Warner	...4
blau	grün	Wassertrupp		Totmann-Warner	...5
gelb	ohne	Schlauchtrupp			...6





## Statusmeldungen

Meldetaste	Bedeutung
Notruftaste	Notruf <b>! NEU !</b>
0	priorisierter Sprechwunsch <b>! NEU !</b>
1	einsatzbereit über Funk
2	einsatzbereit auf Wache
3	Einsatzauftrag übernommen/auf dem Weg zum Einsatzort
4	am Einsatzort eingetroffen
5	einsatzbezogener Sprechwunsch
6	nicht einsatzbereit
7	auf dem Weg ins Krankenhaus (mit Patient)
8	im Krankenhaus eingetroffen
9	Anmeldung im fremden Funkverkehrskreis/HQ Bei Aufnahme des Notarztes <b>! NEU !</b>
#	Einzelrufwunsch <b>! NEU !</b>

- Statusmeldungen werden immer von einem Endgerät zur Leitstelle übermittelt und spiegeln dabei den aktuellen Zustand (Status) des übermittelnden Fahrzeuges wider
- Betriebsart TMO zur Nutzung notwendig
- Verwendung nur bei MRT sinnvoll
- Änderung gegenüber Status im Analogfunk
- 0 Analogfunk Notruf, Digitalfunk priorisierter Sprechwunsch
  - Verwendung bei zeitkritischen Sprechwünschen z.B. Nachforderung Notarzt
- 9 Analog/Digitalfunk: Anmeldung im fremden Funkverkehrsbereich
  - im Rettungsdienst: Aufnahme des Notarztes
- # Einzelrufwunsch zur Zeit nicht aktiv

Bildquelle: LFKS Sachsen

Vielen Dank