

## Moderationskarten Betriebsarten / Netztechnik

Diese Moderationskarten sollen Hilfestellung beim strukturierten Vortrag zu den gesammelten Versuchen und Modellen bieten.

Auf der Vorderseite der Moderationskarten sind Stichpunkte abgedruckt, um keine wichtigen Inhalte zu vergessen. Auf der Rückseite der Moderationskarten sind im Kleinformat schematische Bilder der aufzubauenden Versuche gezeigt, um eine Orientierung zu den Versuchsaufbauten zu bieten.

Um Vorder- und Rückseite zusammengeführt auszudrucken, sollte beim beidseitigen Druck „über kurze Kante“ ausgewählt und die A4-Seite anschließend in der Mitte geteilt werden.

Es empfiehlt sich, die Ausbildung im Dozentenduo durchzuführen, um gleichzeitiges Aufbauen der Versuche und Vortragen zu ermöglichen.

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 1)

### Lernziel:

- Funkwellen sind eine unsichtbare Form des Lichts

### Diskussionspunkte:

- weitere unsichtbare Form des Lichts: Wärmestrahlung, die man mit WBK sichtbar machen kann
- Funkwellen breiten sich wie Licht aus: kugelförmige Ausbreitung mit Abschwächung über die Distanz
- auch Digitalfunkgeräte senden Funkwellen als Form von Licht aus
- da auch diese Funkwellen über die Distanz abgeschwächt werden, ist die Funkreichweite begrenzt

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 1)

-keine Zeichnung von Versuch/Modell-

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Moderationskarten Digitalfunkausbildung

Hier sind normalerweise Grafiken zu den  
aufzubauenden Versuchen zu finden.

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 2)

### Lernziel:

- Mindestsignalstärke für Übertragung nötig

### Diskussionspunkte:

- Es ist stets eine gewisse Mindestsignalstärke zur Übertragung von Funkprüchen nötig.
- Bei zu geringer Signalstärke reißt die Verbindung ab.
- Vergleich zur Fahrt im Auto: Radioempfang wird beim Verlassen des Sendegebiets immer schwächer.
- **ACHTUNG:** Modellgenauigkeit! Hier ist Dateninformation (Schrift) auf Zettel gespeichert, im Digitalfunk wird sie durch Funkwellen übertragen.

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 3)

### Lernziel:

- Entstehung von Funkschatten durch Hindernisse

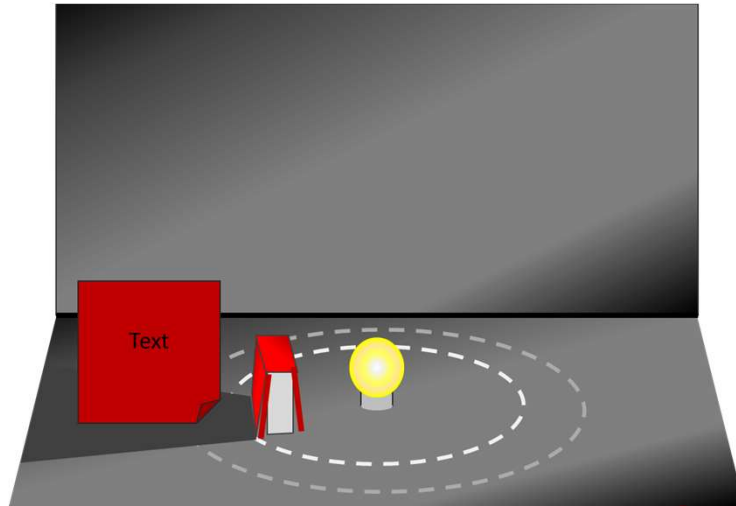
### Diskussionspunkte:

- Die Schattenbildung bei Funkwellen ist ähnlich wie bei Licht.
- Wenn man nur eine Lichtquelle (oder nur ein Funkgerät) verwendet, entstehen hinter dem Hindernis große Schatten.
- Je weiter man von der Lichtquelle (oder dem Digitalfunkgerät) weggeht, desto größer werden die Schatten (Verweis auf Beobachtung im Versuch).

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023

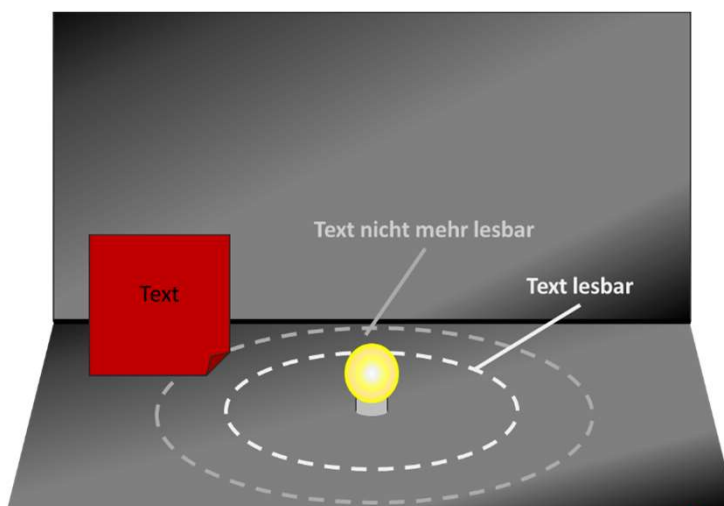


### Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 3)



Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023

### Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 2)



Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023

## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 4)

### Lernziel:

- je höher der Sender, desto kleiner der (Funk-)Schatten

### Diskussionspunkte:

- Man lasse die Teilnehmer den Unterschied zwischen den beiden Schattenwürfen erklären.
- Was hat das mit Funkausleuchtung zu tun? Man gehe auf Basisstationen als hohe Funkmasten ein.
- Welcher Effekt ergibt sich umgekehrt, wenn man mit seinem Digitalfunkgerät in einem engen Tal oder einer Häuserschlucht steht?

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 5)

### Lernziel:

- im Funkschatten ist kein **direkter** Funkkontakt möglich

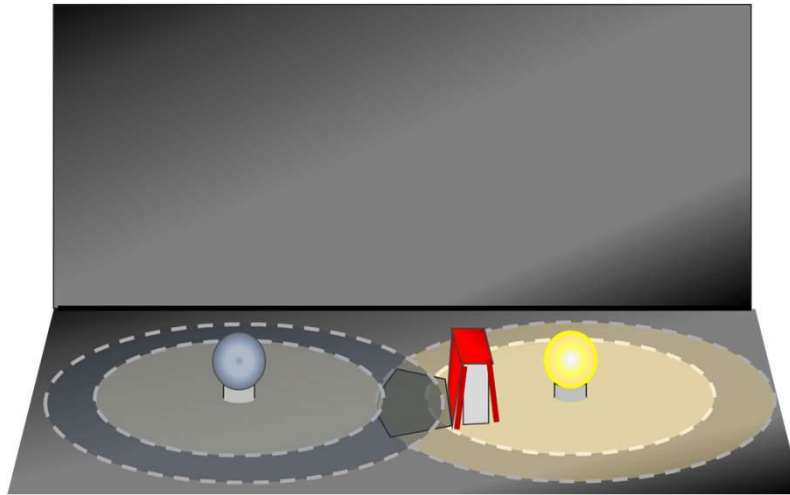
### Diskussionspunkte:

- Lampen = HRT: können in der dargestellten Lage Nachrichten von HRT zu HRT übertragen werden?
- Was wären Lösungsansätze, um Funkkontakt herzustellen?
  - Positionswechsel (aus dem Funkschatten heraus)
  - Ausnutzung einer erhöhten Position (siehe Versuch 4)

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



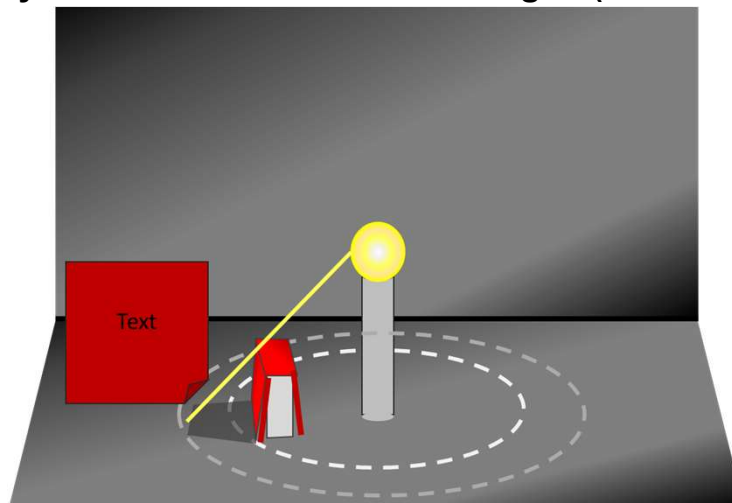
## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 5)



Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 4)



Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 6)

### Lernziel:

- Optimale Funkausleuchtung durch viele Basisstationen

### Diskussionspunkte:

- MODELLSPRUNG: Lampe = Basisstation, HRT = HRT
- Frage an Teilnehmer: wie groß ist nun der Schattenwurf?
- Basisstationen (Lampen) verteilen Funksignale der HRT
- Verbindung der Basisstationen untereinander via Kabel (=Flutterband)
- Man gehe den Weg des Signals mit den Teilnehmer durch
- Praxisbezug: Digitalfunknetz besteht aus sehr vielen Basisstationen (=Lampen); mehr als 98% der Fläche von NRW sind mit Basisstationen gut ausgeleuchtet

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 7)

### Lernziel:

- Funkwellen werden durch Hindernisse hindurch gedämpft
- Dämpfung bei geringer Signalintensität problematischer

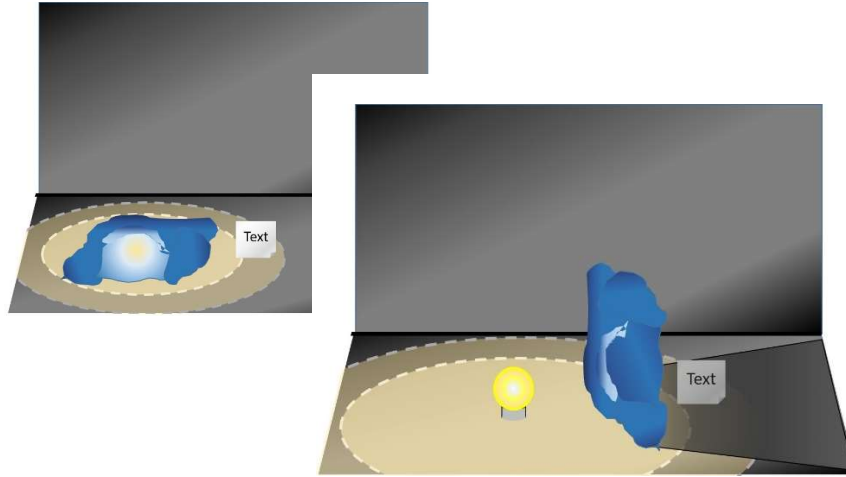
### Diskussionspunkte:

- Es gibt keine einfache Systematik, welches Material Funkwellen wie stark dämpft: Glasvase ist schwer und dick, dämpft trotzdem weniger als der leichte und dünne Müllsack.
- Je größer die Signalstärke vor dem dämpfenden Objekt, desto höher ist die Signalintensität dahinter.
- Daher Funksender so nah wie möglich an dämpfendes Material bringen, um Funkkontakt nicht abreißen zu lassen
- Besonders bei riskanten Tätigkeiten (Innenangriff) wichtig

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023

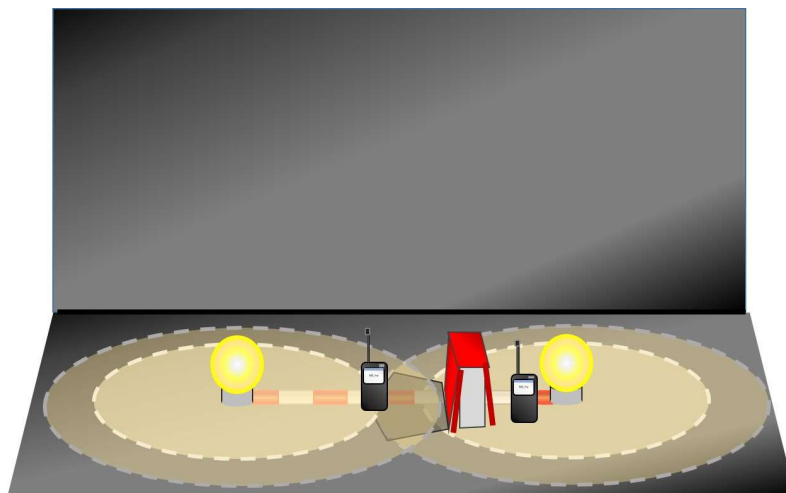


## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 7)



Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023

## Physikalisch-technische Grundlagen (Versuch 6)



Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Zwischenfazit (1)

### Lernziel:

- Zusammenfassung der wichtigsten Prinzipien

### Diskussionspunkte:

- Je größer der Abstand zum Sender, desto geringer die Signalintensität
- Je höher der Sender angebracht ist, desto geringer der Funkschatten
- Durch den Einsatz mehrerer Sender kann der Funkschatten minimiert werden
- Durch Hindernisse kommt es zur Dämpfung
- **Erst jetzt das Handout austeilen!**

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 1)

### Lernziel:

- DMO: Kommunikation direkt von HRT zu HRT

### Diskussionspunkte:

- Die Reichweite im Direktbetrieb ist auf wenige hundert Meter (bei freier Fläche) begrenzt → Verweis Prinzip 1 im Handout
- Innerhalb der Reichweite können alle Digitalfunkgeräte auf der gleichen Rufgruppe den Funkspruch empfangen.
- Man stelle Zettel mit Funktionsbezeichnung vor einige HRT und diskutiere DMO-Funkverkehr am Beispiel Innenangriff.
- Wenn sich ein Digitalfunkgerät aus der Reichweite eines anderen sendenden Gerätes bewegt, reißt die Verbindung ab.

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 1)

Sender und Empfänger markieren!

© Kompetenzzentrum Digitalfunk NRW

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
 Version 1.0 – 02/2023

## Zwischenfazit (1)

**Physikalisch-technische Grundlagen im Digitalfunk**

**Prinzip 1: Mit wachsendem Abstand wird das Funksignal schwächer**  
 Je größer der Abstand vom abstrahlenden Funksignal wird, umso schwächer wird die Signalintensität. Grund: Die elektromagnetischen Felder des Funksignals werden durch die räumliche Ausbreitung des Signals in einem Kugel- oder Zylinderfeld auf eine immer größeren Fläche verteilt. Die Intensität des Funksignals nimmt mit dem Quadrat des Abstands zum Sender ab.

**Prinzip 2: Hindernisse dämpfen die Intensität des Funksignals**  
 Die Dämpfung von Hindernissen wie Mauern, Erde oder auch Bäumen wird als Intensität des Funksignals abgeschwächt. Die Dämpfung erfolgt durch Reflexion, Absorption und Streuung des Signals an den Hindernissen.

**Prinzip 3: Je höher der Sender des Funksignals, desto kleiner der Funkschatten**  
 Die Höhe des Senders ist ein wichtiger Faktor für die Reichweite des Funksignals. Je höher der Sender ist, desto größer ist der Bereich, in dem das Signal empfangen werden kann. Die Höhe des Empfängers ist ebenfalls ein wichtiger Faktor. Die Reichweite des Funksignals ist umso größer, je höher der Sender und der Empfänger sind.

**Prinzip 4: Durch mehrere Funksender wird Funkschatten minimiert**  
 Durch die Verwendung mehrerer gut abgestimmter Basisstationen kann die Dämpfung von Funksignalen minimiert werden. Mehrere Basisstationen decken dabei das gleiche Gebiet ab und überlagern sich gegenseitig. Dies führt zu einer Erhöhung der Signalintensität und damit zu einer Vermeidung von Funkschatten.

© Kompetenzzentrum Digitalfunk NRW

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
 Version 1.0 – 02/2023

## Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 2)

### Lernziel:

- Warum wir den DMO im Innenangriff verwenden

### Diskussionspunkte:

- Wir wissen: Signalabschwächung durch Abstand und Hindernisse. Mehr Hindernisse = geringere Signalintensität
- bei zu vielen oder zu dicken Hindernissen (z.B. Wänden) kann Funkkontakt abreißen, Problem für den Trupp erörtern
- Was kann man tun, um Funkkontakt wiederherzustellen?
  - Rückzug, Einsetzen Sicherheitstrupp als Funkbrücke, Standortwechsel des Gruppenführers
- Repeater nur durch Einheitsführer in Absprache mit Einsatzleiter zu befehlen: kann Funkverkehr auch stören!

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 3)

### Lernziel:

- außerhalb von Gebäuden: TMO vor DMO!

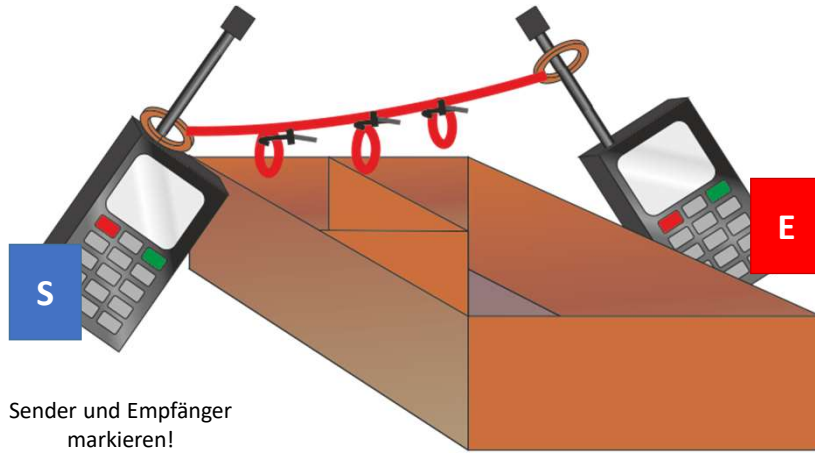
### Diskussionspunkte:

- Welcher Situation im realen Leben entspricht das Modell?
  - Melder zur Erkundung hinter Gebäude, etc.
- bei zu großer Dämpfung (dicke Wände, großes Gebäude) kein Funkkontakt
- an Beispielen (Gartenhütte, Krankenhaus, etc.) diskutieren, ob hier Funkkontakt abreißen könnte; man beachte aber auch, dass Gebäude im Umfeld Probleme machen können
- Wie wird Funkschatten bei Verwendung des TMO sein? Deshalb gilt im Außenbereich „TMO vor DMO“!

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



### Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 3)

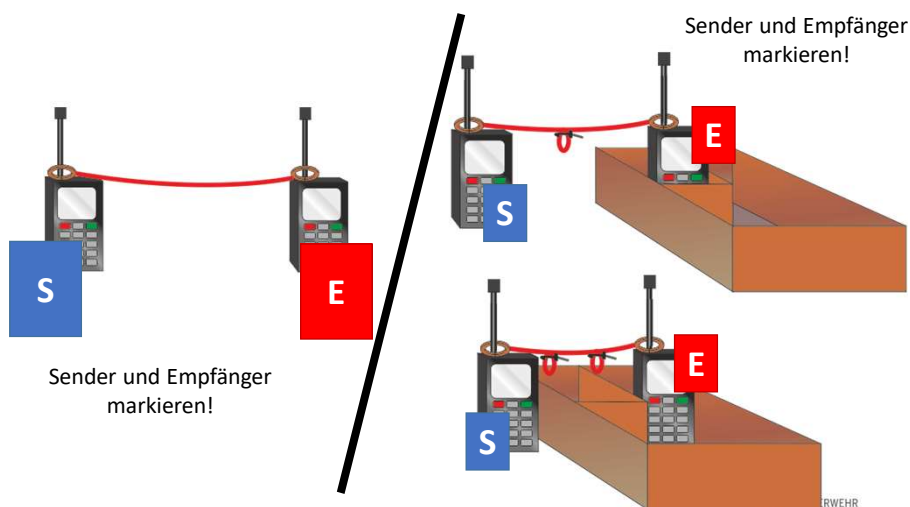


Sender und Empfänger markieren!

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



### Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 2)



Sender und Empfänger markieren!

Sender und Empfänger markieren!

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 4)

### Lernziel:

- Den Netzbetrieb (TMO) kennenlernen

### Diskussionspunkte:

- Erläutern, dass a) ausgeleuchtete Fläche der Basisstationen überlappen, b) sich das Digitalfunkgerät je nach Signalstärke bei einer anderen Basisstation (BS) einwählt, c) durch den Ring jede Basisstation über zwei Kabel angebunden ist
- Man gehe dezidiert am aufgebauten Modell den Weg der Signalübertragung durch: **Einwählen:** HRT1 → BS1 → Zentralrechner → BS1 → HRT1; **Sprechverbindung:** HRT1 → BS1 → Zentralrechner → BS2+weitere → HRT2+weitere
- Wenn HRT gestohlen, kann Einwahl verweigert werden

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 5)

### Lernziel:

- Vorteile des TMO, v.a. in Bezug auf Ausleuchtung, kennen

### Diskussionspunkte:

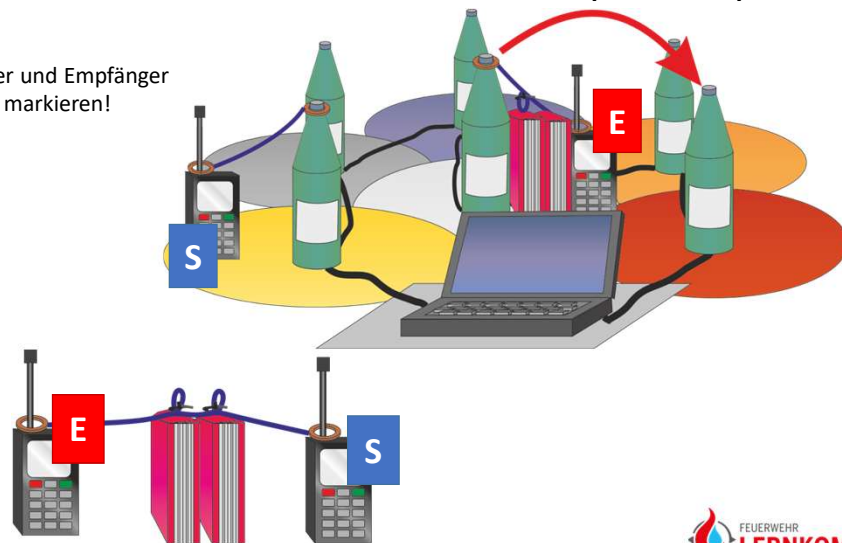
- Wenn durch Hindernisse Funkschatten besteht, wählt sich das Digitalfunkgerät bei anderer Basisstation ein
- Diskussion m. Teilnehmern: Warum im DMO nicht möglich?
- Wann ist TMO bzw. DMO besser? a) Wasserversorgung bei Gartenlaubenbrand (TMO), b) Innenangriff (DMO), c) Wasserförderung lange Wegestrecke (TMO), bei schlechter Ausleuchtung (DMO, weil es Rückfallebene für TMO ist)
- Mit Teilnehmern erarbeiten: im Freien stets TMO vor DMO, im Innenangriff DMO, DMO ist Rückfallebene für TMO

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 5)

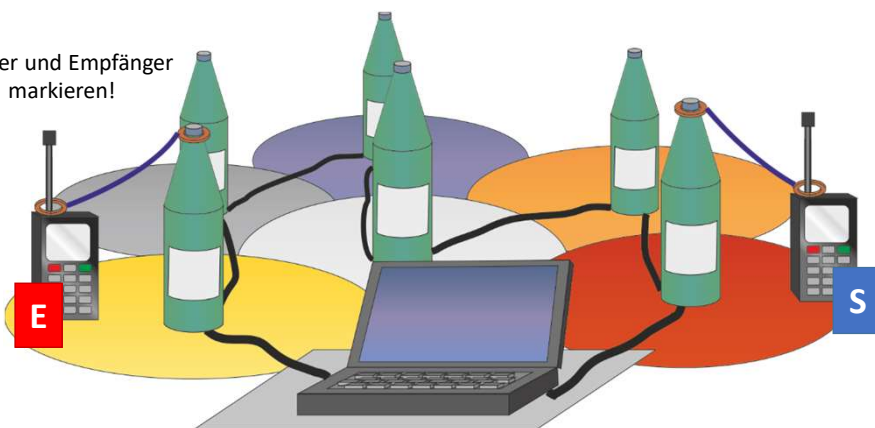
Sender und Empfänger  
markieren!



Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023

## Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 4)

Sender und Empfänger  
markieren!



Hier Erwähnung des Versorgungsplots, der darstellt wie gut der Netzempfang ist.

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023

## Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 6)

### Lernziel:

- Verstehen, dass es verschiedene TMO-Rufgruppen gibt

### Diskussionspunkte:

- den Weg des Signals bei der Kommunikation in den TMO-Rufgruppen „blau“ und „rot“ verfolgen
- jeder in der TMO-Rufgruppe eingewählte Teilnehmer kann alle dort übertragenen Funksprüche hören: Zentralrechner sortiert, wer welche Funksprüche übertragen bekommt
- gleichzeitige Signalübertragung verschiedener Rufgruppen über dieselbe Basisstation ist möglich
- jeder Kreis und jede kreisfreie Stadt hat eine zweistellige Anzahl an TMO-Rufgruppen zur Verfügung

Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Zwischenfazit (2)

### Lernziel:

- Das Gelernte zu Betriebsarten und Netzaufbau wiederholen

### Diskussionspunkte:

- Direktbetrieb: Direkte Kommunikation von Digitalfunkgerät zu Digitalfunkgerät ohne weitere beteiligte Elemente
- Netzbetrieb: Digitalfunkgeräte übertragen Informationen über Basisstationen zum Zentralrechner, der die Berechtigung zur Teilnahme am Funkverkehr prüft und das Signal an die Basisstationen und die Digitalfunkgeräte weiterverteilt
- Grundregeln: TMO vor DMO! DMO ist Rückfallebene für TMO, wenn z.B. Gebiet nicht ausgeleuchtet ist oder zur Kommunikation bei Brandbekämpfung im Innenangriff


Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
Version 1.0 – 02/2023



## Zwischenfazit (2)

### Betriebsarten und Netzaufbau im Digitalfunk

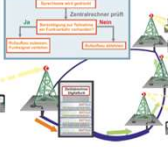
**Direktbetrieb (DMO)**



Beim Direktbetrieb wird das Signal vom Digital-Funkgerät ausgehend und auf direkten Wege von anderen Digitalfunkgeräten aufgenommen. Somit kann jeder das Mikrophon und das Lautsprecher, der sich in der Nähe befindet und die gleiche Rufgruppen angehört.

Die Reichweite im Direktbetrieb ist sehr stark von den Bedingungen der Umgebung abhängig. Im Freien sind einige hundert Meter Reichweite möglich, in Gebäuden sind es oftmals weniger als 100m.


**Netzbetrieb (TMO)**



**1. Aufbau einer Funkverbindung**  
 Das im Netzbetrieb (TMO) wird Funkverkehr aufgebaut werden, wird vom Digitalfunkgerät über die Basisstation ein entsprechendes Signal zu einem Zentralelement geschickt. Dieser überprüft, ob das Funkgerät für Teilnahme am Funkverkehr berechtigt ist und an welchen Basisstationen Digitalfunkgeräte mit der gleichen Rufgruppe den Funkverkehr bekommen müssen. Dann gibt er die Freigabe oder Verweigerung der Teilnahme am Funkverkehr. Der gesamte Vorgang dauert eine halbe Sekunde.

**2. Übertragung des Funkverkehrs**  
 Das vom Digitalfunkgerät zum Funkdienst übertragene Signal wird an alle Basisstationen verteilt, in deren Einzugsbereich sich Endgeräte in der gleichen Rufgruppe befinden. An sie wird das Signal anschließend ausgesandt.

**Im Freien gilt: TMO vor DMO! Nur bei unzureichender Ausleuchtung wird DMO genutzt.**



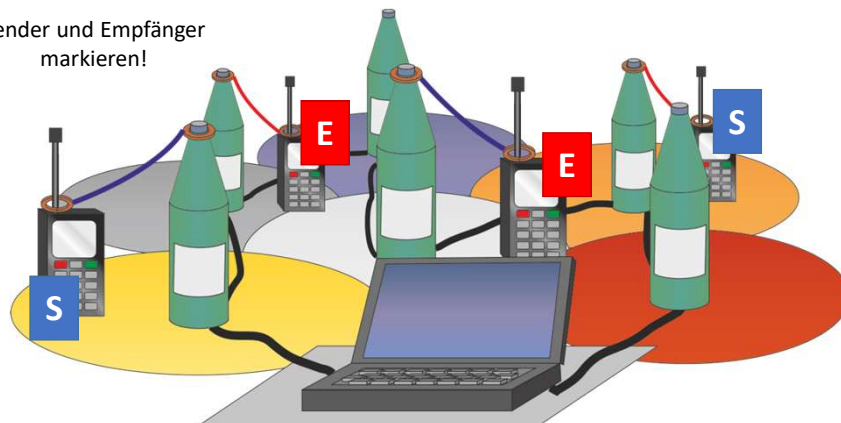
Standardmäßig soll im Freien immer der Netzbetrieb (TMO) verwendet werden. Er bietet die meisten Vorteile und eine große Anzahl an verfügbaren Rufgruppen. Der Direktbetrieb (DMO) ist als Rückfalloption gedacht. Bei einer unzureichenden Ausleuchtung durch das Digitalfunknetz kommunizieren die FFs dies im Gebäuden Fall immer der Fall ist, wird der Direktbetrieb stets im Vorzug genutzt.



Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
 Version 1.0 – 02/2023

## Betriebsarten und Netzaufbau (Modell 6)

Sender und Empfänger markieren!



Moderationskarten Sprechfunkausbildung NRW – Betriebsarten und Netztechnik  
 Version 1.0 – 02/2023

