

Methode

Betriebsarten und Netztechnik für Sprechfunkausbildung NRW

**Empfohlene Gruppengröße**
8-24 Teilnehmer**Übungsort**
Schulungsraum**Erforderliche Ausbilder**
2 Ausbilder**Zeitansatz**
1 ½ Stunden

Benötigtes Werkzeug

- 2 Tischleuchten
- ca. 12 Gardinenringe
- 3 Rollen verschiedenfarbige Fäden
- ca. 8 Flaschen
- Dünne (Sofa-)Decke
- Farbige Servietten
- 6 HRTs
- Barhocker
- 5 große Bücher
- Schuhkarton
- Kabelbinder
- Mind. 2 Mehrfachstecker
- Wärmebildkamera
- Filzstifte + farbige Pappe
- Rolle Flatterband
- Beamer und PC
- Fotos von Einsatzstellen
(Gartenhütte, Einfamilienhaus, kleines Mehrfamilienhaus, großes Mehrfamilienhaus, Krankenhaus, Industriehalle)



Vorqualifikationen

- Teilnehmer: keine
- Ausbilder: Sattelfest im Digitalfunk
- Keine
- Keine



Kurzbeschreibung

Die Teilnehmer sollen die physikalisch-technischen Grundlagen des BOS-Digitalfunks und die Betriebsarten TMO und DMO mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen kennenlernen.

Bemerkung

Die Versuche und Modelle bauen aufeinander auf. Sie können auf verschiedene Unterrichtseinheiten aufgeteilt werden.

Vorwort

Bei der vorliegenden Ausbildung wurde großen Wert auf Kompetenzorientierung gelegt. In einer Reihe einfacher, aufeinander aufbauender Versuche und Modelle sollen die Teilnehmer die physikalischen und technischen Grundlagen des Digitalfunks kennenlernen und verstehen. In den Versuchen und Modellen wurde auf die Verwendung nicht verderblicher Gegenstände geachtet, sodass die notwendigen Materialien nach einmaliger Beschaffung für zukünftige weitere Ausbildungen problemlos eingelagert werden können.

An manchen Stellen wird das Lerntempo bewusst eher langsam gestaltet, um den Zuhörern die Gelegenheit zum schrittweisen Begreifen und Durchdenken des Lernstoffs zu geben. Dies betrifft vor allem die modellhaften Darstellungen der Betriebsarten, die dazu dienen sollen eine langfristige Wissensreproduktion zu unterstützen. Hier hat sich eine Verringerung des Lerntempos und die Verwendung einfacher, greifbarer Modelle als hilfreich für eine nachhaltige Festigung des Wissens erwiesen.

Neben der Verwendung von Modellen werden auch kleine Versuche mit Licht vorgeführt. Dabei wird viel Wert auf Anschaulichkeit und Einprägsamkeit gelegt. Es ist daher nicht der Anspruch dieses Dokumentes eine über die Sprechfunkausbildung hinausgehende fachliche Tiefe zu bedienen und technische Details zu diskutieren.

Vom Dozenten wird gefestigtes Wissen zu den Themen physikalische Grundlagen und Netzaufbau vorausgesetzt. Zur Durchführung der Unterrichtseinheiten ist es ratsam, zwei Dozenten einzusetzen, um gegenseitige Unterstützung bei Aufbau, Durchführung und Moderation der Versuche bzw. Modellaufbauten zu gewährleisten. Die Erläuterungen zu benötigtem Material, Lernziel, Versuchsdurchführung und Diskussion sind vor Beginn gründlich und vollständig zu lesen, da zwischen den Schritten der Versuchsdurchführung ggf. bereits einige Punkte diskutiert werden müssen. Auf solche Diskussionen zwischen den präsentierten Versuchen und Modellen wird nicht gesondert hingewiesen, da Zeitpunkt und Umfang solcher Erläuterungen vom Teilnehmerkreis abhängig sind.

Physikalisch-Technische Grundlagen (1)		
Benötigt wird:		
1 HRT	1 Lampe ohne Reflektorschirm	1 Wärmebildkamera
Der Vorführversuch findet in einem abgedunkelten Raum statt.		
Was soll vermittelt werden?		
Die Teilnehmer lernen, dass Licht als elektromagnetische Strahlung in verschiedenen Formen auftreten kann. Als Beispiele dienen das sichtbare Licht einer Lampe und die Wärmestrahlung, die mit einer Wärmebildkamera visualisiert wird. Funkwellen sind ebenfalls unsichtbare elektromagnetische Strahlung.		
Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?		
Man stelle die Lampe in die Mitte einer großen Freifläche eines abgedunkelten Raumes und schalte diese ein. Zu einem späteren Zeitpunkt lasse man die Wärmebildkamera herumgehen, sodass die Teilnehmer sich gegenseitig anhand ihrer Körperwärme im dunklen Raum sehen können.		
Was soll diskutiert werden?		
<ul style="list-style-type: none"> • Man diskutiere mit den Teilnehmern, dass sich das Licht der Lampe gleichmäßig, kugelförmig im Raum ausbreitet und dass es sich mit zunehmendem Abstand von der Lampe abschwächt. • Man diskutiere, dass auch ein (Digital-)Funkgerät eine Art von Licht, d.h. Funkwellen, aussendet und dass man diese Funkwellen im Gegensatz zum Licht der Lampe nicht sehen kann. • Als Beispiel für ein Licht, das man nicht sehen, aber mit technischen Geräten trotzdem darstellen kann, nenne man die Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung): Sie wird von allen erwärmten Körpern ausgesandt und kann mit technischen Mitteln wie der Wärmebildkamera sichtbar gemacht werden. • Falls die Nachfrage der Teilnehmer kommt, warum man z.B. Wärmestrahlung bei geschmolzenem Stahl als gelblich Licht sehen kann, eine hohe Funkwellenintensität jedoch nicht: Wärmestrahlung ist dem sichtbaren Licht ähnlicher (die Wellenlänge ist näher an der des sichtbaren Lichtes) als die Funkwellen und mit steigender Wärmestrahlung wird daher auch mehr sichtbares Licht ausgesandt. 		

Physikalisch-Technische Grundlagen (2)

Benötigt wird:

1 Lampe ohne Reflektorschirm

1 rotes Blatt Papier mit schwarzer Schrift

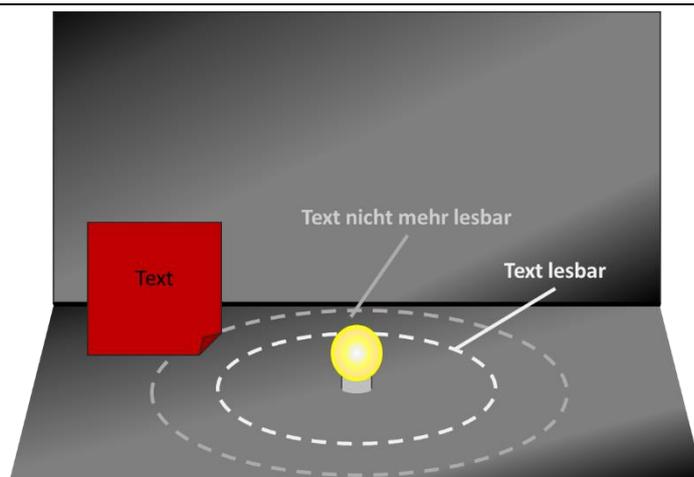
Der Vorführversuch findet in einem abgedunkelten Raum statt.

Was soll vermittelt werden?

Die Teilnehmer lernen, dass eine bestimmte minimale Signalstärke benötigt wird, um Funksprüche zu übertragen. Dies wird am Beispiel von Licht erläutert.

Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?

Man stelle die Lampe in die Mitte einer großen Freifläche eines abgedunkelten Raumes und schalte diese ein. Nun gebe man einem Teilnehmer in größerer Entfernung zur Lampe ein rotes Blatt Papier, auf das mit schwarzem Stift geschrieben wurde (Kontrast soll gering sein). Er soll sich mit ganz langsamen und kleinen Schritten der Lampe nähern bis er die Nachricht auf dem Zettel entziffern kann.



Was soll diskutiert werden?

- Es ist stets eine gewisse minimale Signalstärke erforderlich, um Nachrichten übertragen zu können.
- Ab einer gewissen Entfernung von der Lampe (bzw. vom Digitalfunkgerät) ist das Licht (bzw. das Funksignal) zu schwach, um noch zuverlässig Funksprüche übertragen zu können.
- Allerdings gibt es bei diesem Vorführexperiment Ungenauigkeiten:
 - Im dargestellten Beispiel ist die Nachricht durch die Schrift auf dem Zettel gespeichert – eigentlich sollte das Licht die Nachricht sein. Da aber in diesem Fall das Licht benötigt wird, um die Nachricht ablesen zu können, wurde diese Analogie der Lampe und des Zettels trotzdem gewählt.

Physikalisch-Technische Grundlagen (3)

Benötigt wird:

1 Lampe ohne Reflektorschirm

1 rotes Blatt Papier mit schwarzer Schrift

1 großer Gegenstand (Karton, Buch, o.ä.)

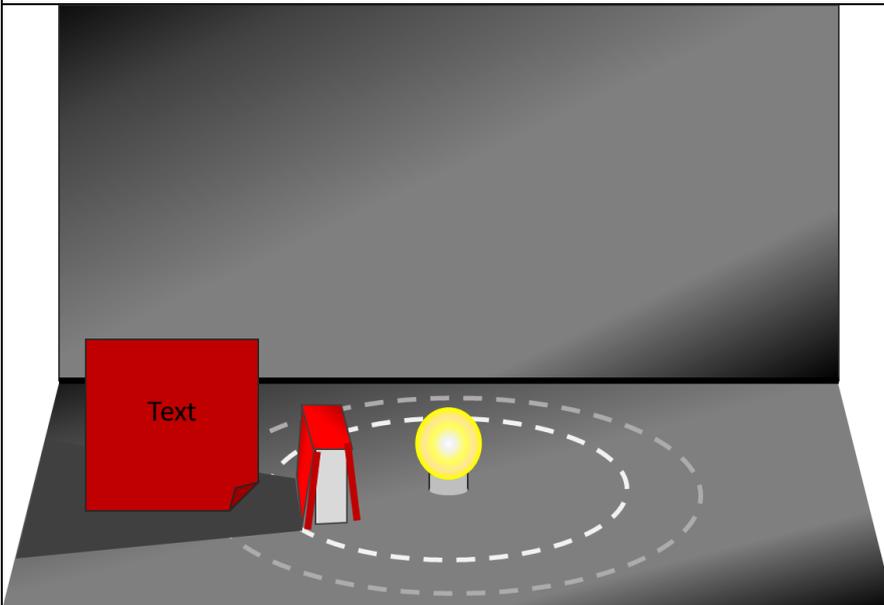
1 Rolle helles Klebeband

Was soll vermittelt werden?

Die Teilnehmer lernen, dass es durch Hindernisse wie Gebäude, Hügel oder andere Objekte zu Funkschatten kommen kann.

Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?

Man stelle die Lampe in die Mitte einer großen Freifläche eines abgedunkelten Raumes und schalte diese ein. Nun stelle man seitlich der Lampe den Karton bzw. das Buch auf, um einen Schattenwurf zu erzeugen. Man führe den Teilnehmern durch plakatives Vorzeigen des roten Zettels mit schwarzer Schrift im Schatten hinter dem Objekt vor, dass hier „kein Funkempfang“ vorhanden wäre. Man markiere die Ränder des entstandenen Schattens, indem man Klebeband an den entsprechenden Licht-Schatten-Übergängen auf dem Boden verlegt.



Was soll diskutiert werden?

- Man erläutere die Bildung von Funkschatten anhand des vorgeführten Versuches: Ähnlich wie beim Licht der Lampe können auch Funksignale manche Objekte nicht durchdringen, sodass es zur Bildung von Funkschatten hinter ihnen kommt.
- Man diskutiere anhand der abgeklebten Bereiche am Boden, dass mit nur einer einzigen Lichtquelle (bzw. Funksignalen, die von einem Digitalfunkgerät ausgehen) durch den trapezförmigen Schattenwurf hinter den Objekten große Schattenbereiche entstehen.

Physikalisch-Technische Grundlagen (4)

Benötigt wird:

1 Lampe ohne Reflektorschirm

1 großer Gegenstand (Karton, Buch, o.ä.)

1 Barhocker, hoher Stuhl, o.ä.

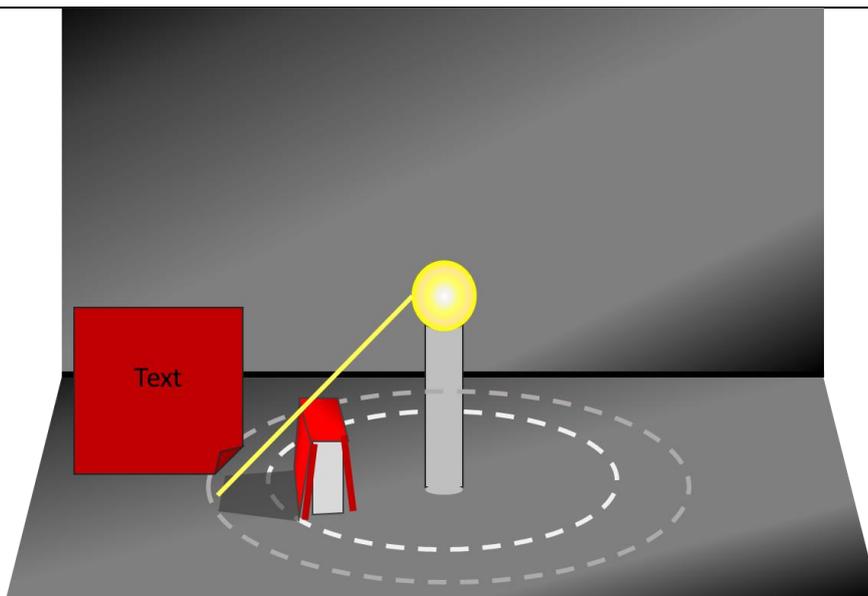
Der Vorführversuch findet in einem abgedunkelten Raum statt.

Was soll vermittelt werden?

Die Teilnehmer lernen, dass durch in der Höhe angebrachte Licht- bzw. Funksignalquellen der (Funk-)Schatten verkleinert wird.

Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?

Man stelle die Lampe in die Mitte einer großen Freifläche eines abgedunkelten Raumes in erhöhte Position (z.B. auf einen Barhocker) und schalte diese ein. Man vergleiche den entstehenden Schattenwurf mit den abgeklebten Schattenrändern aus dem letzten Vorführversuch.



Was soll diskutiert werden?

- Man lasse die Teilnehmer den Unterschied zwischen den beiden Schattenwürfen erklären.
- Was hat dies mit der Funkausleuchtung zu tun? Man gehe speziell darauf ein, dass Basisstationen als Quelle für Funkwellen oftmals auf Masten oder hohen Gebäuden angebracht sind, um die Funkschatten klein zu halten.
- Man gehe darauf ein, dass in der Höhe angebrachte Antennen auch von Funkgeräten in der Umgebung besser erreicht werden können.
- Welcher Effekt ergibt sich umgekehrt, d.h. wenn man mit seinem HRT in einem engen Tal oder in einer Häuserschlucht steht?

Physikalisch-Technische Grundlagen (5)

Benötigt wird:

2 Lampen ohne Reflektorschirm

1 großer Gegenstände (z.B. Karton, Buch, etc.)

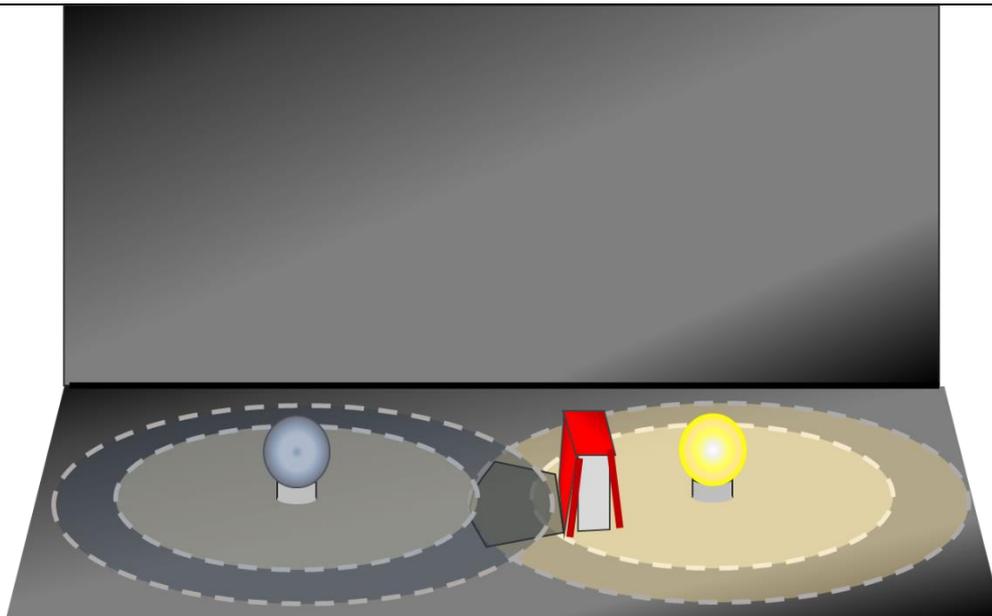
Der Vorführversuch findet in einem abgedunkelten Raum statt.

Was soll vermittelt werden?

Die Teilnehmer lernen, dass durch ein Hindernis Funkschatten entstehen kann und so kein *direkter* Funkkontakt möglich ist. Sie sollen in der Diskussion lernen, was sie konkret tun können, um das Problem zu lösen.

Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?

Man stelle die beiden Lampen in einigem Abstand im Raum auf und positioniere den Gegenstand dazwischen. Man schalte beide Lampen wechselweise, also nie gleichzeitig, an und aus, sodass jeweils immer nur eine Lampe eingeschaltet ist. Die Lampen sollen in diesem Fall jeweils ein Digitalfunkgerät darstellen!



Was soll diskutiert werden?

- Konnte das Licht der einen Lampe die andere Lampe erreichen?
- Wenn im Direktbetrieb (also direkter Funkbetrieb von einem Digitalfunkgerät zum anderen) gefunkt wird, hätten sich die beiden Digitalfunkgeräte nicht erreichen können.
- Was hätte getan werden müssen damit dies möglich gewesen wäre?
 - Positionswechsel hinter dem Gegenstand weg in den Lichtstrahl der anderen Lampe.
 - Ausnutzung einer erhöhten Position, um den Gegenstand zu überwinden.
 - Verwendung einer dritten Lampe an geeigneter Position, die die Signale der einen Lampe aufnimmt und an die andere Lampe weitergibt.

Physikalisch-Technische Grundlagen (6)

Benötigt wird:

2 Lampen ohne Reflektorschirm	1 großer Gegenstand (z.B. Karton, Buch, etc.)	Flutterband
2 HRT	1 Handlampe	

Der Vorführversuch findet in einem abgedunkelten Raum statt.

Was soll vermittelt werden?

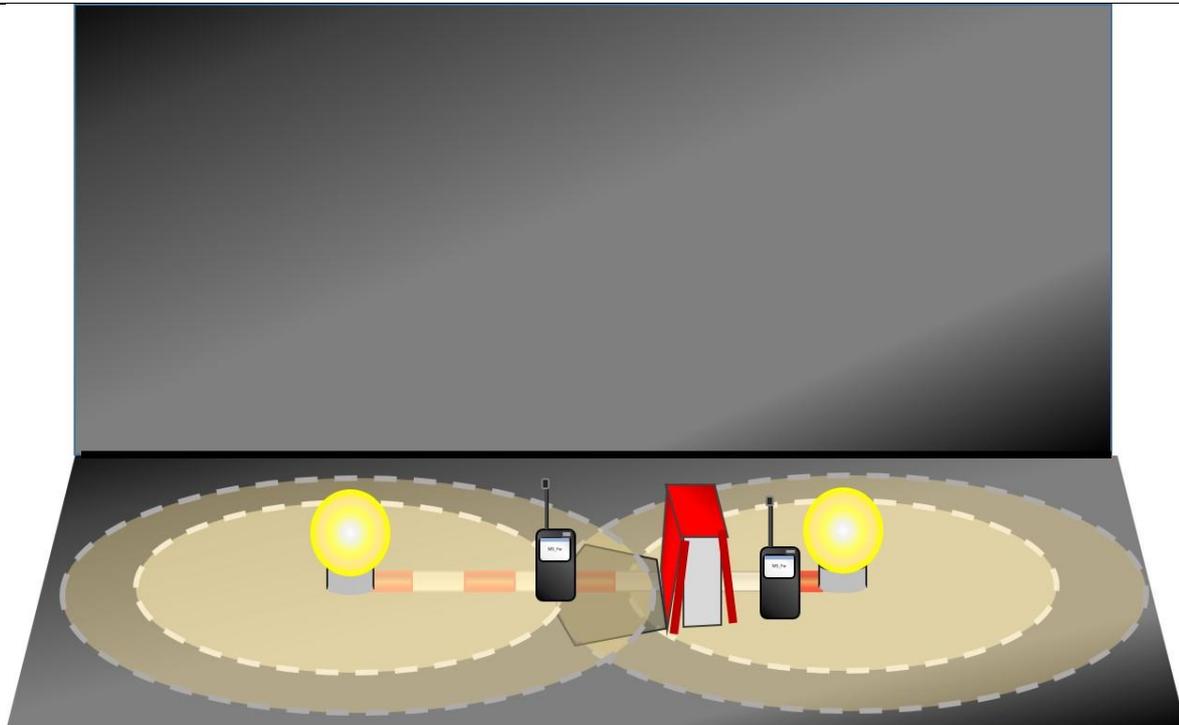
Die Teilnehmer lernen, dass durch die Verwendung mehrerer Lampen (bzw. Basisstationen) zur (Funk-)Ausleuchtung die Gesamtfläche des (Funk-)Schattens verkleinert wird.

ACHTUNG: es kommt zu einem Modellsprung, bei dem die Lampen nicht mehr die HRTs, sondern die Basisstationen darstellen. Man gebe acht, dass dieser Sprung den Teilnehmern verständlich vermittelt wird!

Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?

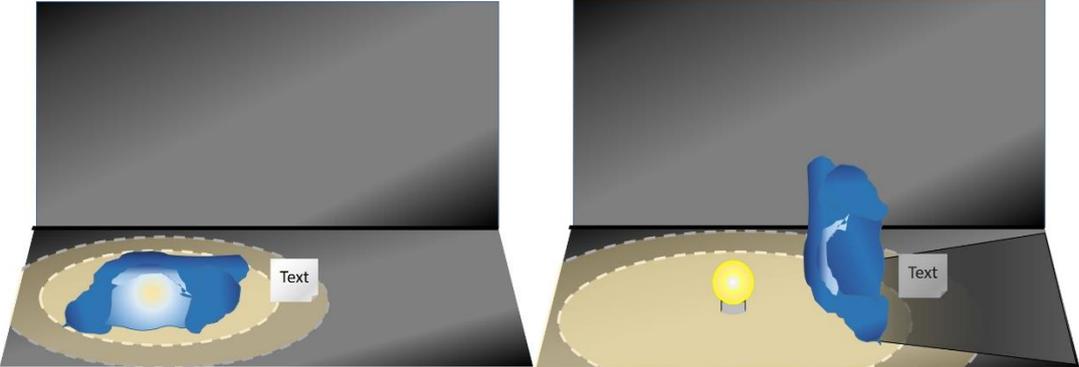
Man stelle die beiden Lampen in einigem Abstand im Raum auf und stelle den Gegenstand dazwischen. Die beiden Lampen verbinde man mit über dem Boden verlegtem Flutterband, das die Kabelanbindung der Basisstationen darstellt. Man schalte beide Lampen nach einander ein, sodass letztlich beide Lampen Licht ausstrahlen. Man stelle die beiden HRT auf jeweils unterschiedliche Seiten des Gegenstands.

Nach einer Diskussion (s.u.) nehme man die Handlampe und simuliere damit eine dritte Basisstation, um darzustellen, dass sich das Netz der Basisstationen um den Versuchsaufbau herum fortsetzt.



Was soll diskutiert werden?

- Man lasse die Teilnehmer beschreiben, wie groß der Funkschatten nun ist.
- Nun entwickle man mit den Teilnehmern, dass es sich bei der dargestellten Situation nicht um den Funkverkehr zweier Digitalfunkgeräte miteinander handeln kann, weil beide Lampen gleichzeitig Licht aussenden. Was aber, wenn die Lampen nun nicht mehr die Funkgeräte selber sind, sondern beide Lampen nun einfach nur dazu dienen, die Funksignale von den HRT zu verteilen?
- Wie müsste dann der Weg des Funksignals aussehen? Vom HRT zur Lampe, von dort als Licht ausgesandt, gleichzeitig aber auch durch das Flatterband zur anderen Lampe und dort auch wiederum als Licht ausgesandt in das zweite Funkgerät.
- Man gehe darauf ein, dass diese Art ein Funksignal in der Fläche zu verteilen auch im Digitalfunk genutzt wird: Es existiert ein Netz an „Lampen“, sog. Basisstationen, die das Funksignal überall dort aussenden, wo es benötigt wird (Verweis auf die zusätzliche Ausleuchtung im Versuch mit der Handlampe).
- Zur optimalen Ausleuchtung sind die Basisstationen stets auf Masten angebracht (siehe Versuch 5).
- Dadurch entsteht eine Ausleuchtung, sodass in NRW der allergrößte Teil (Schätzungen gehen von 98-99% aus) der Landesfläche funkversorgt ist.

Physikalisch-Technische Grundlagen (7)		
Benötigt wird:		
1 Lampe ohne Reflektorschirm	1 Decke (dunkle Farbe)	1 rotes Blatt Papier mit schwarzer Schrift
Der Vorführversuch findet in einem abgedunkelten Raum statt.		
Was soll vermittelt werden?		
Die Teilnehmer lernen, dass die Dämpfung für den Funkbetrieb stärker ins Gewicht fällt, wenn die Intensität der Funkwellen gering ist – beispielsweise, weil der Sender der Funkwellen weit entfernt ist (Abstandsgesetz).		
Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?		
<p>Die Lampe wird in die Mitte des Raumes gestellt und eingeschaltet. Nun lege man einmal die Decke auf die Lampe und beobachte, in welchem Abstand die Schrift auf dem Zettel noch ablesbar ist (d.h. übertragen: Die Signalstärke ausreichend für den Funkverkehr).</p> <p>Als zweites Experiment wird die Decke nicht mehr über die Lampe gelegt, sondern sie wird in einiger Entfernung zur Abschirmung des Lichtkegels gehalten und man lasse einen Teilnehmer nun dahinter versuchen, die Schrift vom Zettel zu lesen.</p>		
		
Was soll diskutiert werden?		
<ul style="list-style-type: none"> • Man entwickle mit den Teilnehmern die folgenden Gedankengänge <ul style="list-style-type: none"> ○ Je größer die Signalstärke vor dem dämpfenden Material ist, desto größer ist die Signalintensität, die hinter dem dämpfenden Material wieder austritt. ○ Daher ist es sinnvoll, den Sender der Funkwellen so nah wie möglich an das dämpfende Material zu bringen. ○ Speziell, wenn es sich um risikobehaftete Tätigkeiten (z.B. Innenangriff etc.) und unbekannte Dämpfung handelt, ist dies wichtig, um durchgehenden Funkkontakt zu gewährleisten. ○ Zudem sollte der Ansprechpartner des vorgehenden Trupps sich nicht unnötig weit vom Gebäude wegbewegen. 		



Zwischenfazit (1)		
Benötigt wird:		
1 Flipchart, Whiteboard oder Tafel	Stifte, Kreide, o.ä.	1 Handout pro Teilnehmer (siehe Anhang)
Was soll vermittelt werden?		
Die wichtigsten physikalisch-technischen Grundlagen sollen noch einmal zusammengefasst werden.		
Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?		
<p>Man fasse im Unterrichtsgespräch mit den Teilnehmern und mit Hilfe einfacher Skizzen nochmals die folgenden Prinzipien zusammen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abstandsgesetz: Je größer der Abstand, desto geringer die Intensität der Funkwellen. Das Abstandsgesetz ist das Gleiche, das auch für radioaktive Strahlungsquellen gilt. • Dämpfung: Beim Durchtritt durch Hindernisse verlieren Funkwellen stark an Intensität • Je höher ein Funksender angebracht ist, desto kleiner werden Funkschatten • Durch Aufstellen mehrerer Basisstationen werden Funkschatten minimiert <p><u>Anschließend</u> teile man das Handout „Physikalisch-technische Grundlagen“ aus.</p>		
Was soll diskutiert werden?		
-entfällt-		

Betriebsarten und Netzaufbau (1)

Benötigt wird:

4 HRT	3 Fäden gleicher Farbe, je ca. 80 cm lang (z.B. Wolle o.ä.)	6 Ringe (z.B. Gardinenringe, gebastelte Papierringe, etc.)
Farbige Karten	Filzstift	

Was soll vermittelt werden?

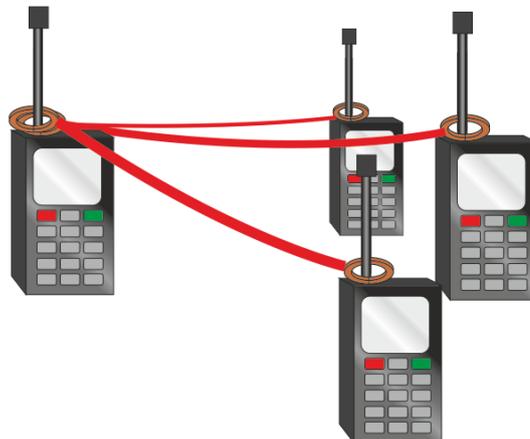
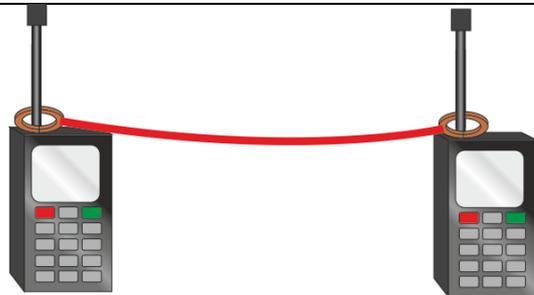
Die Teilnehmer lernen, dass in der Betriebsart DMO (Direktbetrieb) von Digitalfunkgerät zu Digitalfunkgerät(en) gefunkt wird. Die Reichweite ist begrenzt.

Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?

Man befestige an jedem Ende der Fäden einen Ring. Nun verbinde man zwei HRT, indem man über jede ihrer Antennen einen Ring legt. Man kennzeichne, z.B. mit farbigen Karten, Sender und Empfänger eines fiktiven Funkgesprächs.

In einem zweiten Modellaufbau verbinde man eines der beiden bereits eingebundenen HRT mit einem weiteren HRT, indem man diese wiederum mit Ringen verbinde. An der Antenne eines HRT sollten nun zwei Ringe stecken. Man wiederhole diesen Vorgang ein weiteres Mal, sodass drei HRT mit einem HRT verknüpft sind. Auch hier sollen wieder Sender und Empfänger gekennzeichnet werden.

Als letztes Modell bewegt man eines der Digitalfunkgerät von dem zentral verknüpften Digitalfunkgerät weg und hält es dabei leicht schräg, sodass der Ring von der Antenne abgezogen wird.





Was soll diskutiert werden?

- Man diskutiere mit den Teilnehmern die Funktionsweise des Direktbetriebs
 - Übertragung des Signals von Digitalfunkgerät zu Digitalfunkgerät(en)
 - Begrenzte Funkreichweite (*Verweis auf Prinzip 1 im Handout*)
 - Innerhalb dieser Reichweite kann der Funkspruch von allen Digitalfunkgeräten empfangen werden, die auf derselben Rufgruppe geschaltet sind (die Rufgruppe wird durch die Farbe der Fäden dargestellt)
- Man stelle anhand der vor den HRT stehenden Zetteln den Funkverkehr zwischen den Funktionen einer Gruppe (Gruppenführer, Melder, Maschinist, Angriffstrupp, etc.) dar
- Wenn sich ein Digitalfunkgerät außerhalb der Reichweite eines gerade sendenden Digitalfunkgerätes befindet, reißt die Verbindung ab.

Betriebsarten und Netzaufbau (2)

Benötigt wird:

2 HRT	1 Faden Farbe, je ca. 40 cm lang (z.B. Wolle o.ä.)	2 Ringe (z.B. Gardinenringe, gebastelte Papierringe, etc.)
1 Schuhkarton	Mehrere Stücke Pappe	Ca. 5 kleine Kabelbinder

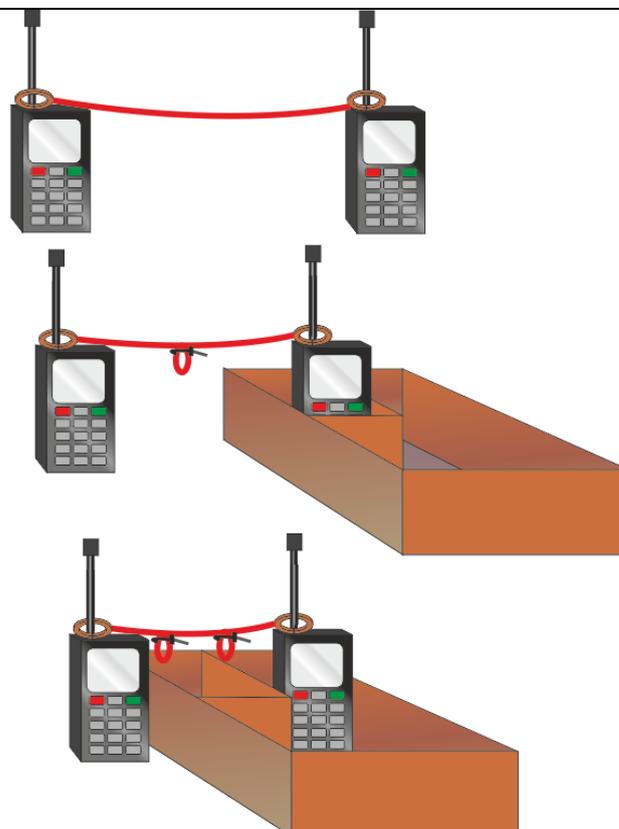
Was soll vermittelt werden?

Die Teilnehmer lernen, dass der Direktbetrieb (DMO) Vorteile bieten kann, wenn Hindernisse wie etwas Gebäudewände im Nahbereich durchdrungen werden müssen.

Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?

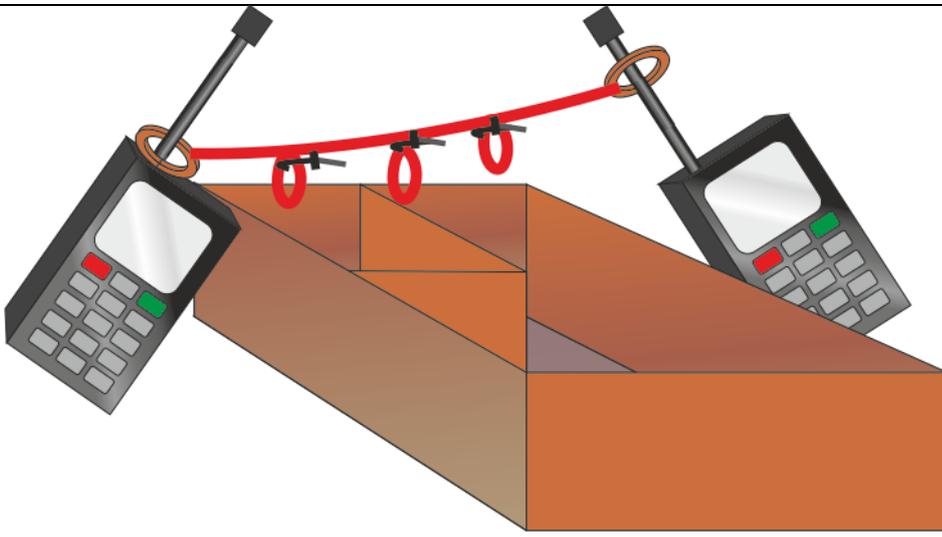
Man baue mit den Pappstücken eine Art Wohnungsgrundriss in den Schuhkarton. Eine Andeutung von Trennwänden reicht vollkommen aus. Zudem befestige man wie in den vorherigen Modellen an jedem Ende der Fäden einen Ring. Nun verbinde man zwei HRT, indem man über jede ihrer Antennen einen Ring legt. Wie beim vorherigen Modell sollen Sender und Empfänger gekennzeichnet werden.

Nun entferne man die beiden Digitalfunkgeräte so weit wie möglich voneinander, sodass der Faden zwischen ihnen gespannt ist (Stichwort „Maximale Reichweite“ erwähnen). Nun erkläre man, dass einer der Funkgesprächspartner ins Gebäude vorgeht, stelle eines der HRT in den Schuhkarton und kürze dann als Symbol für die Dämpfung (*Verweis auf Prinzip 2 im Handout*) durch Schlaufenbildung mit einem Kabelbinder die maximale Reichweite ein. Anschließend rücke man mit dem HRT „einen Raum weiter“ und kürze zur Versinnbildlichung der Dämpfung die maximale Reichweite nochmals ein.



Was soll diskutiert werden?

- Man diskutiere mit den Teilnehmern die folgenden Punkte und entwickle anschließend am Beispiel eines Kellerbrandes die einsatztaktischen Konsequenzen
 - Wodurch wird das Signal abgeschwächt? (Abstand und Dämpfung aufgrund von Hindernissen, hier: Kellerwänden)
 - Was passiert, wenn beim oben gezeigten Modell noch weitere Wände durchdrungen werden müssen? (Funkkontakt wäre abgerissen, weil der Abstand der Digitalfunkgeräte größer als der -aufgrund von Dämpfung eingekürzte- Faden geworden wäre)
 - Warum stellt das Abreißen des Funkkontaktes ein Problem dar?
 - Was kann also der Funkgesprächspartner außerhalb des Gebäudes tun, um das Abreißen des Funkgesprächs zu verhindern? (Abstand zum Gebäude klein halten)
 - Wenn der Funkkontakt abreißt: was kann man tun, um den Funkkontakt wiederherzustellen?
 - Rückzug: Trupp muss wieder herauskommen, wenn kein Funkkontakt besteht
 - Nachschicken eines Sicherheitstrupps: Dieser bereitet sich auf die Rettung des vorgehenden Trupps vor – und versucht währenddessen den Funkkontakt wiederherzustellen
 - Standort wechseln: der Einheitsführer schickt jemanden oder geht selbst um das Gebäude, um von dort Funkkontakt aufzunehmen – ggf. müssen von anderem Standort aus weniger Wände durchdrungen werden, sodass Funkkontakt besteht
 - Digitalfunkgerät in Vor-Kopf-Trageweise halten kann ggf. ebenfalls schon reichen, weil nun die Antenne freieren Empfang hat
 - Was kann der vorgehende Trupp tun, wenn er befürchtet, dass der Funkkontakt abreißen könnte? (engmaschig beim Einheitsführer und/oder der Atemschutzüberwachung melden)
 - Auf Weisung des Einheitsführers (und dieser wiederum in Absprache mit dem Einsatzleiter) kann auch ein Repeater geschaltet werden. Da ein Repeater im Digitalfunk aber, anders als z.B. ein WLAN-Repeater, bei falschem Einsatz den Funkverkehr stören kann, darf der Einsatz eines Repeaters ausschließlich vom Einsatzleiter oder dem zuständigen Einsatzabschnittsleiter befohlen werden.

Betriebsarten und Netzaufbau (3)		
Benötigt wird:		
2 HRT	1 Faden Farbe, je ca. 40 cm lang (z.B. Wolle o.ä.)	2 Ringe (z.B. Gardinenringe, gebastelte Papierringe, etc.)
1 Schuhkarton	Mehrere Stücke Pappe	Ca. 5 kleine Kabelbinder
Bilder von Einsatzlagen (siehe unten)	Beamer und PC	
Was soll vermittelt werden?		
Die Teilnehmer lernen, dass sich der Direktbetrieb (DMO) zwar gut zur Funkkommunikation in und aus Gebäuden heraus eignet, sich aber nur sehr bedingt als alleinige Art des Einsatzstellenfunks eignet.		
Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?		
<p>Man verwende den Aufbau des vorherigen Versuches wieder: Die HRT sind mit den Fäden und Gardinenringen verbunden. Ein HRT steht im Schuhkarton, der das Gebäude darstellt. Folglich ist der Faden der Anzahl der zu durchdringenden Wände entsprechend eingekürzt.</p> <p>Nun bewege man das HRT aus dem Karton heraus auf die andere Gebäudeseite und kürze den Faden ein weiteres Mal durch Bildung einer Schlaufe ein, sodass es fast zum Abrutschen des Gardinenrings kommt.</p>		
		
Was soll diskutiert werden?		
<ul style="list-style-type: none"> • Welcher Lage im realen Einsatz könnte die im Modell dargestellte Situation entsprechen? <ul style="list-style-type: none"> ○ Melder soll Gebäuderückseite von z.B. einem Krankenhaus erkunden und möchte sich über Funk melden ○ Einsatzabschnittsleiter „Gebäudefront“ möchte Einsatzabschnittsleiter „Gebäuderückseite“ kontaktieren • Wovon hängt es ab, ob Funkkontakt zur Gebäuderückseite besteht? 		

- Anzahl, Dicke und Bauart der zu durchdringenden Gebäudewände: je massiver die Wände sind, desto größer die Dämpfung (*Verweis auf Prinzip 2 im Handout*)
- Ausdehnung des Gebäudes: je weiter die beiden Funkteilnehmer voneinander getrennt sind, desto mehr wird die Signalintensität neben Dämpfung auch vom Abstand verringert (*Verweis auf Prinzip 1 im Handout*)
- Man suche von den unten aufgeführten Gebäudetypen zuvor ein Bild von einem Brandeinsatz heraus und diskutiere anhand der folgenden Gebäudetypen, ob man hier Probleme beim Aufbau einer Funkverbindung im DMO-Modus durch das Gebäude hindurch erwartet
 - Gartenhütte (nein, keine Probleme erwartet)
 - Einfamilienhaus (nein, keine Probleme erwartet)
 - Mehrfamilienhaus mit 6 Wohnungen (könnte Probleme geben)
 - Mehrfamilienhaus mit 40 Wohnungen (könnte Probleme geben)
 - Krankenhaus (könnte Probleme geben)
 - Große Industriehalle (könnte Probleme geben)
- Man gehe darauf ein, dass auch die Gebäude im Umfeld problematisch werden können, wenn z.B. Wasserversorgung vom Hydranten aufgebaut wird
- Wie wird der Funkschatten sein, der beim Betrieb eines HRT im DMO-Modus entsteht? (sehr groß im Vergleich zu dem einer hoch angebrachten Basisstation; *Verweis auf Prinzip 3 im Handout*)
- Daher gilt im Außenbereich grundsätzlich: TMO vor DMO!

Betriebsarten und Netzaufbau (4)		
Benötigt wird:		
5 bis 10 Flaschen, z.B. Mineralwasserflaschen	Servietten/Papier, verschiedenfarbig	1 Laptop
1 Dicker Filzstift	2 HRT	4 Gardinenringe
2 Fäden, je ca. 40 cm lang		
Was soll vermittelt werden?		
Die Teilnehmer sollen das Funktionsprinzip des Netzbetriebes (TMO) kennenlernen.		
Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?		
<p>Man lege die verschiedenfarbigen Servietten/Papiere so aus, dass stets eine Überlappung zwischen den Servietten vorhanden ist und Freiflächen vermieden werden. Mittig auf jeder der Servietten/Papiere stelle man je eine Mineralwasserflasche, sodass die Mineralwasserflaschen als Basisstationen aufgefasst werden können, die den durch die Servietten/Papiere dargestellten Bereich ausleuchten. Seitlich des Modells stelle man den Laptop auf, der die DXT (Vermittlungsstelle) als Zentralrechner darstellt. Nun zeichne man Striche mit dem Filzstift auf den Servietten/Papieren, um den Laptop in einer Ringschaltung mit den Flaschen zu verbinden.</p> <p>Man erläutere den Teilnehmern, welcher Zusammenhang zwischen dem dargestellten Modell und dem BOS-Digitalfunknetz besteht (s.o.).</p> <p>Nun nehme man die Fäden mit den Gardinenringen an den Enden und lege einen Ring jeweils um die Antenne des HRT. Den anderen Ring lege man um den Flaschenhals einer Flasche. Sender und Empfänger sollen gekennzeichnet werden, z.B. durch farbige Pappe. Man erläutere, dass sich die HRT bei der Basisstation mit der höchsten Signalintensität einbuchen und dann mit dieser Basisstation kommunizieren. Man buche nun mit dem gleichen Verfahren das zweite HRT an einer anderen Basisstation ein (Gardinenring über Antenne und andere Flasche; siehe zweite Grafik) und erkläre den Weg, den das Signal beim Aufbau einer Funkverbindung geht: Vom HRT zur Basisstation, wo das Signal über die Kabel im Boden zum Zentralrechner weitergeleitet wird. Der leitet das Signal dann zu den Basisstationen weiter, wo Funkgeräte in der gleichen Rufgruppe eingebucht sind.</p>		
		

Was soll diskutiert werden?

- Man erläutere mit den Teilnehmern...
 - Dass die von den Basisstationen ausgeleuchteten Bereiche überlappen. Nur sehr wenige, unbesiedelte Gebiete in NRW sind nicht ausreichend ausgeleuchtet
 - Dass man die Güte der Funkversorgung durch das Digitalfunknetz in sog. Versorgungsplots nachlesen kann (siehe entsprechende Datei in den Unterlagen). In diesem Zusammenhang kann man die GAN-Stufen kurz erläutern.
 - Dass das Digitalfunkgerät regelmäßig den Kontakt zur Basisstation überprüft und sich dann ggf. bei einer anderen Basisstation einwählt (man bewege das HRT von der Flasche weg zur nächsten Flasche und lege den Gardinenring nun um diesen Flaschenhals)
 - Dass selbst wenn ein Kabel zu einer Basisstation beschädigt wird, die Basisstation das Signal noch über die andere Richtung der Ringschaltung zum Zentralrechner senden kann
- Man wiederhole nochmal Schritt für Schritt den Weg der Signalübertragung im Netzbetrieb (und nehme dafür alle Gardinenringe von den Flaschen)
 - Ein HRT befindet sich im Bereich der Basisstation und möchte sich einwählen (man lege den Gardinenring um die Flasche)
 - Beim Anmeldeprozess wird die Identität des HRT mit der Datenbank im Zentralrechner abgeglichen: Darf es am Funkverkehr in der entsprechenden Rufgruppe teilnehmen? (man fahre mit dem Finger über den Filzstift-Strich von Flasche zu Laptop und zurück)
 - Beim Aufbau einer Sprechverbindung (Drücken der Sprechaste) wird das Signal zum Zentralrechner gesandt (mit Finger über Strich zwischen Flasche und Laptop fahren) und dann an alle Basisstationen weitergeleitet, in der HRT mit der gleichen Rufgruppe eingebucht sind (mit Finger über Strich zur Flasche zeigen)
- Was passiert, wenn ein Digitalfunkgerät gestohlen wird? (Sperrung für Funken im TMO möglich, weil Zentralrechner kein Einbuchen mehr zulässt; im DMO keine Sperrung möglich, weil kein Zentralrechner beteiligt)

Betriebsarten und Netzaufbau (5)

Benötigt wird:

5 bis 10 Flaschen, z.B. Mineralwasserflaschen	Servietten/Papier, verschiedenfarbig	1 Laptop
1 Dicker Filzstift	4 HRT	6 Gardinenringe
3 Fäden, je ca. 40 cm lang	Ca. 5 verschieden große Bücher	Kleine Kabelbinder

Was soll vermittelt werden?

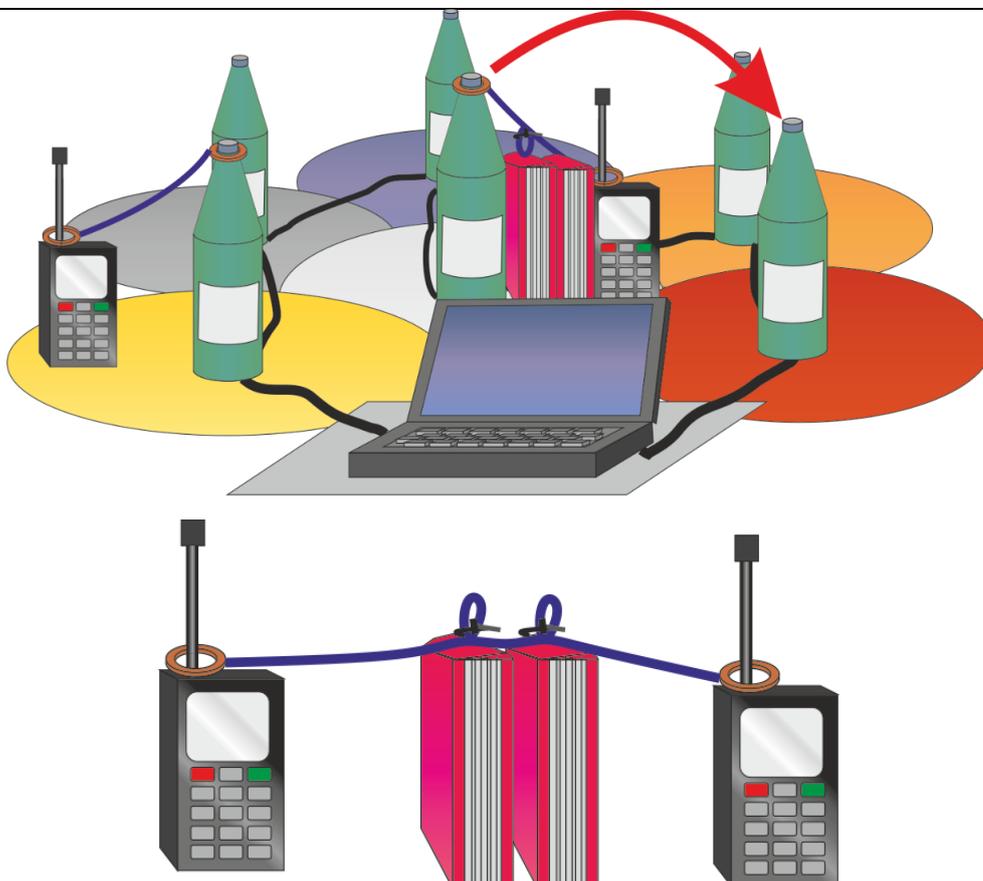
Die Teilnehmer sollen die Vorteile der Betriebsart TMO, besonders in Bezug auf minimierten Funkschatten und Dämpfung, kennenlernen.

Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?

Man übernehme den grundsätzlichen Modellaufbau aus dem vorherigen Teil, d.h. die ausgelegten Servietten/Papiere mit den Flaschen, den gezeichneten Strichen und dem Laptop. Sender und Empfänger sollen wieder gekennzeichnet werden.

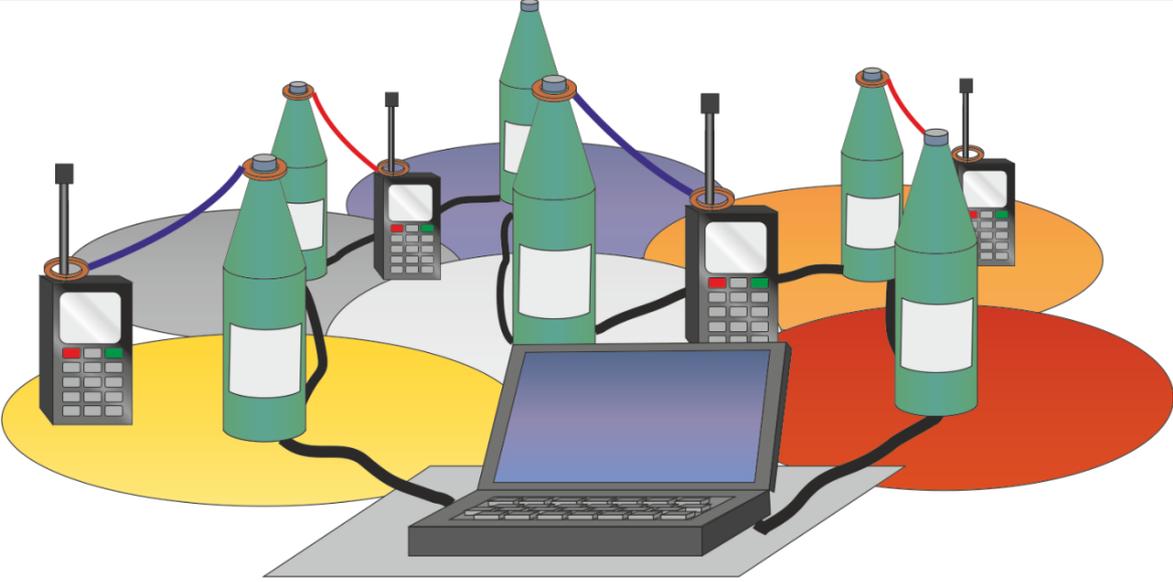
Nun stelle man jedoch einige Bücher zwischen eines der HRT und die entsprechende Flasche. Nun kürze man durch einen Kabelbinder den Faden etwas ein, um die Dämpfung darzustellen. Anschließend löse man die Schlaufe wieder und stecke den Ring auf mit dem Verweis darauf, dass durch die Dämpfung das Signal von einer anderen Basisstation stärker ist, auf eine andere Flasche.

Parallel stelle man zwei HRT im Direktbetrieb (durch Faden mit Gardinenringen verbunden) auf und platziere zwischen ihnen ebenfalls Bücher. Auch hier kürze man den Faden entsprechend ein.



Was soll diskutiert werden?

- Man diskutiere mit den Teilnehmern, dass sich im Netzbetrieb (TMO) die Digitalfunkgeräte automatisch bei anderen Basisstation einzuwählen, wenn das Signal zur bisherigen Basisstation durch Effekte wie Dämpfung oder Abstand zu klein werden sollte (*Verweis auf Prinzip 4 im Handout*).
- Man erörtere, dass dies im Direktbetrieb (DMO) nicht möglich ist (warum?).
- Man gehe nun mit den Teilnehmern auf verschiedene Einsatzsituationen ein und bespreche mit ihnen, ob der Netzbetrieb (TMO) oder der Direktbetrieb (DMO) vorteilhafter ist. Man ziehe in der Diskussion ggf. das Modell hinzu:
 - In dünn besiedeltem Gelände soll bei einem Gartenlaubenbrand ein Hydrant gesucht werden: DMO oder TMO? →TMO, weil a) die Entfernung zum Hydranten größer sein könnte als die Reichweite des DMO, b) die Ausleuchtung in besiedeltem Gebiet in der Regel gut ist.
 - Ein Trupp geht zum Innenangriff in einem Gebäude vor. DMO oder TMO? → DMO, weil aufgrund der Dämpfung des Signals durch die Gebäudewände die Signalstärke im Netzbetrieb zu klein sein könnte.
 - Beim Brand eines Bauernhofs wird eine Wasserförderung über lange Wegstrecke aufgebaut. DMO oder TMO? →TMO, weil a) Funkkommunikation über größere Entfernungen notwendig werden könnte, b) das Digitalfunknetz die Fläche ohne Funkschatten aus allen Perspektiven ausleuchtet.
 - Beim Vegetationsbrand in einem abgelegenen Waldgebiet, in dem die Ausleuchtung durch das Digitalfunknetz nicht ausreichend ist. DMO oder TMO? → DMO, weil der DMO die Rückfallebene für den TMO ist.
- Man leite aus den diskutierten Szenarien mit den Teilnehmern die Regel her,
 - dass im Freien immer der Netzbetrieb (TMO) zu verwenden ist.
 - dass in Gebäuden in kritischen Situationen (z.B. Innenangriff) immer der Direktbetrieb (DMO) zu verwenden ist.
 - dass bei unkritischen Situationen auch der Netzbetrieb (TMO) getestet werden kann.
 - dass falls keine ausreichende Ausleuchtung vorhanden ist, der Direktbetrieb die Rückfallebene für den Netzbetrieb darstellt (also z.B. in abgelegenen, unbesiedelten Gebieten oder in manchen Gebäuden).

Betriebsarten und Netzaufbau (6)		
Benötigt wird:		
5 bis 10 Flaschen, z.B. Mineralwasserflaschen	Servietten/Papier, verschiedenfarbig	1 Laptop
1 Dicker Filzstift	5 HRT	10 Gardinenringe
5 Fäden, je ca. 40 cm lang; je drei blau, zwei rot (o.ä.)		
Was soll vermittelt werden?		
Die Teilnehmer lernen, dass es verschiedene Rufgruppen gibt, in denen unterschiedliche Funkteilnehmer parallel kommunizieren können.		
Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?		
<p>Man übernehme den grundsätzlichen Modellaufbau aus dem letzten Teil, d.h. die ausgelegten Servietten/Papiere mit den Flaschen, den gezeichneten Strichen und dem Laptop.</p> <p>Nun verbinde man drei HRT mittels der beiden blauen Fäden und den Gardinenringen mit drei Mineralwasserflaschen und zwei HRT mittels der beiden roten Fäden mit anderen Mineralwasserflaschen. Die Verschiedenfarbigkeit der Fäden stellt verschiedene Rufgruppen dar. Für jede Farbe von Fäden sind Sender und Empfänger zu kennzeichnen.</p>		
		
Was soll diskutiert werden?		
<ul style="list-style-type: none"> • Man verfolge mit den Teilnehmern das Signal, das bei Aufbau eines Gesprächs in der Rufgruppe „rot“ und der Rufgruppe „blau“ • Man gehe darauf ein, dass eine Rufgruppe bedeutet, dass jeder in der betreffenden Rufgruppe eingewählte Funkteilnehmer alle Funksprüche in dieser Rufgruppe übertragen bekommt • Hören die Teilnehmer der Rufgruppe „blau“ was in Rufgruppe „rot“ gesprochen wird? 		

- Man ändere den Modellaufbau so, dass nun zwei HRT verschiedener Rufgruppen an der gleichen Basisstation eingeloggt sind. Können nun beide gleichzeitig funken oder muss einer der Funkteilnehmer warten bis der andere Funkteilnehmer seinen Funkspruch abgesetzt hat?
 - Gleichzeitiges Funken über das Digitalfunknetz ist möglich – es können sogar mehrere Funkgespräche gleichzeitig übertragen werden (bitte nicht auf Multiplexing eingehen, sondern diese Aussage so stehen lassen).
 - Man gehe darauf ein, dass durch die Beteiligung des Zentralrechners gleichzeitig übertragene Funksprüche verschiedener TMO-Rufgruppen sortiert und auch nur in diese übertragen werden.
- Die folgenden Diskussionspunkte sollen nur sehr kurz und angedeutet abgearbeitet werden, um das Wort „Rufgruppen“ zu erklären ohne der nachfolgenden Sektion vorzugreifen.
 - Man erörtere, dass für jeden Kreis und jede kreisfreie Stadt viele verschiedene TMO-Rufgruppen zur Verfügung stehen, um a) die Funkkommunikation an der Einsatzstelle und b) die Funkkommunikation von Einheiten mit der Leitstelle sicherzustellen.



Zwischenfazit (2)		
Benötigt wird:		
1 Flipchart, Whiteboard oder Tafel	Stifte, Kreide, o.ä.	1 Handout pro Teilnehmer (siehe Anhang)
Was soll vermittelt werden?		
Die wichtigsten Prinzipien der Netztechnik und der Betriebsarten sollen zusammengefasst werden.		
Wie soll der Versuch/ das Modell aussehen?		
<p>Man fasse im Unterrichtsgespräch mit den Teilnehmern und mit Hilfe einfacher Skizzen nochmals die folgenden Prinzipien zusammen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Direktbetrieb (DMO): Übertragung von Digitalfunkgerät zu Digitalfunkgerät(en) ohne Einbindung weiterer Infrastruktur. Die Funkreichweite ist begrenzt. • Netzbetrieb (TMO): Signalübertragung vom Digitalfunkgerät zur Basisstation. Von dort Weiterleitung zum Zentralrechner, der die Berechtigung zur Teilnahme am Funkverkehr prüft. Anschließend Weiterleitung an andere Basisstation(en) und Aussendung an dort eingebuchte Digitalfunkgeräte. • Verwendung von TMO und DMO: <ul style="list-style-type: none"> ○ Grundsätzlich gilt „TMO vor DMO!“ ○ Verwendung von TMO immer im Freien. In unkritischen Situationen ist auch die Verwendung in Gebäuden möglich. ○ Verwendung von DMO als Rückfallebene für solche Bereiche, die nicht ausreichend vom Netz ausgeleuchtet sind. Betrifft sehr wenige abgelegene Teile des Landes NRW sowie das Innere von Gebäuden <p><u>Anschließend</u> verweise man auf die Rückseite des aufgeteilten Handouts.</p>		
Was soll diskutiert werden?		
-entfällt-		