

DMR – Digital Mobile Radio

Ein Mobilfunknetz für Funkamateure

Hannes Matuschek, DM3MAT,
dm3mat [at] darc [dot] de

5. Juni 2020

Dieses Script soll eine Einführung in DMR (digital mobile radio) für den unbedarften Funkamateure oder jeden Interessierten sein. Ich versuche dem Leser Details solange zu verheimlichen, bis es absolut notwendig wird diese zu erklären. Die meisten Einführungen in DMR, die ich bisher gesehen habe, sind eher eine lange Liste von Begriffserklärungen, die ohne Erfahrung mit DMR schwer zu verstehen sind.

Viel der empfundenen Komplexität von DMR, rührt aus dem Ursprung dieser Technik. DMR wurde für den kommerziellen Funk auf Großveranstaltungen oder großen industriellen Anlagen entwickelt, auch [Bündelfunk](#) genannt. Ich werde daher mit einem Beispiel erläutern wofür DMR entwickelt wurde und fange erst dann an zu erklären, wie DMR für den Amateurfunk eingesetzt wird.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwissen: Relaisbetrieb	3
1.1	Echolink	4
2	DMR Einführung & Ursprung	6
3	DMR Simplex Betrieb	11
3.1	DMR Simplex Frequenzen	13
4	Direkte Anrufe	13
5	Lokaler Repeater Betrieb	14
6	Talkgroup Betrieb	15
6.1	Cluster	17
7	Datendienste	18
7.1	Textnachrichten (SMS)	18
7.2	Positionsübermittlung (APRS via DMR)	19
8	Technischer Hintergrund	19
8.1	Zeitschlitz (Time Slots)	19
8.2	Farbcodes (Color Codes)	20
9	Roaming	21
10	Codeplug Programmierung	21
10.1	Allgemeine Konfiguration	23
10.2	Kontakte Anlegen	23
10.3	Empfangsgruppen Zusammenstellen	24
10.4	Kanäle Anlegen	25
10.4.1	Simplexkanäle Anlegen	25
10.4.2	Repeaterkanäle Anlegen	26
10.4.3	Weitere Kanalooptionen	29
10.5	Zonen Zusammenstellen	30
10.6	Scanlisten Zusammenstellen	31
11	DMR-Netze	31
11.1	Reflektoren	32

1 Vorwissen: Relaisbetrieb

In diesem Abschnitt werde ich kurz den *klassischen* FM¹-Relaisbetrieb auf VHF² und UHF³ im Amateurfunk beschreiben. Die allermeisten lizenzierten Funkamateure werden dies noch aus der Prüfung zur Betriebstechnik oder aus eigener Erfahrung wissen.

Wenn Sie sich aber für Amateurfunk interessieren oder selbst noch keine Erfahrung mit dem Relaisbetrieb haben, empfehle ich Ihnen diesen Abschnitt zu lesen.

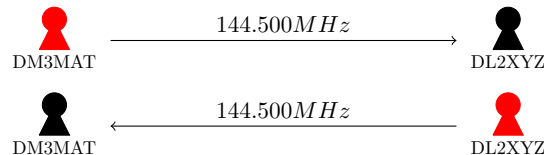


Abbildung 1: Einfacher Simplexbetrieb, DM3MAT sendet auf der Frequenz $144.500MHz$ direkt zu DL2XYZ. Dieser antwortet dann auf der selben Frequenz.

Die meisten Verbindungen zwischen zwei Funkamateuren finden im so genannten *Simplexbetrieb* statt. Das heißt, die zwei Funkamateure senden und empfangen abwechselnd auf der selben Frequenz und die Verbindung zwischen ihnen ist direkt (siehe Abb. 1). Dies funktioniert auf Kurzwelle⁴ sehr gut und man kann damit weltweite Verbindungen aufbauen.

Auf höheren Frequenzen verhält sich die Radiowelle zunehmend wie Licht und es wird auf VHF und UHF schwierig ohne viel Aufwand⁵ wesentlich weiter als bis zum Horizont zu gelangen. Diese Tatsache schränkt die Reichweite gerade von Handfunkgeräten stark ein. Um dennoch einen größeren Bereich überbrücken zu können, wenn man nicht gerade über einen hohen Berg mit einer großen Antenne verfügt, können sogenannte *Repeater* oder *Relais* verwendet werden.

Repeater sind automatisch arbeitende Amateurfunkstationen, die meist in exponierten Lagen (hoher Berg oder hoher Turm) installiert werden, um einen möglichst großen Bereich abdecken zu können. Ihre Aufgabe ist es, Aussendungen von Funkamateuren zu empfangen und gleichzeitig wieder auszusenden. Da diese Repeater gleichzeitig empfangen und senden müssen, können sie das nicht auf der selben Frequenz tun. Daher werden diese Repeater im sogenannten *Duplexbetrieb* gefahren. Das heißt, der Repeater

¹FM steht für *Frequenzmodulation* und beschreibt ein analoges Modulationsverfahren, bei dem eine Trägerfrequenz im *Rhythmus* der zu übertragenden Sprache in der Frequenz verschoben wird.

²Als VHF (*very high frequency*) werden die Frequenzen zwischen $30MHz$ und $300MHz$ bezeichnet.

³Als UHF (*ultra high frequency*) werden die Frequenzen zwischen $300MHz$ und $3000MHz$ bezeichnet.

⁴Als Kurzwelle oder einfach HF (*high frequency*) werden Frequenzen zwischen $3MHz$ und $30MHz$ bezeichnet.

⁵Auch auf VHF und UHF können sehr große Entfernungen überbrückt werden, nur sind dann große Richtantennen oder ein sehr hoher Standort von Nöten.

empfängt auf einer Frequenz (der sog. *Eingabefrequenz*) und sendet eben dieses empfangene Signal gleichzeitig auf einer anderen Frequenz (der sog. *Ausgabefrequenz*) wieder aus.

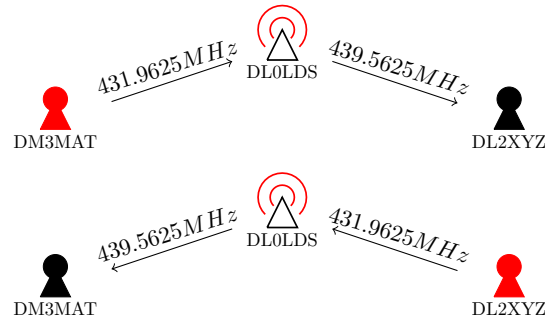


Abbildung 2: Einfacher Repeaterbetrieb, DM3MAT sendet auf der Eingabefrequenz 431.9625MHz zum Repeater (DL0LDS) und dieser setzt das empfangene Signal direct auf der Ausgabefrequenz 439.5625MHz wieder ab. Auf dieser Frequenz kann DL2XYZ das umgesetzte Signal wieder empfangen.

Für das konkrete Beispiel in Abbildung 2 bedeutet das, dass DM3MAT auf der Repeateringabefrequenz (hier 431.9625MHz) sendet. Dieses Signal wird vom Repeater (hier DL0LDS) empfangen und gleichzeitig wieder auf der Ausgabefrequenz (hier 439.5625MHz) ausgesandt. Diese Aussendung kann nun von DL2XYZ auf der Repeaterausgabefrequenz empfangen werden. Die Antwort von DL2XYZ an DM3MAT folgt den gleichen Weg, hier sendet DL2XYZ auf der Repeateringabefrequenz und DM3MAT kann diese Aussendung auf der Repeaterausgabefrequenz empfangen. Auf diese Weise können zwei Funkamateure miteinander kommunizieren, auch wenn sie sich nicht direkt erreichen können.

1.1 Echolink

Wenn zwei Funkamateure miteinander kommunizieren wollen, die sehr weit voneinander entfernt sind und somit nicht beide einen gemeinsamen Repeater erreichen können, gibt es die Möglichkeit zwei Repeater *zusammenzuschalten*.

Diese Möglichkeit nennt sich [Echolink](#). Dieses Netzwerk erlaubt es FM Repeater per Internet miteinander zu verbinden oder sich per Internet als einzelner Teilnehmer direkt mit einem Repeater zu verbinden. Viele FM Repeater sind in diesem Netzwerk zusammengeschlossen.

Es ist auch häufig möglich⁶ per Funk einen Repeater zu steuern und ihn mit einem anderen Repeater via Echolink zu verbinden. Dazu wird die sogenannte Echolink Nummer des Ziel Repeaters per DTMF Tonwahl an den Quellrepeater gesandt. Dies ist in

⁶Dies hängt von der Konfiguration des Repeaters ab.



Abbildung 3: Repeaterbetrieb mit Echolink. DM3MAT verbindet die Repeater DB0SP (bei Berlin) und DB0LEI (bei Leipzig) per Echolink. Daraufhin können DM3MAT und DL2XYZ wie über einen gemeinsamen Repeater kommunizieren.

Abbildung 3 (Oben) dargestellt. Hier sendet DM3MAT die Echolink Nummer 662699 des Relais DB0LEI bei Leipzig per DTMF an den Repeater DB0SP nahe Berlin. Dieser (DB0SP) verbindet sich dann mit dem Zielrepeater bei Leipzig (DB0LEI) über das Echolink Netzwerk. Alle weiteren Aussendungen die der Quellrepeater (DB0SP) nun empfängt werden nicht nur lokal auf der Ausgabefrequenz ausgesandt, sondern werden auch am Zielrepeater bei Leipzig (DB0LEI) ausgesandt (Abb. 3 Mitte). Somit kann DL2XYZ in Leipzig DM3MAT hören. Ebenso werden alle Aussendungen die der Zielrepeater (DB0LEI) empfängt via Echolink zum Quellrepeater bei Berlin übertragen und auch dort ausgesandt (Abb. 3 Unten). Auf diese Weise können zwei Funkamateure (in diesem Beispiel DM3MAT & DL2XYZ), die sich nicht in der Nähe des selben Repeaters befinden, dennoch miteinander kommunizieren.



Merke

Sobald zwei Repeater per Echolink miteinander verbunden sind, verhalten sich beide wie ein einziger Repeater.

Es gibt überall auf der Welt FM Repeater die per Echolink erreichbar sind. Dadurch ist es möglich jederzeit weltweite Kontakte mit einfachsten Mitteln (FM Handfunkgeräte mit DTMF Funktion sind ab ca. € 40 erhältlich) herzustellen.

2 DMR Einführung & Ursprung

DMR kurz für *digital mobile radio* ist ein digitaler Funkstandard für Sprech- und Datenfunk. Das heißt, die Sprache wird nicht direkt per FM auf einem Kanal übertragen, sondern zuerst digitalisiert, mit einem verlustbehafteten Codec kodiert und erst dann als Datenpaket übertragen. Dies ermöglicht es, bei jedem Ruf⁷ zusätzliche Informationen wie Quelle und Ziel des Rufs mitzuübertragen.

DMR wurde als Ersatz für den analogen Bündelfunk in der kommerziellen Anwendung entwickelt. Ein klassisches Beispiel für den kommerziellen Einsatz von DMR wäre ein Verkehrsflughafen. Damit ist nicht der Flugfunk auf dem Feld und in der Luft gemeint, sondern der Funkbetrieb zwischen dem ganzen Bodenpersonal.

Auf so einem Flughafen arbeiten sehr viele Leute mit sehr unterschiedlichen Aufgaben. Da hätten wir (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

- Die Reinigungskolonnen,
- die Sicherheitsleute wie Gepäckkontrolle oder Wachschatz,
- das Vorfeld, also die Betankung, die Gepäckverladung & das Catering,
- die Betriebsfeuerwehr und
- die Zentrale.

All diese Mitarbeiter bekommen ein Funkgerät und sollen die folgenden Möglichkeiten haben:

- Direkte Kommunikation zur Zentrale, alle Personen sollen die Zentrale erreichen können.
- Direkte Kommunikation zwischen zwei Personen innerhalb ihrer Gruppe ohne das andere Gruppen gestört werden. Das heißt, die Reinigungskolonnen sollte sich untereinander absprechen können, ohne die Betriebsfeuerwehr zu stören.
- Sogenannte Gruppenrufe einer Person an eine ganze Gruppe. Zum Beispiel ruft die Zentrale die gesamte Betriebsfeuerwehr an. Aber auch ein Anruf eines Wachschatzers an alle anderen Wachschatzer, um zum Beispiel Hilfe anzufordern.

Gleichzeitig ist so ein Flughafen ein riesiges Gelände. Das heißt, nicht alle Mitarbeiter können alle anderen Mitarbeiter direkt erreichen. Es müssen also Repeater aufgestellt werden, damit das gesamte Gelände und alle Innenräume per Funk abgedeckt sind. Daher wird häufig in jedem Gebäude mindestens ein Repeater aufgestellt.

Vergleicht man nun die Ansprüche dieses Kommunikationsnetzes mit dem klassischen FM-Repeaterbetrieb (Abs. 1), wird schnell deutlich, dass es sehr schwierig wird dieses Konzept per analog FM-Repeater umzusetzen. Vor allem wenn mehrere Repeater

⁷PTT Taste drücken, ins Funkgerät sprechen und dann die PTT Taste wieder loslassen.

in einem Netz (ähnlich Echolink) verbunden sind. Jede Kommunikation zwischen zwei Personen würde dann das gesamte Kommunikationsnetz belegen.

Besser wäre es, wenn nur jene Repeater aktiv würden, die für die Kommunikation zwischen zwei Teilnehmern nötig sind. Dann stünden alle anderen Repeater für weitere Verbindungen bereit. Dieses Routing von Verbindungen sollte aber automatisch geschehen, da die zwei Teilnehmer nicht immer wissen werden, wo sich die jeweils andere Person befindet und somit mit welchem Repeater sie sich verbinden müssen.

Um solche komplexen Kommunikationsnetze realisieren zu können, ohne dass die Teilnehmer detailliertes Wissen über dessen physische Struktur⁸ benötigen, wurde DMR entwickelt.



Merke

DMR hat mehr Ähnlichkeit mit einem Telefonnetz mit zusätzlichen Gruppenruf als mit klassischem FM-Repeaterbetrieb.

Das heißt, jeder Teilnehmer und damit dessen Funkgerät besitzt eine eindeutige Nummer. Diese Nummer liegt im Bereich 1–16777215. Und wie bei einem gewöhnlichen Telefonnetz, kann ein Teilnehmer einen Anderen mit seiner Nummer direkt anrufen. Dies wird *Direktruf* oder auch *Private Call* genannt.

Außerdem werden Gruppen definiert, die wieder ihre eigene Nummer erhalten. Die sogenannte *Sprechgruppe* oder auch *Talk Group (TG)*. Diese Sprechgruppen dienen dazu, alle Mitarbeiter einer bestimmten Gruppe (z.B., den Wachschutz, die Betriebsfeuerwehr, etc.) gleichzeitig erreichen zu können. Das heißt, das Funkgerät einer Reinigungskraft muss wissen, dass es auf die Gruppenrufe der Sprachgruppe *Reinigung* reagieren muss, aber alle anderen Sprechgruppen ignorieren soll.



Merke

Dieser Punkt ist sehr wichtig: Das DMR Netz selbst weiß nicht, welcher Teilnehmer zu welcher Gruppe gehört. Das Funkgerät des Teilnehmers wird so konfiguriert, dass es nur auf bestimmte Gruppenrufe reagiert.

In Abbildung 4 sei ein Beispielnetzwerk für den Flughafen dargestellt (in Wirklichkeit viel größer und komplexer). Nun stellen wir uns die Situation vor, dass die Reinigungskräfte 1 & 3 miteinander Sprechen wollen und gleichzeitig die *Zentrale* mit *Sicherheit 1*. In einem einfachen analog Netz, bei dem alle Repeater einfach zusammengeschaltet wären, würde das Gespräch zwischen *Reinigung 1 & 3* das gesamte Netz blockieren und die Verbindung zwischen *Zentrale* und *Sicherheit 1* wäre nicht möglich.

⁸Wissen darüber wo sich welcher Repeater befindet und wo sich welche Teilnehmer aufhalten.

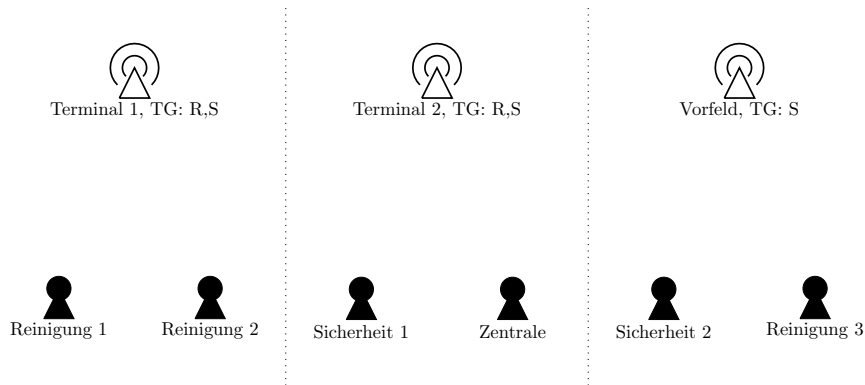


Abbildung 4: Ein Beispielnetzwerk für den hypothetischen Flughafen. Es gibt drei Reinigungskräfte, zwei Sicherheitsleute und eine Zentrale. Um das gesamte Gelände abdecken zu können, werden drei Repeater benötigt einer in Terminal 1, einer in Terminal 2 und einer im Vorfeld.

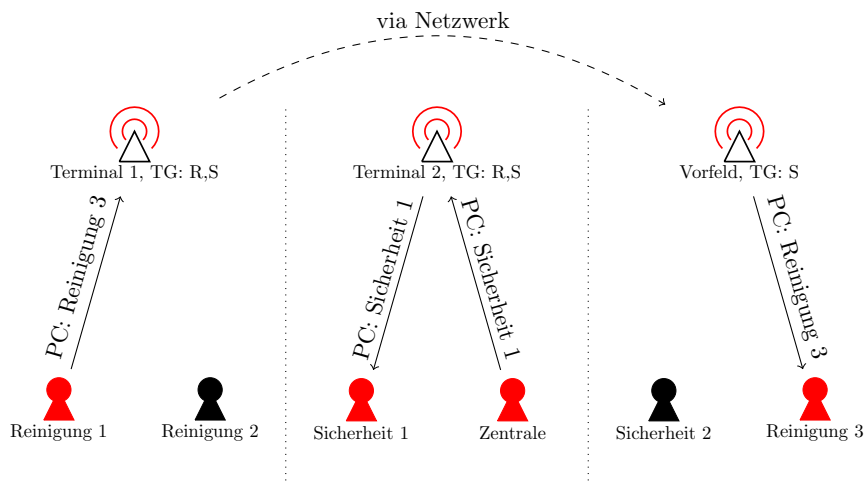


Abbildung 5: Zwei gleichzeitige Direktrufe (Private Calls, PC) in dem Beispielnetzwerk zwischen *Reinigung 1* & *3* sowie zwischen *Zentrale* und *Sicherheit 1*

In einem DMR Netz hingegen, werden für einen Direktruf (Privat Call) nur jene Repeater verwendet, die dafür nötig sind. Dies ist in Abbildung 5 zu sehen: *Reinigung 1* startet einen Direktruf (Private Call) über ihren lokalen Repeater in *Terminal 1*. Da das DMR Netzwerk weiß, über welchen Repeater *Reinigung 3* zuletzt aktiv war, wird der Direktruf vom DMR Netz über eben diesen Repeater auf dem Vorfeld etabliert. Der Repeater im Terminal 2 hingegen wird für diesen Direktruf nicht aktiv. Daher steht dieser Repeater weiterhin zur Verfügung. Dies nutzt die Zentrale um *Sicherheit 1* per Direktruf zu erreichen.



Merke

Das DMR-Netz weiß lediglich über welchen Repeater ein Teilnehmer zuletzt aktiv war. Das Netz wird daher versuchen, einen Direktruf für diesen Teilnehmer über eben diesen Repeater zu vermitteln.

Solange das Gespräch zwischen *Reinigung 1* & *3* anhält sind aber die Repeater im Terminal 1 und auf dem Vorfeld belegt. Das heißt, die Zentrale kann *Reinigung 2* und *Sicherheit 2* nicht erreichen. Dies klingt schlimmer als es ist. Im Gegensatz zu klassischen Telefonaten gilt im DMR Netz ein Direktruf als unterbrochen sobald ein Teilnehmer die PTT Taste loslässt. Daher kann die Zentrale in den Umschaltphasen des Gespräches *dazwischenrufen* und so zum Beispiel *Sicherheit 2* erreichen.

Im nächsten Beispiel (Abbildung 6a) will die Zentrale alle Reinigungskräfte erreichen. Dazu macht sie einen Gruppenruf zur Sprechgruppe/Talk Group *Reinigung* (R für Reinigung, S für Sicherheit). Damit erreicht sie die *Reinigung 1* & *2* problemlos, aber *Reinigung 3* empfängt diesen Gruppenruf nicht.

Dies liegt daran, dass das DMR Netz nicht weiß, welche Personen zu welcher Gruppe gehören. Da sich Reinigungskräfte üblicherweise nicht auf dem Vorfeld herumtreiben, hat der Repeater auf dem Vorfeld die Sprechgruppe *Reinigung (R)* nicht *abonniert* und leitet daher keine Gruppenrufe für diese Sprechgruppe weiter.

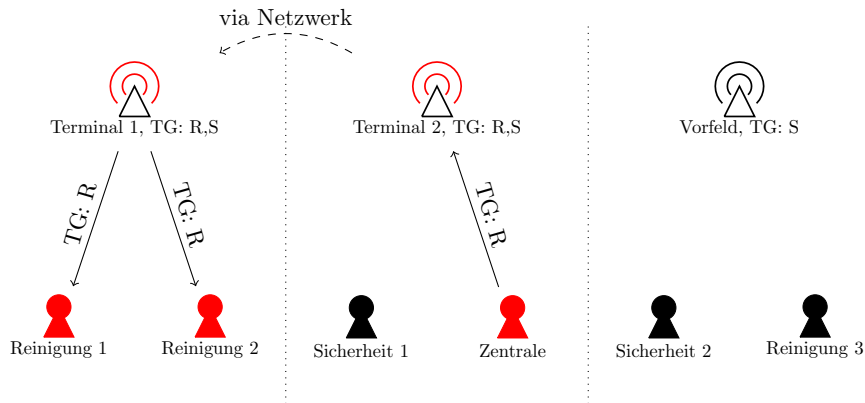
Damit die Reinigungskraft 3 jedoch für Gruppenrufe erreichbar bleibt, muss sie die Sprechgruppe *Reinigung* auf dem Vorfeldrepeater temporär abonnieren. Dazu startet sie einen Gruppenruf zur Sprechgruppe *Reinigung* vom Vorfeldrepeater aus (siehe Abb. 6b). Damit abonniert der Vorfeldrepeater diese Sprechgruppe für eine begrenzte Zeit⁹ und wird während dieser Zeit Gruppenrufe dieser Sprechgruppe aussenden.

Dieses temporäre Abonnement wird jedes mal erneuert oder wiederhergestellt, wenn ein Gruppenruf zu dieser Sprechgruppe von diesem Repeater aus initiiert wird. Das heißt, das Abonnement verlängert sich jedes mal, wenn *Reinigung 3* einen Gruppenruf zur Sprechgruppe *Reinigung* startet oder darauf antwortet¹⁰.

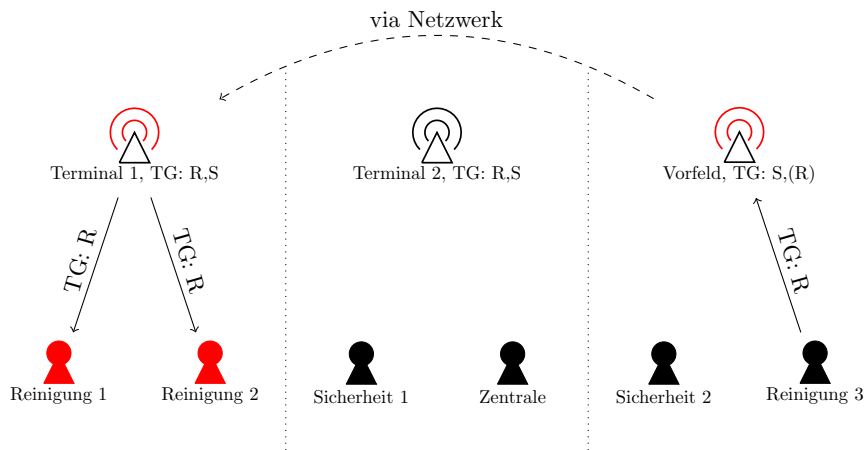
Mit diesen Beispielen sind die wichtigsten Grundbegriffe von DMR (DMR-ID, Talk Groups, Private sowie Group Call & Talk Group Abonnement) eingeführt und deren Verwendung in einem Beispiel DMR-Netz erläutert worden. In den nächsten Absätzen wird die Verwendung von DMR im Amateurfunk beschrieben.

⁹Diese Zeit wird auf jedem einzelnen Repeater konfiguriert. Üblich sind Zeiten zwischen 10 und 30 Minuten.

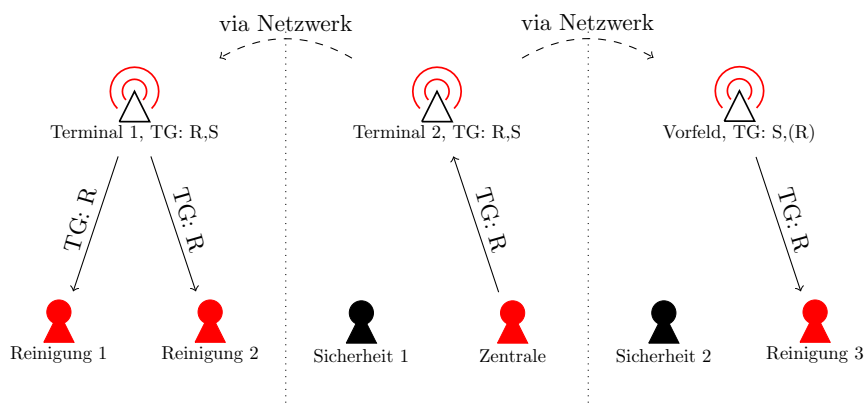
¹⁰Das Antworten auf einen Gruppenruf ist technisch identisch zum Start eines neuen Gruppenrufs.



- (a) Ein Gruppenruf zur Sprechgruppe *Reinigung* von der Zentrale aus. Der Teilnehmer *Reinigung 3* wird aber nicht erreicht, da der Vorfeldrepeater diese Sprechgruppe nicht abonniert hat.



- (b) Teilnehmer *Reinigung 3* abonniert die Sprechgruppe *Reinigung* temporär auf dem Vorfeldrepeater, indem er einen Gruppenruf zu dieser Sprechgruppe startet.



- (c) Nach der temporären Abonniierung, ist nun der Teilnehmer *Reinigung 3* auch auf dem Vorfeld erreichbar.

Abbildung 6: Temporäres Abonnement einer Sprechgruppe auf einem Repeater.

3 DMR Simplex Betrieb

Die einfachste Form eines DMR QSOs¹¹ ist der Simplexbetrieb. Dabei wird eine direkte Verbindung zwischen zwei DMR Funkgeräten aufgebaut. Wie beim DMR Repeaterbetrieb, kann so eine Verbindung ein Direktruf, Gruppenruf oder auch ein sogenannter *Rundumruf* (auch *All Call* genannt) sein.

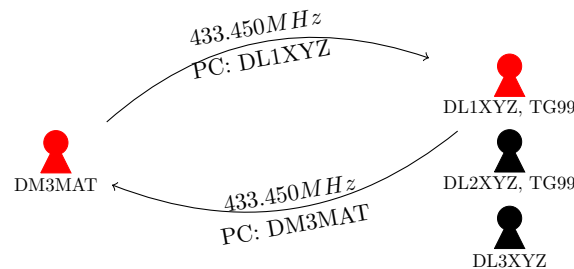


Abbildung 7: Beispiel eines DMR Simplex Direktrufs von DM3MAT an DL1XYZ.

In Abbildung 7 ist ein einfacher Simplex Direktruf von DM3MAT an DL1XYZ dargestellt sowie dessen Antwort. Beide senden und empfangen auf der selben Frequenz (hier der DMR Anruffrequenz von 433.450 MHz). Auch wenn die beiden anderen Teilnehmer in der Nähe (DL2XYZ & DL3XYZ) diesen Ruf physikalisch empfangen, bleiben deren Funkgeräte stumm. Wie dem auch sei, der Kanal ist jedoch während dieses Direktrufes belegt.

An dieser Stelle ist es sinnvoll zu erwähnen, dass wenn DL1XYZ direkt auf den Direktruf von DM3MAT antwortet, indem er die PTT Taste drückt, er mit einem Direktruf an DM3MAT antwortet, ohne dafür die Nummer von DM3MAT aus seinen Kontakten heraussuchen zu müssen. Dieser direkte Rückruf funktioniert nur wenige Sekunden nach dem Ende des initialen Direktrufs durch DM3MAT. Nach dieser Zeitspanne wird beim drücken auf die PTT der Standardkontakt für diesen Kanal angerufen, der für jeden Kanal im Funkgerät festgelegt werden kann (siehe Abs. 10.4). Diese Zeitspanne (genannt Hangtime) lässt sich ebenfalls im Funkgerät einstellen.

Um im Simplexbetrieb nicht nur einzelne Teilnehmer anrufen zu können, sind auch Gruppenrufe im Simplexbetrieb möglich. Eine beliebte Sprechgruppe (Talk Group) für den Simplexbetrieb ist die Gruppe mit der Nummer 99 (TG99 abgekürzt, für *Talk Group 99*). Solche Gruppenrufe werden dann von allen Funkgeräten empfangen, die entsprechend konfiguriert wurden. Wie beim Repeaterbetrieb muss auch beim Simplexbetrieb dem Funkgerät mitgeteilt werden, welche Sprechgruppen es auf welchen Kanälen empfangen soll (siehe Abs. 10.3).

¹¹Für alle nicht-Funkamateure: QSO ist eine Abkürzung die eine Verbindung zwischen zwei Amateurfunkstationen beschreibt, gelesen als *Verbindung* oder *Gespräch*.

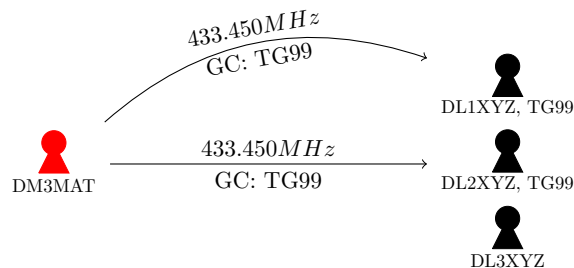


Abbildung 8: Beispiel eines DMR Simplex Gruppenrufs von DM3MAT an die Sprechgruppe TG99.

In Abbildung 8 ist solch ein Simplex Gruppenruf von DM3MAT an die Sprechgruppe TG99 dargestellt. Da DL1XYZ und DL2XYZ ihre Funkgeräte so konfiguriert haben, dass sie die TG99 empfangen, hören sie den Ruf von DM3MAT. Da DL3XYZ dies nicht gemacht hat, empfängt er diesen Ruf nicht. DL1XYZ und DL2XYZ können nun auf diesen Gruppenruf antworten, wenn sie innerhalb der sogenannten *Haltezeit (Hangtime)* auf ihre PTT Taste drücken. Sie würden dann ebenfalls mit einem Gruppenruf zur TG99 antworten (der direkte Rückruf funktioniert auch für Gruppenrufe), auch wenn sie einen anderen Standardkontakt für diesen Simplexkanal eingestellt haben.

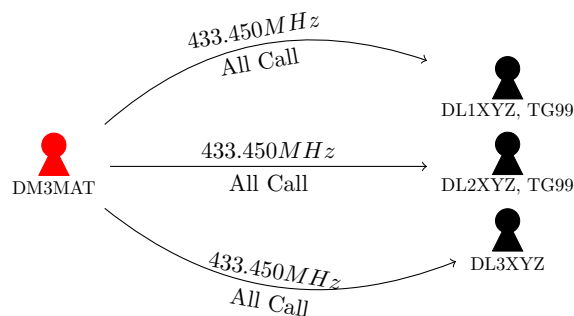


Abbildung 9: Beispiel eines DMR All Calls von DM3MAT alle die ihn hören können.

Um wirklich sicher zu gehen, dass ein Ruf auf einem Simplexkanal von allen empfangen werden kann, sollte ein sogenannter *All Call* verwendet werden. Dies ist ein spezieller Ruf an eine ganz bestimmte Nummer (16777215), die von allen Geräten empfangen werden, unabhängig von der Konfiguration dieser Geräte. In diesem Beispiel wird somit der Ruf von DM3MAT auch von DL3XYZ empfangen. Durch den direkten Rückruf ist es allen Teilnehmern wieder möglich auf den All Call von DM3MAT zu antworten, auch wenn diese Teilnehmer den All Call nicht als den Standardkontakt für diesen Kanal konfiguriert haben.



Merke

Zusammengefasst: Ein DMR-Kanal besitzt eine Sende- & Empfangsfrequenz (bei Simplex identisch), einen Standardkontakt der angerufen wird, wenn die PTT Taste auf diesem Kanal gedrückt wird und eine Liste von Gruppenrufen, die auf diesem Kanal empfangen werden sollen.

3.1 DMR Simplex Frequenzen

Name	Frequenz	Name	Frequenz
S0 (Anruf)	433.4500MHz	S4	433.6500MHz
S1	433.6125MHz	S5	433.6625MHz
S2	433.6250MHz	S6	433.6750MHz
S3	433.6375MHz	S7	433.6875MHz

Tabelle 1: Liste der acht üblichen DMR Simplexkanäle. Der Kanal *S0* ist der Anrufkanal.

Im Tabelle 1 sind die acht üblichen Simplexkanäle aufgelistet. Der Simplexkanal *S0* ist dabei der Anrufkanal. Gerade in Ballungsgebieten sollte für das eigentliche QSO der Kanal vom Anrufkanal auf einen der sieben weiteren Simplexkanäle *S1-7* gewechselt werden, um den Anrufkanal nicht zu blockieren.

4 Direkte Anrufe

Direktrufe (Private Call) ermöglichen es mit einem anderen Teilnehmer direkt zu kommunizieren, ohne dabei weitere Teilnehmer zu stören (bis auf das Belegen eines Repeaters). Im Rahmen der DMR Einführung wurde der Direktruf auch über mehrere Repeater hinweg beschrieben. Eben dieser Aspekt von DMR ist meiner Meinung nach besonders interessant. Mit Ausnahme der Sprechgruppen 8 & 9 (siehe Abs. 5), sind Direkt- und Gruppenrufe in DMR transparent gegenüber den verwendeten Repeatern. Es spielt keine Rolle über welchen Repeater sich Teilnehmer an einem Direktruf beteiligen und somit auch nicht wo sie sich befinden.

Das heißt, YLs & OMs¹², die sich im Urlaub aufhalten, können wie gewohnt an ihren lokalen Nachmittagsrunden teilnehmen, indem sie am Urlaubsort einen DMR Repeater auswählen und von dort aus einen Gruppenruf zu ihrer Sprechgruppe in der Heimat starten. Damit abonnieren sie ihre Sprechgruppe an ihrem Urlaubsrepeater temporär und dieser verhält sich danach wie ein Repeater der in der Heimat steht.

¹²Für nicht-Funkamateure: Zwei weitere typische Abkürzungen im Amateurfunk die *young lady* und *old man* bedeuten und alle weiblichen b.z.w. männlichen Funkamateure bezeichnet.

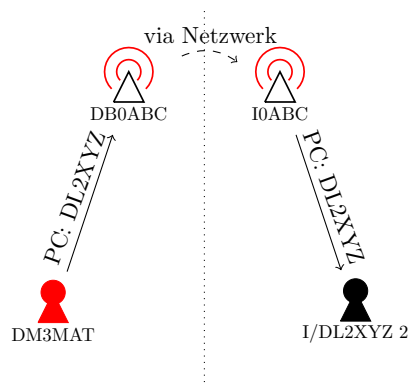


Abbildung 10: Beispiel eines Direktrufs über Ländergrenzen hinweg.

Ebenso können sie Direktrufe vom Urlaubsort an Bekannte absetzen und am Urlaubsort empfangen. Vorausgesetzt, sie haben sich durch kurzes drücken auf die PTT Taste beim Repeater am Urlaubsort angemeldet, damit das DMR Netz weiß, wo der Teilnehmer zu finden ist. Damit müssen die Teilnehmer in der Heimat aber nicht mehr wissen wie und wo sie den Urlauber erreichen können. Sie starten einfach einen Direktruf zum Urlauber und das DMR Netz kümmert sich um alles.

In Abbildung 10 ist eben solch ein Direktruf über Ländergrenzen hinweg dargestellt. DM3MAT ruft via seinem lokalen Repeater (DB0ABC) den Urlauber DL2XYZ per Direktruf an. Da sich dieser bei einem DMR Repeater (I0ABC) an seinem Urlaubsort in Italien angemeldet hat¹³, kann der Direktruf an DL2XYZ vermittelt werden. Um diesen Direktruf durchzuführen, muss DM3MAT nicht wissen über welchen Repeater der Urlauber DL2XYZ erreichbar ist. Diese Eigenschaft des DMR Netzes stellt eine deutliche Vereinfachung gegenüber dem Echolink Netzwerk dar.

5 Lokaler Repeater Betrieb

Eigentlich ist es das Ziel von DMR, transparent gegenüber Repeatern zu sein. Das heißt, es spielt keine Rolle für den Teilnehmer welchen Repeater er benutzt. Er wird immer die selben Teilnehmer erreichen können. Dieses Konzept wird aber durch die Sprechgruppen mit den Nummern 8 und 9 durchbrochen.

Die Sprechgruppe 9 (kurz TG9) ist die sogenannte *lokale* Sprechgruppe. Gruppenrufen zu dieser Sprechgruppe werden nicht über das Netzwerk weitergeleitet, sonder nur lokal vom jeweiligen Repeater ausgesandt. Dieser Fall ist in Abbildung 11 links dargestellt. Hier sendet DM3MAT einen Gruppenruf zur TG9 über den Repeater DB0ABC. Dieser Ruf wird nicht an weitere Repeater übertragen und ist somit nur in der Umgebung des

¹³Um sich an einem Repeater anzumelden, damit das Netzwerk weiß, dass man über diesen Repeater erreichbar ist, drückt man kurz die PTT Taste auf einem Kanal des Repeaters.

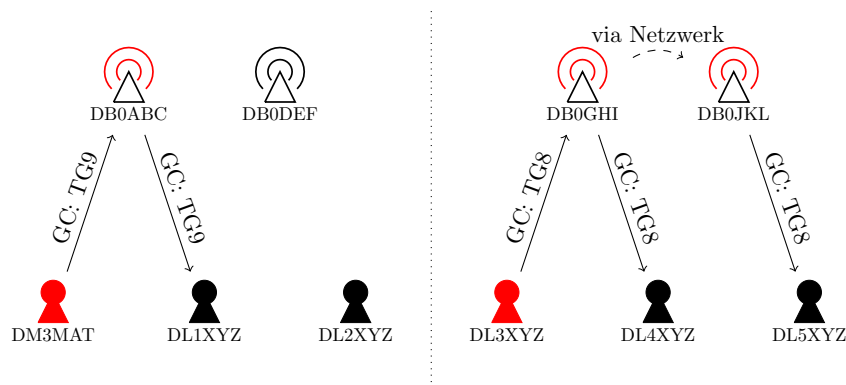


Abbildung 11: Beispiel mit zwei Regionen (links & rechts) mit je zwei Repeatern.

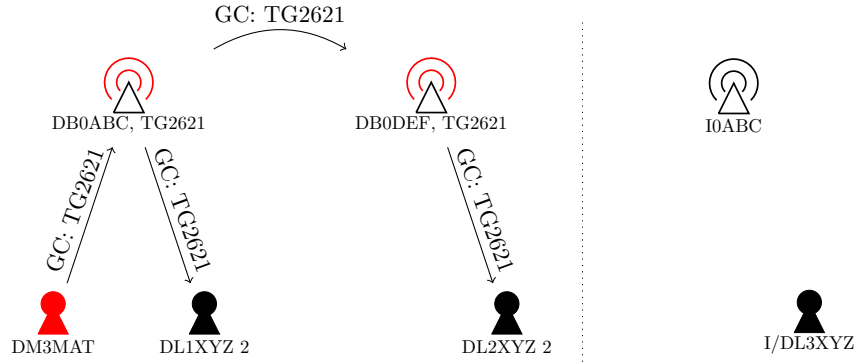
Repeaters zu hören. DL1XYZ befindet sich in der Nähe des Repeaters und kann den Ruf empfangen, wenn er sein Funkgerät so konfiguriert hat, dass es Gruppenrufe an die TG9 empfängt.

Die Sprechgruppe 8 (TG8) ist die sogenannte *regionale* Sprechgruppe. Ein Gruppenruf zu dieser Sprechgruppe wird meist durch alle Repeater innerhalb einer Region ausgesandt. Welche Repeater zu einer Region gehören und wie groß diese Region letztendlich ist, entscheiden die Administratoren der jeweiligen Repeater. Sie entscheiden ob ihre Repeater zu einer Region gehören sollen oder nicht. Im Beispiel in Abbildung 11 rechts, sendet DL3XYZ einen Gruppenruf zur Sprechgruppe 8 an den Repeater DB0GHI, dieser sendet diesen Gruppenruf selbst aus und leitet ihn an alle Repeater im regionalen Verbund (auch *Cluster*) weiter. In diesem Fall auch an den Repeater DB0JKL. Somit können alle Teilnehmer in der Region diesen Gruppenruf empfangen, solange sie ihre Funkgeräte entsprechend konfiguriert haben. In diesem Beispiel empfängt somit nicht nur DL4XYZ den Gruppenruf sondern auch DL5XYZ, auch wenn er sich nicht in der Nähe des Repeaters DB0GHI befindet.

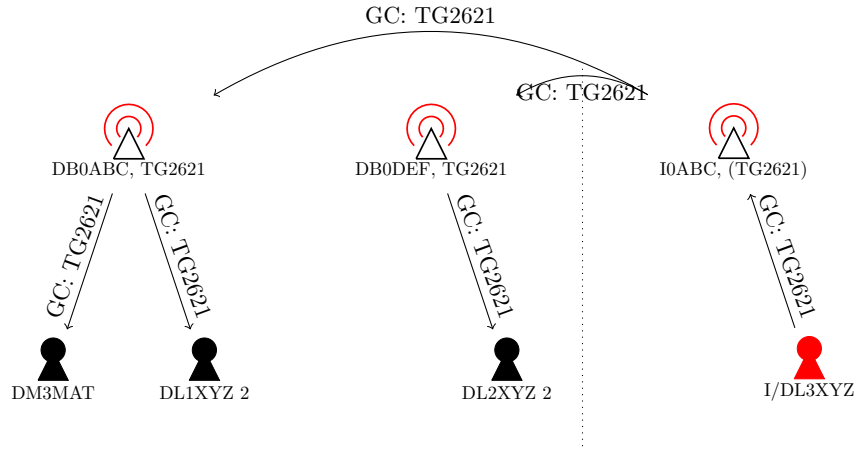
6 Talkgroup Betrieb

Ein klassisches und auch schönes Beispiel für den Repeater-transparenten Sprechgruppenbetrieb (Talkgroup) ist das Szenario einer Nachmittagsrunde in einer Sprechgruppe. Zum Beispiel, die Sprechgruppe 2621 *Berlin/Brandenburg* kurz BB. Diese Sprechgruppe ist bei fast allen Repeatern in Berlin und Brandenburg fest Abonniert. Das heißt, diese Runde kann ohne weiteres Zutun in ganz Berlin und Brandenburg empfangen werden (siehe Abb. 12a).

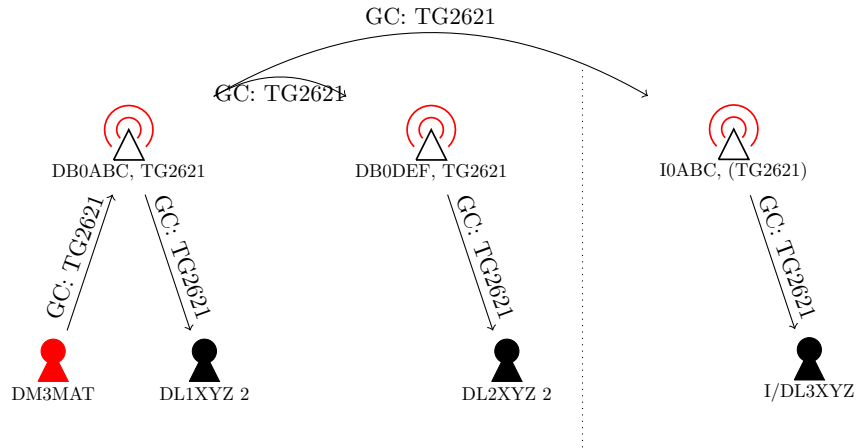
Für einen OM im Urlaub, gilt das natürlich nicht. Ein italienischer Repeater wird sicher nicht standardmäßig die Sprechgruppe *Berlin/Brandenburg* abonniert haben. Daher wird dieser OM die Sprechgruppe im Ausland auch nicht hören. Da er aber weiß, wann



(a) Beispiel für eine typische Nachmittagsrunde auf einer Sprechgruppe.



(b) Der OM im Ausland abonniert diese Sprechgruppe an dem lokalen Repeater temporär durch einen Gruppenruf zu dieser Sprechgruppe.



(c) Danach kann auch der OM im Urlaub wie gewohnt an dieser Nachmittagsrunde teilnehmen.

diese Runde beginnt, kann er vorher per Gruppenruf zu dieser Sprechgruppe von seinem Urlaubsrepeater (I0ABC) aus, diese Sprechgruppe temporär abonnieren (Abb. 12b).

Nachdem er diese Sprechgruppe beim Urlaubsrepeater abonniert hat, kann er wie gewohnt an der Nachmittagsrunde teilnehmen (Abb. 12c). Für die anderen Teilnehmer dieser Runde ist dann nicht einmal ersichtlich, dass der Urlauber nicht über ein Relais in Berlin oder Brandenburg sondern aus dem Ausland an der Runde teilnimmt.

Name	Sprechgruppe
Global	91
Europa	92
Deutschland	262
Mecklenburg-Vorpommern & Sachsen-Anhalt	2620
Berlin & Brandenburg	2621
Hamburg & Schleswig-Holstein	2622
Niedersachsen & Bremen	2623
Nordrhein-Westfalen	2624
Rheinland-Pfalz & Saarland	2625
Hessen	2626
Baden-Württemberg	2627
Bayern	2628
Sachsen & Thüringen	2629

Tabelle 2

6.1 Cluster

Im Gegensatz zur dediziert Regionalen Gruppe TG8, sind gewöhnliche Sprechgruppen von überall aus dem DMR Netz erreichbar. Das heißt, ein OM der sich gerade im Urlaub befindet und an einer Runde in dieser Sprechgruppe teilnehmen möchte, kann dies wie oben beschrieben tun.

Würde diese Nachmittagsrunde aber auf der regionalen Sprechgruppe TG8 stattfinden, könnte der OM im Urlaub nicht daran teilnehmen. Er würde an seinem Urlaubsrepeater mit einem Gruppenruf zur Sprechgruppe TG8 nur Funkamateure in seiner Urlaubsregion erreichen aber nicht den regionalen Verbund von Repeatern zu Hause.

Aus diesem Grund werden häufig regionale Verbünde von Repeatern mit sogenannten *Clustern* verbunden. Diese *Cluster* stellen dann eine weitere Sprechgruppennummer für den regionalen Verbund zur Verfügung, sodass die Sprechgruppe TG8 einer bestimmten Region auch von außen erreichbar ist. Eine Liste der Regionalcluster und der dazugehörigen Sprechgruppennummer kann unter <http://bm262.de/cluster/> abgerufen werden.

7 Datendienste

Da DMR von sich aus schon eine digitale Betriebsart ist, bei der meist Sprache in digitalisierter Form übertragen wird, ist es natürlich auch möglich reine Datendienste über DMR anzubieten. Zum einen gibt es einen Textnachrichtendienst, der dem SMS-Dienst der Mobiltelefone nachempfunden ist. Zum anderen gibt es auch die Möglichkeit, die eigene Position per DMR an das APRS¹⁴ Netz zu übertragen.

7.1 Textnachrichten (SMS)

Mit diesem Dienst können sie kurze Textnachrichten¹⁵ direkt an andere Teilnehmer verschicken¹⁶. Im Prinzip funktioniert eine Textnachricht wie ein Direktruf. Ist der andere Teilnehmer erreichbar, wird die Textnachricht übermittelt.

Es gibt aber auch *Servicenummern* (gebührenfrei). Wenn sie nun eine Nachricht an eine solche Nummer senden, können Sie bestimmte Informationen abrufen oder versenden. In Deutschland wären das:

1. 262993 – GPS und Wetter

- Wenn Sie **help** senden, erhalten daraufhin eine Auflistung aller Kommandos.
- Wenn Sie **wx** senden, erhalten Sie das aktuelle Wetter am Standort des Repeaters, den Sie verwenden.
- Wenn Sie **wx STADTNAME** senden, erhalten Sie das aktuelle Wetter für die angegebene Stadt.
- Wenn Sie **gps** senden, erhalten Sie die letzte Positionsinformation, die Sie zuletzt an das DMR Netz gesendet hatten.
- Mit **gps CALL** können Sie auch die letzte Position des angegebenen Teilnehmers abfragen.
- Mit **rssr** erhalten Sie vom Repeater einen Signalrapport.

2. 262994 – Repeater Informationen & Pagernachrichten

- Wenn Sie **rpt** senden, erhalten Sie eine Liste der statisch und dynamisch abonnierten Sprechgruppen des Repeaters.

¹⁴APRS steht für *Automatic Packet Reporting System* und ermöglicht das Übertragen von kleinen Datensätzen über Packet-Radio wie zum Beispiel die Position, Wetter oder Textnachrichten. Mehr dazu erfahren sie in der [Wikipedia](#).

¹⁵Bis zu 144 Zeichen.

¹⁶Sie können auch Textnachrichten an ganze Sprechgruppen versenden. Dies ist aber eher unüblich und nicht wünschenswert.

- Wenn Sie **CALL NACHRICHT**, wird die angegebene Nachricht an das angegebene Call per Pager (DAPNET) geschickt.

7.2 Positionsübermittlung (APRS via DMR)

Wie im vorherigen Abschnitt schon erwähnt, ist es möglich seine Position ins DMR Netz zu senden. Diese wird dann üblicherweise direkt an das APRS-Netz weitergereicht und Ihre Position kann dann unter anderem bei <https://aprs.f> abgefragt werden. Dazu ist jedoch ein DMR Funkgerät mit GPS Empfänger nötig. Aber auch diese Geräte sind in der Zwischenzeit nicht mehr teuer. Einfache DMR Handfunkgeräte mit GPS sind ab circa €120 zu haben.

Neben dem SMS Service ist auch die Positionsübermittlung per DMR möglich. Dazu muss das GPS fähige Funkgerät so konfiguriert werden, dass die Positionsdaten auf den geeigneten Kanälen an die Nummer 262999 gesendet werden. Wie dies einzustellen ist, hängt sehr vom Hersteller des Funkgerätes ab.

8 Technischer Hintergrund

Nachdem ich in den vorherigen Abschnitten versucht habe Ihnen die Konzepte von DMR (Repeater-unabhängige Direkt und Gruppenrufe) näherzubringen, geht es in diesem Abschnitt an das Eingemachte. Da heißt, die technischen Details und Besonderheiten von DMR. Im speziellen um die Begriffe *Time Slot* und *Color Code*.

8.1 Zeitschlitz (Time Slots)

Wie zu Beginn erwähnt, ist DMR eine digitale Übertragungstechnik, bei der Sprache zunächst digitalisiert, mit einem sogenannten Codec komprimiert und als Datenpakete übertragen werden. Moderne Sprachcodecs sind in der Zwischenzeit so effizient geworden, dass es möglich ist auf einem $12.5kHz$ breiten Kanal, zwei Sprachsignale in guter Qualität gleichzeitig zu übertragen. Dies wird auch bei DMR ausgenutzt. DMR verwendet dazu ein Verfahren das sich *TDMA* nennt.

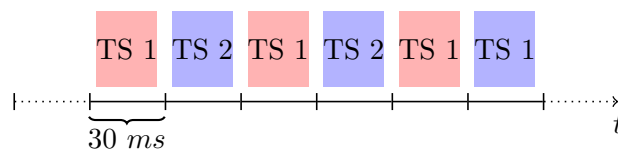


Abbildung 13: Graphische Darstellung der *time-division media access* (TDMA) Technik.

Das steht für *time-division media access* und beschreibt, wie zwei Teilnehmer (quasi) gleichzeitig einen physischen Kanal (also eine Frequenz) benutzen können. Dazu wird

jedem der beiden ein Zeitschlitz zu geordnet (Zeitschlitz 1 und 2) und beide senden oder empfangen nur in ihrem eigenen Zeitschlitz. Diese Zeitslitze sind sehr kurz, bei DMR nur $30ms$ lang. Diese kurze Zeit reicht jedoch aus um $60ms$ lange Sprachfetzen komprimiert zu übertragen. DMR erhält dadurch zwei völlig unabhängige Kanäle pro Frequenz. Das bedeutet auch, dass zwei völlig unabhängige Gespräche über einen Repeater gleichzeitig laufen können.

Was oder besser wann nun Zeitschlitz 1 oder 2 dran sind, legt der Repeater fest. Er gibt den Takt vor. Das bedeutet auch, dass Zeitslitze für den Simplexbetrieb völlig unbedeutend sind. Wenn Sie später einen Simplexkanal für Ihr Funkgerät konfigurieren, ist die Zeitschlitzeneinstellung egal.

Was auf welchem Zeitschlitz passieren soll, hängt stark von der Konfiguration des einzelnen Repeaters ab. Grundsätzlich gilt aber:



Merke

Überregionale Kommunikation sollte auf Zeitschlitz 1 und lokale sowie regionale Kommunikation auf dem Zeitschlitz 2 stattfinden.

8.2 Farbcodes (Color Codes)

Farbcodes sind ein technisches Hilfsmittel, um Störungen zwischen Repeatern zu vermeiden, die auf der selben Frequenz arbeiten. Dieses Problem tritt vor allem im kommerziellen Einsatz von DMR auf. Einem Unternehmen werden üblicherweise nur wenige Frequenzen zugewiesen, es werden mitunter aber viele Repeater benötigt um ein großes Firmengelände vollständig abdecken zu können (denken Sie an das Flughafenbeispiel). Da bleibt es nicht aus, dass verschiedenen Repeatern die selbe Frequenz zugewiesen werden muss. Wenn sich dann die Reichweiten dieser Repeater überlappen, kann es sein, dass die Aussendungen eines Teilnehmers von zwei Repeatern gleichzeitig aufgenommen werden. Um dies zu verhindern, werden den Repeatern verschiedene sogenannte Farbcodes zugewiesen. Diese kleine zusätzliche Information einer Aussendung erlaubt es einem Repeater oder jedem anderen Teilnehmer zu erkennen, ob eine Aussendung für sie bestimmt ist oder nicht. Nur wenn der Farbcode übereinstimmt, reagiert der Repeater oder das Funkgerät auf diese Aussendung.



Merke

Um einen Repeater nutzen zu können muss nicht nur dessen Ein- und Ausgangsfrequenz sondern auch dessen Farbcode bekannt sein!

9 Roaming

Viele Relais in einer Region haben die selben Sprechgruppen abonniert, damit eine repeatertransparente Nutzung dieser Sprechgruppen möglich ist. Es ist also egal welchen Repeater Sie auf Ihrem Funkgerät ausgewählt haben, Sie können immer die gleichen Sprechgruppen verwenden. In der Region Berlin & Brandenburg wäre dies die Sprechgruppe TG2621.

Es wäre also sinnvoll eine Liste zu erstellen, in der alle Repeater eingetragen werden, die eine bestimmte Sprechgruppe abonniert haben. Wenn dann noch das Funkgerät automatisch einen erreichbaren Repeater aus dieser Liste auswählen könnte, dann könnte man mit dem Auto in dieser Region unterwegs sein und wäre immer automatisch mit dieser Sprechgruppe verbunden. Dieses Feature nennt sich *Roaming* und wird von einigen meist teureren Funkgeräten unterstützt. Die günstigen DMR Funkgeräte chinesischer Produktion unterstützen dieses Feature meist nicht.

Um das Roaming nutzen zu können, werden zunächst alle Kanäle mit einer bestimmten Sprechgruppe in einer Liste zusammengefasst. Dies könnte eigentlich automatisch geschehen, aber die Konfigurationssoftware für dieser Funkgeräte ist wirklich nicht sehr benutzerfreundlich.

Wenn nun die Signalstärke eines bestimmten Repeaters dieser Liste unter einen Schwellwert (meist $-105dBm$) fällt, fängt das Funkgerät an alle Kanäle der Roamingliste abzuklappern bis es einen Repeater findet, dessen Signalstärke größer ist als der Schwellwert. Dies geschieht aber nur, wenn das Funkgerät auf *stand-by* ist. Das heißt, wenn weder etwas auf dem aktuellen Kanal empfangen wird noch gesendet wird.

Hat es einen stärkeren Repeater in der Liste gefunden, wechselt das Funkgerät automatisch den Kanal auf den neuen Repeater. Dies muss nicht unbedingt der stärkste Repeater der Liste am aktuellen Standort sein. Lediglich der Schwellwert ist entscheidend. Wird kein genügend starker Repeater gefunden, verbleibt das Funkgerät auf dem aktuellen Kanal.

Dieses Roaming kann auch auf *manuelles Roaming* eingestellt werden. Das heißt, das Roaming startet erst, wenn die Signalstärke des aktuellen Repeaters unter den Schwellwert sinkt und die PTT-Taste gedrückt wird.

10 Codeplug Programmierung

Nachdem Sie sich mit den Konzepten und dem technischen Hintergrund von DMR auseinandergesetzt haben, geht es nun an die Konfiguration Ihres Funkgerätes. Dies geschieht üblicherweise nicht über das Bedienfeld des Funkgerätes, sonder mit Hilfe einer separaten Software, der sogenannten *CPS* oder *codeplug programming software*.

Doch bevor Sie loslegen können benötigen Sie wie alle DMR Teilnehmer eine eindeutige Nummer, die DMR ID.



Hinweis

Ihre persönliche und eindeutige DMR ID erhalten Sie unter <https://register.ham-digital.org/>. Da Sie nachweisen müssen, dass Sie lizenzierte Funkamateure sind, müssen Sie bei der Anmeldung ihre eingescannte *Zulassung zum Amateurfunkdienst* hochladen.

Ihre DMR ID erhalten Sie in der Regel innerhalb von 24 Stunden per Mail. Sobald Sie eine DMR ID erhalten haben kann es los gehen.

Da dieses Script für Einsteiger gedacht ist, ist es wahrscheinlich, dass Sie kein top-shelf Motorola Gerät sondern eher ein günstiges Gerät der einschlägig bekannten chinesischen Hersteller besitzen.



Achtung

Falls Sie noch kein DMR fähiges Funkgerät besitzen und mit dem Gedanken spielen eines zu kaufen, achten Sie unbedingt darauf, dass es DMR **Tier I & II**^a unterstützt. Ignorieren Sie etwaiges Marketing-Bla-Bla der Hersteller und schauen Sie in den technischen Details nach, ob dort DMR **Tier I & II** erwähnt wird. Falls nicht oder nicht eindeutig, lassen Sie die Finger von diesem Gerät! Dies gilt vor allem für das Baofeng MD-5R aber nicht für das Baofeng/Radioddity RD-5R^b.

^aWie so häufig ist DMR nicht ein Standard sondern eine ganze Familie von aufeinander aufbauenden Standards. DMR Tier I beschreibt im wesentlichen den DMR Simplexbetrieb und Tier II dann den Repeaterbetrieb mit zwei Zeitschlitten. Sie benötigen also unbedingt Tier II für den Repeaterbetrieb.

^bManchmal sind es die kleinen Unterschiede die entscheidend sind.

Der Hersteller Ihres Gerätes wird auf seiner Webseite die Software die Sie zur Konfiguration benötigen, zum Download bereitstellen. Diese Software wird *CPS* oder *codeplug programming software* genannt. Gegebenenfalls finden Sie dort auch Firmwareupdates für Ihr Gerät. Viele Hersteller bieten für jedes einzelne Modell eine separate CPS an oder gar für jede Variation eines Modells. Achten Sie also genau darauf welche CPS Sie herunterladen. Die Konfiguration dieser Geräte unterscheidet sich von Gerät zu Gerät und mehr noch von Hersteller zu Hersteller. Jedoch sind die wesentlichen Einstellungen für Geräte dieser Klasse sehr ähnlich.

Wenn Sie die CPS zum ersten mal starten, werden Sie wahrscheinlich zwei Dinge feststellen. Erstens, das Bedienkonzept dieser Software ist aus dem letzten Jahrtausend (Windows 3.11) und Zweitens, es gibt eine Unmenge an obskuren Optionen deren Funktion nicht ersichtlich ist und die größtenteils nicht Dokumentiert sind. Wenn Sie des Englischen nicht mächtig sind, werden Sie auch eine deutsche Übersetzung des Programms

vermissen. Aber keine Sorge, die englische Übersetzung ist meist auch so schlecht, dass es keinen Unterschied macht, ob sie Englisch lesen können oder nicht.

Die Konfiguration Ihres Funkgerätes erfolgt in 5-6 Schritten:

1. Allgemeine Einstellungen,
2. Kontakte anlegen,
3. Empfangsgruppen festlegen,
4. alle Kanäle anlegen,
5. Kanäle in Zonen einteilen und
6. optional Scanlisten anlegen.

In den folgenden Abschnitten möchte ich die einzelnen Konfigurationsschritte im Detail beschreiben.

10.1 Allgemeine Konfiguration

Die wichtigsten allgemeinen Einstellungen, die Sie vornehmen müssen, ist das Setzen der DMR ID und ihres Rufzeichens. Diese Optionen finden Sie meist unter der Rubrik (linke Seite) *Radio Settings* oder *General Settings*¹⁷. Ihre DMR ID tragen Sie dann in das Feld *Radio ID* ein. Es ist durchaus möglich, dass Ihr Funkgerät mehrere DMR IDs unterstützt. Dieses Feature wird aber üblicherweise nicht verwendet. Im Gegenteil: Es stehen nur eine begrenzte Anzahl von DMR IDs sehr vielen Funkamateuren gegenüber. Beantragen Sie deshalb niemals eine DMR ID für jedes Funkgerät oder jeden Accesspoint. Eine **einzige** persönliche DMR Nummer reicht völlig!

Ihr Rufzeichen tragen Sie bitte in das Feld *Radio Name* ebenfalls in der Rubrik *Radio Settings* ein.

10.2 Kontakte Anlegen

Nachdem Sie die grundlegenden Einstellungen vorgenommen haben, können Sie Ihre Kontaktliste zusammenstellen. Diese sollte alle Sprechgruppen enthalten, die Sie interessieren könnten, ihre persönlichen Kontakte wie OMs aus dem OV und einige Servicenummern wie Echo, die SMS Dienste und den All Call. Eine Beispiel für Deutschland ist in Tabelle 3 angegeben.

Natürlich gibt es noch viele weitere Sprechgruppen auch zu spezifischen Themen, die nicht unbedingt regional beschränkt sind. Eine recht vollständige Liste finden Sie unter https://www.pistar.uk/dmr_bm_talkgroups.php.

¹⁷Die exakten Namen der Rubriken und Felder kann sich von Hersteller zu Hersteller unterscheiden. Üblicherweise sind sie aber den hier erwähnten Namen sehr ähnlich.

Name	Typ	Nummer	Name	Typ	Nummer
Lokal	Gruppenruf	9	Ham/SIHo	Gruppenruf	2622
Regional	Gruppenruf	8	NiSa/Bre	Gruppenruf	2623
TG99	Gruppenruf	99	NRW	Gruppenruf	2624
Rundumruf	All Call	16777215	RhPf/Saar	Gruppenruf	2625
Weltweit	Gruppenruf	91	Hessen	Gruppenruf	2626
Europa	Gruppenruf	92	BaWü	Gruppenruf	2627
D-A-CH	Gruppenruf	920	Bay	Gruppenruf	2628
Deutschland	Gruppenruf	262	Sa/Th	Gruppenruf	2629
Österreich	Gruppenruf	232	Echo Test	Direktruf	262997
Schweiz	Gruppenruf	228	SMS Serv.	Direktruf	262993
EMCOM ¹⁸ EU	Gruppenruf	9112	DAPNET	Direktruf	262994
EMCOM WW	Gruppenruf	9911	APRS GW	Direktruf	262999
MeVo/SaAn	Gruppenruf	2620	DM3MAT	Direktruf	2621370
Ber/Bra	Gruppenruf	2621

Tabelle 3: Beispielkontakte für Deutschland.

10.3 Empfangsgruppen Zusammenstellen

Im nächsten Schritt stellen Sie sogenannte *Empfangsgruppen* zusammen. Dies sind Listen von Gruppenrufen, die Sie auf bestimmten Kanälen empfangen wollen. Wie schon bei der Einführung in Abschnitt 2 erwähnt, weiß das DMR Netz nicht, für welche Sprechgruppen Sie sich interessieren. Dies kann nur Ihr Funkgerät wissen. Mit den Empfangsgruppen definieren Sie genau das. Sie werden mindestens drei Empfangsgruppen benötigen. Eine für den Simplexbetrieb, eine für die überregionale Kommunikation und je eine für regionale Kommunikation in all jenen Regionen, in denen Sie unterwegs sind.

Die Simplex Empfangsgruppe ist eigentlich nicht notwendig, da Simplexrufe eigentlich immer den sog. All Call (Rundumruf) verwenden sollten. Häufig wird aber auch die Sprechgruppe TG99, TG9 oder auch TG8 verwendet. Daher ist es ratsam eine Empfangsgruppe mit diesen Gruppenrufen anzulegen.

Für die überregionale Kommunikation sollte eine Empfangsgruppe erstellt werden, die die Sprechgruppen für weltweite, innereuropäische und deutschlandweite Kommunikation enthalten. Dieser Gruppe können Sie dann noch die Sprechgruppe *EMCOM EU* für europäischen Notfunk hinzufügen, damit Sie ggf. Notrufe hören und darauf reagieren können.

Zuletzt sollte die Sprechgruppen für lokale/regionale Kommunikation angelegt werden. Diese sollte jeweils die Sprechgruppen TG8 und TG9 sowie die Sprechgruppe der jeweiligen Region enthalten. Für mich, der in der Berlin/Brandenburg Region lebt, aber häufig auch in Sachsen unterwegs ist, habe ich insgesamt 4 Empfangsgruppen zusammengestellt (siehe Tab. 4).

Name	Gruppenrufe
Simplex	Lokal, Regional, TG99
WW/EU/DL	Weltweit, Europa, D-A-CH, Deutschland, EMCOM EU
Ber/Bra	Lokal, Regional, Ber/Bra
Sa/Th	Lokal, Regional, Sa/Th

Tabelle 4: Ein paar Beispielempfangsgruppen. Die ersten beiden sind recht universell für Deutschland, die letzten Beiden sind für die Regionen Berlin/Brandenburg und Sachsen/Thüringen wichtig.

10.4 Kanäle Anlegen

Bevor es los geht, sollte ich erwähnen, dass die meisten DMR Funkgeräte auch analoges FM unterstützen. Das heißt, Sie können mit ihrem DMR Funkgerät auch normalen analogen FM Simplex und Repeaterbetrieb durchführen. In diesem Abschnitt beschreibe ich aber nur die Konfiguration von DMR Kanälen (meist *Digital Channel* genannt), die Konfiguration von sogenannten *analogen* Kanälen wird hier nicht beschrieben. Um einen DMR Kanal anzulegen, müssen Sie im Feld *Channel Type* den Wert *digital* auswählen, für einen FM Kanal dann *analog*.

Wenn Sie schon Erfahrung mit dem *klassischen* FM-Relaisbetrieb haben, wird Ihnen das Anlegen der Kanäle recht seltsam vorkommen. Im analogen FM-Relaisbetrieb haben Sie für jeden Repeater und Simplex-Kanal genau einen Kanal im Funkgerät konfiguriert. Für den DMR Betrieb werden Sie für jeden Repeater mindestens zwei (für Zeitschlitz 1 & 2), meist aber deutlich mehr Kanäle programmieren. Lange Rede kurzer Sinn. Lassen Sie mich das an konkreten Beispielen erläutern.

10.4.1 Simplexkanäle Anlegen

Name	RX Freq. (Ausgabe)	TX Freq. (Ein- gabe)	TS ¹⁹	CC ²⁰	TX Kontakt	Empf.gr.
DMR S0	433.4500MHz	433.4500MHz	1	1	Rundumruf	Simplex
DMR S1	433.6125MHz	433.6125MHz	1	1	Rundumruf	Simplex
...

Tabelle 5: Beispieltabelle für die DMR Simplexkanäle.

In Tabelle 5 sind exemplarisch die Einstellungen der ersten 2 DMR Simplexkanäle aufgeführt. Sie sollten diese natürlich auf alle 8 DMR Simplexkanäle erweitern. Die erste Spalte gibt einfach den Namen des Kanals an.

Die zweite und dritte Spalte geben die Sende- (TX) und Empfangsfrequenz (RX) des Kanals an. Da es sich hier um Simplexkanäle handelt werden natürlich jeweils die gleichen Frequenzen für RX und TX eingetragen.

Im Simplexbetrieb gibt es keinen Repeater, der den Takt angeben könnte. Daher ist die Wahl des Zeitschlitzes für Simplexkanäle egal. Üblicherweise wird hier einfach der Zeitschlitz 1 ausgewählt.

Der Farbcode (Spalte 5) ist aber nicht egal. Repeater sowie auch Ihr Funkgerät akzeptieren nur dann eine Aussendung, wenn der Farbcode der Aussendung mit der Einstellung für den Kanal übereinstimmt. Bei Simplexkanälen hat man sich daher auf den Farbcode 1 geeinigt.

Die sechste Spalte gibt den Standardkontakt für diesen Kanal an. Bei Simplexkanälen sollte hier immer der sogenannte Rundumruf (All Call) eingetragen werden. Das bedeutet, dieser *Kontakt* wird immer angerufen, wenn sie diesen Kanal auf dem Funkgerät eingestellt haben und auf die PTT Taste drücken. Eine Ausnahme bildet das Antworten auf einen Ruf. Wenn Sie zum Beispiel einen Gruppenruf zur Sprechgruppe TG99 auf dem Simplexkanal empfangen und innerhalb der kurzen Hangtime darauf antworten, werden sie nicht mit dem voreingestellten Rundumruf antworten, sondern mit dem Gruppenruf zur Sprechgruppe TG99. Dieses Verhalten ist sehr erwünscht, da es Ihnen ermöglicht auf auf Direktrufe an Sie mit einem Direktruf zu Antworten.

Die letzte Spalte gibt die Empfangsgruppe des Kanals an. Damit wird festgelegt welche Sprechgruppen auf diesem Kanal empfangen werden sollen. Wie oben schon erwähnt, wäre hier eigentlich keine Eintragung nötig wenn alle Teilnehmer auf den Simplexkanälen den Rundumruf verwenden würden. Es werden aber durchaus sehr unterschiedliche Sprechgruppen auf den Simplexkanälen verwendet. Für diese Fälle hatten wir ja die Empfangsgruppe *Simplex* zusammengestellt.

In Ihrer CPS finden sie noch sehr viel mehr Optionen zu den Kanälen. Die Meisten können auf den Standardwerten belassen werden. Am Ende dieses Abschnittes beschreibe ich noch eine Reihe weiterer Optionen. Viele dieser Optionen betreffen Funktionen, die im Amateurfunk aber keine Verwendung finden.

Die Option *Admit Criterion* definiert unter welchen Umständen das senden auf dem Kanal vom Funkgerät erlaubt wird. Hier stellen Sie bitte *Channel Free* ein. Dies bedeutet, dass sie nur senden dürfen, wenn der Simplexkanal frei ist.

10.4.2 Repeaterkanäle Anlegen

Das Anlegen von Repeater Kanälen ist etwas aufwendiger als das Anlegen von Simplexkanälen, da für jeden Repeater gleich mehrere Kanäle definiert werden. Bevor Sie anfangen können Repeaterkanäle anzulegen, müssen Sie natürlich erst herausfinden welche Repeater sich in Ihrer Nähe befinden. Eine gute Übersicht bietet Ihnen die Seite <https://repeatermap.de/>. Sie können dort unter Filter die Anzeige auf DMR Repeater beschränken. Dort finden Sie auch alle wichtigen Information zu den jeweiligen Repeatern. Das heißt deren Eingabe- und Ausgabefrequenzen und Farbcodes. Diese Informationen benötigen Sie unbedingt um Kanäle für diesen Repeater anlegen zu können.

Name	RX Freq. (Ausgabe)	TX Freq. (Eingabe)	TS ^a	CC ^b	TX Kontakt	Empf.gr.
DB0LDS TS1	439.5625 MHz	431.9625 MHz	1	1	—	WW/EU/DL
DB0LDS DL TS1	439.5625 MHz	431.9625 MHz	1	1	Deutschland	WW/EU/DL
DB0LDS Sa/Th TS1	439.5625 MHz	431.9625 MHz	1	1	Sa/Th	Sa/Th
DB0LDS TG9 TS2	439.5625 MHz	431.9625 MHz	2	1	L9	Ber/Bra
DB0LDS TG8 TS2	439.5625 MHz	431.9625 MHz	2	1	L8	Ber/Bra
DB0LDS BB TS2	439.5625 MHz	431.9625 MHz	2	1	Ber/Bra	Ber/Bra

Tabelle 6: Beispielkonfiguration der Kanäle für den Repeater DB0LDS in Wildau bei Berlin.

^aSetzt für *Time Slot* also Zeitschlitz.

^bSteht für *Color Code* also Farbcode.

Ich denke, es ist am einfachsten Ihnen am Beispiel meiner eigenen Kanalliste (Tab. 6) für **einen** Repeater in meiner Nähe das Anlegen von Repeaterkanälen zu beschreiben. Der Repeater heißt *DB0LDS* und hat die Eingabe Frequenz *431.9625MHz* und die Ausgabe Frequenz *439.5625MHz*. Des Weiteren erwartet er den Farbcode 1. Dies sind die elementaren Informationen zu diesem Repeater, die Sie von diversen Repeaterlisten und Karten erhalten. Diese Informationen müssen sie natürlich für alle Kanäle die diesen Repeater betreffen, eintragen.

Am Ende des Abschnitts 8.1 hatte ich erwähnt, dass überregionaler Funkverkehr auf Zeitschlitz 1 und Regionaler auf Zeitschlitz 2 stattfinden. Dies wurde in dieser Konfiguration umgesetzt.

Der Erste Kanal *DL0LDS TS1* ist ein generischer Kanal für den Zeitschlitz eins. Er besitzt keinen Standardkontakt aber eine Empfangsgruppe für die Sprechgruppen Welt, Europa und Deutschland. Dieser Kanal dient dazu, beliebige (überregionale) Gruppen- und Direktrufe aus der Kontaktliste heraus zu führen. Das heißt, um auf diesem Kanal ein QSO zu starten, kann nicht einfach die PTT Taste gedrückt werden. Denn dazu fehlt dem Kanal der Standardkontakt. Es muss erst ein Kontakt aus der Kontaktliste ausgewählt werden, der angerufen werden soll.

Der zweite Kanal (*DL0LDS DL TS1*) ist identisch zum Ersten bis auf den Standardkontakt. Hier ist die Sprechgruppe *Deutschland* (TG262) eingetragen. Das bedeutet, wenn dieser Kanal im Funkgerät ausgewählt ist und die PTT Taste gedrückt wird, wird direkt ein Gruppenruf an diese Sprechgruppe gestartet. Einen extra Kanal für diese Sprechgruppe anzulegen, erlaubt es diesen Gruppenruf zu starten ohne ihn erst in der Kontaktliste auswählen zu müssen. Auch ist es so möglich, diese Sprechgruppe schnell temporär auf diesem Repeater zu abonnieren²¹ indem kurz die PTT Taste gedrückt wird (siehe Abschnitt 6).



Merke

Auf jedem Kanal kann auf einen eingehenden Ruf innerhalb der sogenannten Hangtime geantwortet werden, egal welcher Standardkontakt für diesen Kanal festgelegt wurde.

Ähnlich verhält es sich mit dem dritten Kanal (*DB0LDS Sa/Th TS1*). Hier ist als Standardkontakt die Sprechgruppe *Sachsen/Thüringen* (TG2629) eingestellt um diese schnell und leicht über diesen Repeater erreichen und temporär abonnieren zu können. Bitte beachten Sie, das für diesen Kanal der Zeitschlitz 1 verwendet wird. Der Repeater befindet sich in Brandenburg. Somit sollte die Kommunikation mit Sachsen oder Thüringen im Zeitschlitz für überregionale QSOs geführt werden. Des weiteren ist als Empfangsgruppe die regionale Empfangsgruppe für Sachsen & Thüringen angegeben. Das bedeutet, dass

²¹Die Sprechgruppe TG262 (Deutschland) ist für diesen Repeater nicht permanent auf Zeitschlitz 1 abonniert.

Gruppenrufe an die überregionalen Sprechgruppen wie *Deutschland* (TG262) auf diesem Kanal nicht empfangen werden, auch wenn er auf Zeitschlitz TS1 liegt.

Kanäle vier, fünf und sechs sind für die lokale (TG9, nur auf diesem Repeater), regionale (TG8, im regionalen Repeaterverbund) und Berlin-Brandenburg-weite Kommunikation (TG2621). All diese Kanäle sind auf Zeitschlitz 2, da es sich um regionale Kommunikation handelt und haben als Empfangsgruppe *Ber/Bra* gesetzt. Das heißt, auf diesen Kanälen werden die Sprechgruppen TG8, TG9 und TG2621 empfangen. Als Standardkontakt wurde die entsprechenden Sprechgruppen gesetzt. Wird auf dem Funkgerät nun der Kanal *DB0LDS TG9 TS2* ausgewählt, so wird beim drücken der PTT Taste ein Gruppenruf an die lokale Sprechgruppe (TG9) von nur diesem Repeater ausgesandt. Wird jedoch der Kanal *DB0LDS BB TS2* ausgewählt, wird beim Drücken der PTT Taste ein Gruppenruf an die Sprachgruppe *Berlin/Brandenburg* (TG2621) gestartet und somit fast überall in Berlin und Brandenburg gehört.



Merke

Auf jedem Kanal kann ein beliebiger Ruf (Gruppen, Direkt, Rundum) gestartet werden indem entweder der entsprechende Kontakt in der Kontaktliste ausgewählt wird oder die DMR Nummer eingegeben wird. Dies ist unabhängig vom Standardkontakt des Kanals. Letztendlich dient der Standardkontakt eines Kanals der Bequemlichkeit. So können dedizierte Kanäle für häufig getätigte Rufe definiert werden.

Das sogenannte *Admit Criterion* sollte für alle Repeaterkanäle auf *Color Code* gesetzt werden. Dies bedeutet, dass Ihr Funkgerät nur dann sendet, wenn der Kanal frei ist und der Farbcode des Repeaters mit dem Farbcode des Kanals übereinstimmt.

10.4.3 Weitere Kanalloptionen

Die Maske, mit der Sie Kanäle konfigurieren ist recht umfangreich. Es gibt eine Vielzahl an Optionen die das Verhalten dieses Kanals beeinflussen. Die meisten dieser Optionen werden im Amateurfunk aber nicht verwendet. Dennoch möchte ich diese hier kurz erklären.

Die *Admit Criterion* Option hatte ich zuvor schon erwähnt. Sie liegt fest, unter welchen Umständen das Funkgerät ihnen erlaubt auf dem Kanal zu senden. Meist stehen hier drei Möglichkeiten zu Verfügung. *Always* bedeutet, dass Sie immer senden dürfen. *Channel Free* bedeutet, dass der Kanal frei sein muss, damit Sie senden dürfen. Und *Color Code* bedeutet, dass nicht nur der Kanal frei sein muss, sondern auch der Farbcode des Repeaters stimmen muss. Daher macht es Sinn *Channel Free* für Simplexkanäle und *Color Code* für Repeaterkanäle zu wählen.

Die Option *TOT* oder auch *TX Timeout* legt die maximale Dauer einer Aussendung fest. Das heißt, wenn Sie die PTT Taste länger als diese Zeitspanne drücken, wird das

Funkgerät Ihre Aussendung unterbrechen. Dies ist eine Funktion für den kommerziellen Einsatz, die verhindert, dass eine Fehlbedienung das DMR Netz oder auch einen Repeater blockiert. Im Amateurfunk macht dies wenig Sinn. Daher können Sie diese Option auf *unendlich* stellen.

Die Option *Emergency System* legt das Alarm- oder Notrufsystem für diesen Kanal fest. Auch dies ist eine Funktion für den kommerziellen Einsatz und wird im Amateurfunk nicht verwendet.

Die Option *Privacy Group* legt die Verschlüsselung der Aussendungen für diesen Kanal fest. Diese Funktion darf im Amateurfunk gar nicht verwendet werden.

Die Optionen *Emergency Alarm Confirmed*, *Private Call Confirmed* und *Data Call Confirmed*, legen fest, wie das Funkgerät Alarmer, Direktrufe und Datenübermittlung durchführt. Sind diese Optionen angewählt, versucht das Funkgerät erst eine Verbindung zum Ziel herzustellen, bevor Sie sprechen dürfen. Das heißt, das Funkgerät sendet zunächst eine Anfrage an das Ziel. Erst wenn diese Anfrage vom Ziel positiv beantwortet wurde, ertönt ein Ton und Sie können sprechen. Wenn diese Optionen nicht angewählt sind, fangen Sie sofort an Sprachdaten an das Ziel zu senden. Ich empfehle Ihnen diese Option nicht anzuwählen.

Die Option *Talkaround* erlaubt es Ihnen auf einem Repeaterkanal Simplexbetrieb zu fahren. Das heißt, Sie werden auf der Repeaterausgabefrequenz senden und empfangen. Dabei umgehen sie natürlich den Repeater selbst. Daher wird dieses Feature im Amateurfunk nicht verwendet.

Wenn die Option *RX Only* angewählt ist, können Sie auf diesen Kanal nicht senden.

Die Option *VOX* bedeutet *Voice Operated Switch* und erlaubt es Ihnen automatisch von Empfang auf Senden umzuschalten sobald sie in das Mikrofon sprechen. Dies lässt sich bei einigen Funkgeräten pro Kanal oder aber auch in den allgemeinen Einstellungen aktivieren.

Die Option *Power* legt die Sendeleistung auf diesen Kanal fest. Wenn Sie sich direkter Nähe des Repeaters befinden, können Sie die Sendeleistung reduzieren um die Batterielebenszeit bei Handfunkgeräten zu erhöhen.

Diese optionale Kanaleinstellung Scanlist definiert welche Liste von Kanälen gescannt werden, wenn der Scan auf diesem Kanal gestartet wird. Es ist nicht zwingend notwendig, dass der Kanal selbst in dieser Scanliste enthalten ist.

10.5 Zonen Zusammenstellen

Wenn Sie nun alle für Sie interessanten Kanäle erstellt haben, werden Sie feststellen, dass die Liste doch schon recht lang und unübersichtlich ist. Alle DMR Funkgeräte organisieren daher die Kanäle in sogenannten Zonen. Diese Zonen sind einfach nur Listen

von Kanälen. Wie Sie diese Listen zusammenstellen, ist allein Ihnen überlassen. Sie können die Kanäle nach Region zusammenfassen wie *Zu Hause, Arbeit, Urlaub* etc..

Sie können sie auch nach Sprechgruppen sortieren. So können Sie ein quasi händisches Roaming für eine bestimmte Sprechgruppe realisieren. Wenn Sie dann im Auto unterwegs sind, können Sie im Funkgerät immer jenen Repeater aus der Zone auswählen, den Sie gerade erreichen können. Somit bleiben Sie immer mit dieser Sprechgruppe verbunden. Einige (eher teurere) Funkgeräte unterstützen dies mit einer automatischen Roamingfunktion, bei der der jeweils stärkste Repeater an Ihrem Standort ausgewählt wird.



Hinweis

Kanäle, die keiner Zone zugeordnet wurden, können nicht im Funkgerät ausgewählt werden. Es ist aber problemlos möglich, einen Kanal mehreren Zonen zuzuordnen.

10.6 Scanlisten Zusammenstellen

Scanlisten sind einfach Listen von Kanälen, die beim Starten der Scanfunktion sequenziell beobachtet werden. Wird ein Signal auf einem der Kanäle empfangen, wird der Scan unterbrochen und es kann dann auf diesen empfangenen Ruf geantwortet werden. Diese Funktion erlaubt es mehrere Kanäle zu beobachten. Zusätzlich können Sie bei vielen Geräten ein oder zwei Prioritätskanäle definieren werden, die während des Scans häufiger *besucht* und somit *intensiver* beobachtet werden.

11 DMR-Netze

Sie kennen nun alle wichtigen Konzepte des DMR-Betriebs und auch einige der technischen Details dazu, wie das Erstellen von Codeplugins. Diese Konzepte gelten jedoch nur uneingeschränkt im sogenannten Brandmeisternetz. Dies ist jenes Netz im Hintergrund, dass ihre Direkt- oder Gruppenrufe vermittelt und Repeater miteinander verbindet. In Deutschland ist dies das dominierende Netz. Auch Weltweit sind die meisten DMR Repeater (c.a., 1500) im Brandmeisternetz miteinander verbunden. Es gibt aber auch andere DMR Netze. Zum Einen DMR-MARC (c.a., 500 Repeater) und zum Anderen DMR+ (c.a. 150 Repeater). Welches Netz wo häufiger verwendet wird, hängt stark vom Land ab. So sind in Frankreich, Spanien, den BeNeLux Staaten, Polen, Tschechien und der Slowakei fasst ausschließlich Brandmeister Repeater im Betrieb. Während in Dänemark DMR+ deutlich mehr Repeater vernetzt. In Großbritannien, den USA und Österreich sind DMR-MARC Repeater nicht selten. All diese Netze unterscheiden sich aber nicht technisch voneinander. Das heißt, die Ihnen zugewiesene DMR-ID ist in allen Netzen gültig und sie können jedes Tier-II DMR Funkgerät in allen Netzen verwenden.

Lediglich die Konzepte der einzelnen Netze, vor allem wie Gruppenrufe realisiert werden, ist von Netz zu Netz verschieden. Das heißt, Sie müssen die Kanäle zu einem DMR+ Repeater leicht anders konfigurieren als Kanäle zu einem Brandmeister Repeater.

11.1 Reflektoren

Im DMR+ Netz spielen sogenannte Reflektoren eine zentrale Rolle. Sie entsprechen in etwa den Sprechgruppen, wie sie im Brandmeisternetz verwendet werden.

Der wesentliche Unterschied zu Sprechgruppen im Brandmeister Netz ist, dass diese Reflektoren nicht einfach per Gruppenruf angerufen werden können, sondern zunächst per Direktruf an einem Repeater temporär abonniert werden müssen. Danach verhalten sich alle Repeater, die diesen Reflektor abonniert haben, wie eine Gruppe zusammen geschalteter FM Repeater. Das heißt, ein Gruppenruf zur lokalen Sprechgruppe TG9 wird dann nicht nur lokal ausgesandt, sondern auch über alle Repeater die diesen Reflektor abonniert haben.

Dies hat den Vorteil, dass die Konfiguration des Funkgerätes viel einfacher ist: Es müssen lediglich zwei Kanäle für jeden Repeater angelegt werden. Je einen für jeden Zeitschlitz und jeweils mit dem Standardkontakt zur TG9. Um einen Reflektor am aktuellen Repeater zu abonnieren, wird einfach ein Direktruf zu dem Reflektor aus der Kontaktliste heraus gestartet. Dieses Konzept ist auch näher an den *alten* Konzepten aus dem FM Repeaterbetrieb mit Echolink. Jedoch gehen dadurch modernere Fähigkeiten des Netzes wie Roaming verloren. Dieses Konzept hat aber auch den Nachteil, dass die Repeatertransparenz verloren geht. Anstatt einfach einen Gruppenruf zu der gewünschten Sprechgruppe zu starten, muss zunächst der lokale Repeater *konfiguriert* werden. Erst danach erfolgt alle Kommunikation über die lokale Sprechgruppe TG9, auch wenn diese Kommunikation alles andere als lokal ist.

Index

- Admit Criterion, [26](#), [29](#)
- All Call, *siehe auch* Rundumruf, [12](#), [24](#)
- Ausgabefrequenz, [4](#)

- Cluster, [15](#), [17](#)
- Color Code, [20](#)
- CPS, [21](#)

- Data Call Confirmed, [30](#)
- Direktruf, [7](#)
- DMR-ID, [7](#)
- Duplexbetrieb, [3](#)

- Echolink, [4](#), [14](#)
- Eingabefrequenz, [4](#)
- Emergency Alarm Confirmed, [30](#)
- Emergency System, [30](#)
- Empfangsgruppen, [24](#)

- Haltezeit, [12](#)
- Hangtime, [11](#), *siehe auch* Haltezeit, [26](#), [28](#)

- Kanal
 - Standardkontakt, [28](#)

- Power, [30](#)
- Privacy Group, [30](#)
- Private Call, *siehe auch* Direktruf, [13](#)
- Private Call Confirmed, [30](#)

- Reflektor, [32](#)
- Relais, *siehe auch* Repeater
- Relaisbetrieb, [3](#)
- Repeater, [3](#)
- Roaming, [21](#)
- Rundumruf, [11](#), [26](#)
- RX Only, [30](#)

- Scanlist, [30](#)
- Simplexbetrieb, [3](#), [11](#), [26](#)
- Sprechgruppe, [7](#)
- Standardkontakt, [11](#)
- Talk Group, *siehe auch* Sprechgruppe
- Talkaround, [30](#)
- TDMA, [19](#)
- TG, *siehe auch* Sprechgruppe
- TOT, [29](#)
- TX Timeout, [29](#)

- Voice Operated Switch, *siehe auch* VOX
- VOX, [30](#)

- Zone, [30](#)