Inhaltsverzeichnis

1. Digitale Sprache - Vernetzung 2
2. Adressierung bei C4FM 7
3. Adressierung bei DMR 8
4. Adressierung bei Dstar 11
5. Adressierung bei Tetra 15
6. Digitale Sprache - Adressierung 16

Digitale Sprache - Vernetzung

Dieser Artikel beschreibt die Grundlagen der Vernetzung digitaler Systeme.

Er setzt allgemeines Verständnis der Adressierung bei digitaler Sprache voraus.

Inhaltsverzeichnis

1 Grundidee der Repeatervernetzung 3
1.1 Volle Vermaschung 3
1.2 Zentralisierte Lösung 3
1.3 Vernetzte Server 3
1.4 Reale Lösungen 4
2 Mehr als nur ein Verbund 4
2.1 Zieladressen zur Bildung von Gruppen 4
2.2 Was muss ich nun tun, um in Region X gehört zu werden? 5
2.2.1 Konventionen 5
2.2.2 Wissen um die Rahmenbedingungen 5
2.2.3 Geht es nicht einfacher? 5
2.2.4 Warum gibt es im DMR keine Modul, in Dstar aber schon? 6
3 Typische Vernetzungen 6
3.1 Brücken 6
4 Konkreter? 6

Grundidee der Repeatervernetzung

Jeder Repeater deckt nur eine bestimmtest Gebiet ab, möchte man dieses Gebiet erweitern oder unterschiedliche Gebiete erreichen, so ist eine Zusammenschaltung zwischen den Repeatern notwendig.

Volle Vermaschung

Die einfachste Form der Zusammenschaltung ist die direkte Zusammenschaltung der Repeater. Doch erfordert dies eine Verbindung von jedem Repeater zu jedem Repeater. Das ist in digitaler Form grundsätzlich möglich, doch wird die Wartung schnell kompliziert, etwa wenn ein zusätzlicher Repeater hinzukommt. In diesem Fall muss der zusätzliche Repeater bei allen bisherigen Repeatern eingetragen werden. Aber auch die Steuerung wird schnell kompliziert, etwa, wenn an zwei Repeatern gleichzeitig empfangen wird - wie wird sichergestellt, dass alle Repeater im Verbund idente Aussendungen machen? Ein weiteres praktisches Problem: Der jeweils empfangende Repeater muss seine Sprachdaten an alle vermaschten Repeater senden, bei vielen beteiligten Repeatern entstehen dabei hohe Bandbreiten. Diese müssen bei jedem Repeater im Uplink bereitgestellt werden.

Zentralisierte Lösung

Alternativ dazu bietet es sich an, einen Server zu definieren mit dem alle Repeater verbunden sind. Auf allen Repeatern braucht lediglich ein Server eingetragen werden, der Server hat Überblick über die Situation auf allen Repeatern, stellt damit einheitliche Aussendungen sicher und eine Erweiterung bedarf nur der Konfiguration am neuen Repeater und einer zusätzlichen Eintragung am Server. Doch auch diese Lösung hat nicht nur Vorteile. Während bei einer vollen Vermaschung der Ausfall eines einzelnen Repeaters nur diesen betrifft, so hat ein Ausfall des Servers den Ausfall der gesamten Vernetzung zur Folge. Für hohe Betriebssicherheit ist damit Redundanz notwendig.

Mitunter kann auch diese Lösung ein Bandbreitenproblem bekommen, und zwar dann, wenn viele Repeater vernetzt werden. Zum Bandbreitenproblem kommt noch ein Latenzproblem. Auch wenn die Gesprächspartner benachbarte Repeater nutzen, wenn der Server in einem anderen Kontinent steht, dann verursacht die Übertragung zum Server merkliche Verzögerungen von mehreren 100ms.

Vernetzte Server

Wenn kein Server nicht optimal ist, ein Server auch nicht, könnte eine Vernetzung von mehreren Server eine Lösung sein? Ja, aber. Durch mehrere regionale Server, welche ggf. auch gegenseitig redundant sind, kann sowohl die Latenz, die Bandbreite pro Server reduziert werden, wie auch die Ausfallssicherheit verbessert werden. Doch es entstehen auch Probleme, welche schon bei der Vermaschung auftraten. Wie wird sichergestellt, dass einheitlich gesendet wird? Ist eine volle

Vermaschung zwischen den Server möglich oder wäre es besser ein Routing mit Hierarchien oder mit Routingprotokollen zu konfigurieren? Letztlich entsteht ein komplexes System, das wiederum aufgrund seiner Komplexität Probleme bereiten kann. Aber die Vernetzung von Servern hat einen anderen strategischen Vorteil: Nicht alle Beteiligten müssen sich auf genau eine Lösung einigen, es reicht aus, wenn die Schnittstellen zwischen den Netzen abgestimmt werden. Somit wird auch Innovation ermöglicht.

Reale Lösungen

In der Amateurfunkpraxis wird eine serverlose Lösung, wenn überhaupt, fast nur bei der direkten Verbindung von ganz wenigen Repeatern, meist zwei Repeatern verwendet. Eine regionale Serverlösung ist der Standardfall. Von außen betrachtet handelt es sich dabei oft um eine Vernetzung mehrerer Server. Doch diese Server werden meist nicht von einer einzelnen Gruppe kontrolliert, sondern unterschiedliche Betreiber von Servern einigen sich auf ein Mindestmaß um Interoperabilität zu gewährleisten.

Mehr als nur ein Verbund

In der bisherigen Beschreibung wurde davon ausgegangen, dass eine Aussendung einer Funkamateur:in von allen anderen Amateur:innen des lokalen Repeaters gehört wird und auch auf allen zusammengeschalteten Repeatern weiterverbreitet wird. Eine solche Konfiguration hat den Vorteil, dass keinerlei Steuerung oder Konfiguration bei den Geräten notwendig ist. Alle Geräte senden an alle, alle Geräte empfangen alles.

Dies kann erwünscht sein, doch die meisten heutigen Systeme für digitale Sprache sind anders aufgebaut. Nicht jeder spricht mit jedem, sondern es werden Teilmengen, oft als Gruppen bezeichnet, gebildet.

Zieladressen zur Bildung von Gruppen

Wie im Artikel Adressierung bei digitaler Sprache dargestellt, unterstützen alle digitale Systeme die Angabe von Zieladressen. Die Bezeichnungen der Zieladressen variieren, etwa Talkgroup bei DMR. Doch um die Details geht es an dieser Stelle gar nicht. Entscheidend ist, dass die Amateur:in die Möglichkeit hat, im Funkgerät eine bestimmte Zieldresse zu konfigurieren. Der Repeater - oder der dahinterliegende Server - wertet die Zieladresse aus. Ebenso kann die Zieladresse bei den empfangenden Funkgeräten ausgewertet werden.

Doch was bedeutet hier "ausgewertet"? Am einfachsten ist es am Funkgerät: Es entscheidet, ob die empfangenen Sprachdaten am Lautsprecher ausgegeben werden oder ob sie ignoriert werden. Der Repeater entscheidet darüber, ob die empfangene Sprachdaten am Sender ausgesendet werden und ob, ob diese Daten zu einem Server weitergeleitet werden. Der Repeater kann mitunter auch anhand der Zieladresse entscheiden, an welchen Server die Sprachdaten weitergeleitet werden. Und letztlich entscheidet der Server an welche anderen Server und an welche Repeater die Sprachdaten weitergeleitet werden. Wozu diese vielen Entscheidungen? Die Zieladresse kann eine bestimmte geografische Region stehen. Der Server leitet an alle Repeater in der Region weiter. Oder die Zieladresse kann für eine bestimmtes Interesse - etwa für Morsen - stehen. Die Sprache wird in diesem Fall zwar an allen Repeatern ausgegeben, doch nur jene Funkgeräte geben die Sprache wieder, welche für diese Zieladresse konfiguriert sind, also bei allen Morse-Interessenten.

Dstar nennt die letztere Form der Adresse Modul. In Anleitungen wird Modul oft mit dem Wort "Raum" beschrieben, ähnlich den Räumen von manchen Chat-Systemen.

Was muss ich nun tun, um in Region X gehört zu werden?

Die Antwort ist leider nicht so einfach, auch nicht bezogen auf eine bestimmtes Übertragungsverfahren. Es ist ein Zusammenwirken von Geräten, Repeatern und Servern. Im Gerät wird eingestellt, welche Adressen bei der Aussendung übermittelt werden. Doch was Repeater und Server aus diesen Informationen machen ist deren Entscheidung. Doch nach welchen Kriterien treffen diese Geräte Entscheidungen?

Konventionen

Am Anfang stehen Konventionen, also Festlegungen, die auch anders getroffen werden hätten können. Die Talkgroup A steht für die Region B. Das Modul C steht für das Thema D. Der Reflektor E steht für die Sprache F. Diese Konventionen werden in Anleitungen kommuniziert, in Gerätekonfigurationen (sogenannten Codeplug) implementiert, die Steuerungen der Repeater und Server sorgen dafür, dass tatsächlich die Aussendung in der richtigen Region ankommt, dass am Thema oder an der Sprache interessierte Amateur:innen die Aussendung hören.

Doch wie entstehen diese Konventionen? Meist dadurch, dass eine Gruppe - etwa Programmierer:innen einer Serversteuerung oder Betreiber eines Repeaters - einen Vorschlag machen, die Konvention aufstellen und diese dann von der Mehrheit der Amateur:innen akzeptiert wird. Dementsprechend ändern sich die Konventionen auch laufend, eine Dstar-Anleitung aus dem Jahr 2015 ist heute nur mehr sehr eingeschränkt brauchbar.

Wissen um die Rahmenbedingungen

Aus all dem ergibt sich auch: Das Wissen um die Technologie für digitale Sprache - etwa DMR - reicht nicht. Man muss wissen, wie der Repeater konfiguriert ist, man muss wissen, wie der Repeater vernetzt ist, man muss wissen, wie die Steuerung der Server funktioniert.

Geht es nicht einfacher?

Doch, es ist in Wirklichkeit etwas einfacher. Nicht jeder Repeater hat seine eigene Konfiguration, nicht jede Serversteuerung funktioniert grundlegend anders. Beispielsweise nutzen viele DMR-Repeater in Österreich die Vernetzung von IPSC2, also eine bestimmte Steuerung des Servers. Kennt man diese, dann kann man mit diesem Wissen unterschiedliche Repeater nutzen. Dennoch es ist möglich, dass bestimmte TalkGroups an einem Repeater standardmäßig aktiv sind, auf anderen nicht, es also trotzdem Unterschiede gibt. Und es gibt auch andere Repeater-Steuerungen, welche andere Konventionen bezüglich Zeitschlitze nutzen. Systeme also, die ähnlich, aber doch nicht ganz gleich funktionieren.

Warum gibt es im DMR keine Modul, in Dstar aber schon?

Die verschiedenen Technologien für digitale Sprache arbeiten mit unterschiedlichen Adressen. Die Adressen haben unterschiedliche Namen, bei der einen Technologie gibt es mehr, bei der anderen weniger Adressen. Mehr bedeutet mehr Flexiblität, aber auch mehr Komplexität und mehr Fehlermöglichkeiten. Mitunter reichen ganz wenige Adressierungsmöglichkeiten aus, um eine sinnvolle Nutzung zu ermöglichen.

Typische Vernetzungen

Meist sind Repeater Teil einer oder mehrere Gruppen. Sie erlauben es mitunter nur zeitweise Teil anderer Gruppen zu werden, diese Gruppe als dynamische Gruppen bezeichnet - im Gegensatz zu statischen Gruppen, welche immer vorhanden sind. Man kann sich darüberhin hinaus etwa mit einem Reflektor verbinden oder von diesem trennen.

Brücken

Die verschiedenen Technologien für digitale Sprache bilden grundsätzlich digitale Inseln. Es wird also von einem DMR-Gerät zu einem anderen DMR-Gerät kommuniziert. Genauso kommuniziert Dstar nur mit Dstar. Doch letztlich wird in allen Fällen digitale Sprache übertragen. Es liegt also nahe, zu versuchen die Systeme an den Servern zu verknüpfen, also beispielsweise Kommunikation zwischen DMR und Dstar zu ermöglichen. Dabei sind jedoch Hürden zu überwinden. Zuerst muss je nach Kombination von Technologien die Sprache von einem Codec auf einen anderen transkodiert werden. Dann muss eine Konvention gefunden werden, bei welche Adressen von Technologie A und bei welchen Adressen von Technologie B eine Zusammenschaltung erfolgt. Und letztlich müssen auch die Quell-Adressen, also zB DMR-ID (DMR) auf MYCALL (Dstar), umgesetzt werden. Server-Software, welche eine solche Zusammenschaltung bewerkstelligt wird als Brücke bezeichnet.

Brücken werden auch zur Kopplung verschiedener Server-Systeme genutzt. Auch hier ist mitunter eine Konvention zu Adressen oder ein Adress-Mapping notwendig.

Konkreter?

Die Anleitung ist bewusst abstrakt gehalten um die dahinterstehenden Prinzipien zu erklären. Die konkrete Anleitung findet sich bei den jeweiligen Vernetzungssystemen wie IPSC2 oder XLX232.

Konkrete Informationen für die jeweilige Technologie findet sich in folgenden Artikeln:

- Adressierung bei DMR,
- Adressierung bei Dstar,
- Adressierung bei C4FM und
- Adressierung bei Tetra

Adressierung bei C4FM

Dieser Artikel ist eine Vertiefung zum Artikel Adressierung bei digitaler Sprache.

DG\-ID

Die DG-ID ist eine Dezimalzahl von 0-99. Ihre Rolle bei C4FM ist ähnlich zu Subtönen bei FM. Am Funkgerät kann eingestellt werden, ob und welche DG-ID gesendet wird. Ebenso kann eingestellt werden, ob nur mit einer bestimmten DG-ID empfangen wird, dh. diese den Lautsprecher öffnet. Der Wert 0 steht für die Deaktivierung der DG-ID.

- Standardeinstellung: DG 32 - OE-DIGITAL
- Verbindung mit DMR TS 2 TG 232 mit DG 52

Adressierung bei DMR

Dieser Artikel ist eine Vertiefung zum Artikel Adressierung bei digitaler Sprache. Er ist aber auch eine Vereinfachung. Im DMR-Standard finden sich weitere Elemente, welche im Amateurfunk nicht verwendet werden (etwa Prioritäten, Emergency, All-Call, Broadcast-Call).

Zur Nutzung von DMR ist es zunächste notwendig, Sende- und Empfangsfrequenzen zu kennen. Ebenso notwendig ist es den richtigen Color-Code einzustellen, der Standardwert "1" ist fast immer richtig. Der Encryption-Key (shared key) ist im Amateurfunk nicht relevant.

Die wichtigsten eigentlichen Adressierungselemente von DMR sind:

- DMR-ID (Quell-Adresse), Details siehe DMR-Registrierung
- Talk-Group (TG, Ziel-Adresse), zB. 232
- Private/Group-Flag (fungiert als Teil der Ziel-Adresse)
- Time Slot (TS, Zeitschitz): TS 1 oder TS 2

Beim Empfang wird noch festgelegt, welche Talk-Groups ausgegeben werden, oder ob alle Talk-Groups unabhängig von Private-Flag wiedergegeben werden. Die letztere Option ist nicht bei allen Geräten verfügbar.

Inhaltsverzeichnis

1 Routingkonzepte 9
1.1 Routing nach Talk-Group und Time-Slot 9
1.2 Routing mit Reflektoren 9
1.3 Mapping von Reflektoren, Talk-Groups und Zeitschlitzen 9
1.4 Routing in Österreich 9

Routingkonzepte

Im Amateurfunk haben sich zwei Konzepte etabliert:

Routing nach Talk-Group und Time-Slot

In der Grundidee werden bei diesem Konzept bestimmte Talk-Groups auf eine Reihe von Repeatern wiedergegeben. Beispielsweise geben Aussendungen auf TG 232/ TG2 alle DMR-Repeater in Österreich wieder. Man spricht von "statisch aufgeschaltenen" Talk-Groups.

Der Repeater gibt also alle Kommunikation, welche auf den aufgeschalteten Talk-Groups stattfindet wieder. Das kann mitunter durchaus verwirrend sein, und zwar dann, wenn zwei QSOs auf zwei TalkGroups laufen. Manche Netze (IPSCI2, nicht Brandmeister) beinhalten deshalb eine Funktion, welche den Repeater auf der aktiven TalkGroup für z.B. 15s fixiert, so dass nur ein QSO und nicht zufällige Fragmente zweier QSOs übertragen werden.

Ebenso, wenn man in ein laufendes QSO einsteigen will: Man muss vorher die Talk-Group am eigenen Gerät auswählen, auf dem das QSO gerade läuft.

Zudem ist es auch möglich, eine nicht am Repeater vorkonfiguriert Talk-Group zu verwenden, sofern der Repeater "dynamisch aufgeschaltete" Talk-Groups unterstützt. Das Netzwerk leitet Aussendungen auch weiter, und zwar an jene Repeater, welche diese TalkGroup bereits aufgeschaltet haben. Diese Variante klingt kompliziert, habe aber einen Vorteil: Man kann in einer Region in der normalerweise zB. TG232 nicht aufgeschaltet ist, trotzdem diese TalkGroup aktivieren und QSO - etwas in die Heimat - führen.

Routing mit Reflektoren

Diese Konzept nutzt nur eine TalkGroup (zB. TG9 auf TS2) zur Kommunikation. Es besteht aber die Möglichkeit bestimmte Gruppen - diese werden in diesem Konzept "Reflektoren" genannt - zu aktivieren oder auch zu deaktivieren. Die Aktivierung erfolgt durch eine kurze Aussendung bei der als TalkGroup der Reflektor eingestellt ist, also z.B. auf TG 4193 um an den teilnehmenden Repeatern gehört zu werden. Die Aussendung kann auch als private Anruf (Private-Flag gesetzt) erfolgen. Die Bestätigung der Aktivierung erfolgt durch eine Sprachansage - auf TG 9, nicht auf TG 4193. Ebenso erfolgt die folgende Kommunikation auf TG 9.

Mapping von Reflektoren, Talk-Groups und Zeitschlitzen

Auf Servern können auch Talk-Groups, Reflektoren oder Zeitschlitze verändert werden. Damit kann einerseits den regionalen Konventionen entsprechend verändert weden. Andererseits ermöglicht ein Mapping insbesondere Hotspots damit zurecht zu kommen, dass im Netz zwei Zeitschlitze mit unterschiedlicher Bedeutung verwendet werden, die Hardware des Hotspots aber nur einen Zeitschlitz unterstützt.

Routing in Österreich

In Österreich wird vorwiegend IPSC2 und Brandmeister verwendet, mitunter auch MMDVM:

- IPSC2 nutzt sowohl Reflektoren wie auch Talk-Groups. Die Zeitschlitze haben unterschiedliche Verwendung, es ist also nicht egal, ob eine Aussendung auf TS1 oder auf TS2 macht.

- Brandmeister kennt keine Reflektoren, es unterstützt nur Talk-Groups. Die Zeitschlitze TS1 und TS2 werden gleich behandelt.
- MMDVM wird mitunter als Weiche zwischen Brandmeister und IPSC2 eingesetzt. Es gibt damit Sysops mehr Möglichkeiten, der Preis ist, dass nicht immer transparent ist, was mit der Aussendung passiert.

Details zu Talk-Groups und Reflektoren finden sich im Artikel Talk-Groups und Reflektoren im IPSC2 .

Adressierung bei Dstar

Dieser Artikel ist eine Vertiefung zum Artikel Adressierung bei digitaler Sprache.

Inhaltsverzeichnis

1 Adresstypen 12
2 Originator 12
3 Repeater1 12
4 Repeater2 13
5 Destination 13

Adresstypen

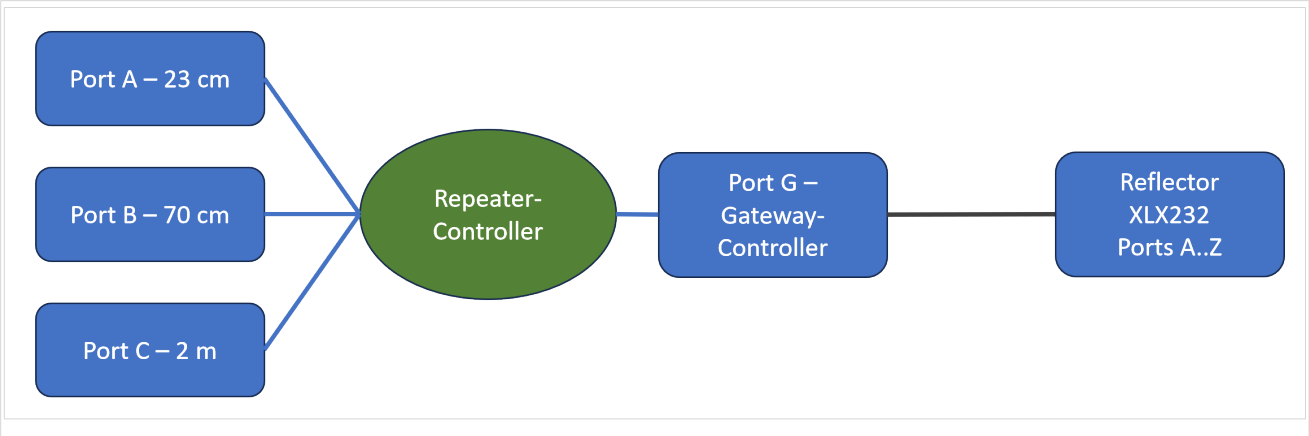
Die Adressen bei Dstar bestehen immer aus 8 Zeichen wobei diese aus den Großbuchstaben A-Z, den Ziffern 0-9 und bestimmten Sonderzeichen bestehen können. Bei jeder Sprachübertragung werden folgende Adressen übermittelt:

- Originator
- Repeater 1
- Repeater 2
- Destination

Für den Fall, dass die Eingabe kürzer als 8 Zeichen ist, wird die jeweilige Adresse mit Leerzeichen ausgefüllt. Bei manchen Geräten ist die Eingabe der Leerzeichen notwendig, andere ergänzen eine kürzere Eingabe automatisch.

In der folgenden Beschreibung steht das Zeichen "␣" steht für ein Leerzeichen.

Ähnlich der SSID bei Packet Radio gibt es bei Dstar ein Unterscheidungsmerkmal für unterschiedliche Endpunkte, die sogenannten Ports:



Originator

Der Originator ist die Quell-Adresse, dh. das eigene Rufzeichen (zB "OE0ABC␣␣") .

Unterschiedliche Geräte können durch ein Suffix, das sogenannte **Terminal** unterschieden werden (zB "OE0ABC␣T"). Das Terminal steht immer an der achten Stelle, unabhängig davon, wie lange das Rufzeichen ist.

Je nach Gerät wird der Originator als **Mycall**, MYC oder MY bezeichnet.

Repeater1

Diese Adresse steht für den Repeater zum dem eine Verbindung aufgebaut wird. Die Adresse besteht aus dem Rufzeichen des Repeaters plus einem Suffix an der achten Stelle. Das Suffix wird als **Port** bezeichnet und ist ein Buchstabe welcher meist das Frequenzband identifiziert. Zwischen Rufzeichen und Port stehen Leerzeichen ("␣"), so dass die Adresse genau acht Zeichen lang ist.

Die Aufgabe von Repeater1 ist ähnlich einem Subton, es wird sichergestellt, dass nur der angesprochene Repeater antwortet.

Je nach Gerät wird Repeater1 als Rpt1, R1C, R1 oder RPT1 bezeichnet.

Nachdem das Rufzeichen ein Teil von Repeater1 ist, wird üblicherweise nicht die vollständige Repeater1-Adresse (zB "OE0ABC⌂B") angeführt, sondern nur der als Port bezeichnete Suffix, also zB nur "B".

Üblicherweise wird folgende Port-Zuordnung verwendet:

- "A" für 23 cm
- "B" für 70 cm
- "C" für 2 m
- "D" für Dongle
- "E" für 10m

Repeater2

Diese Adresse steht für den Port an dem die Sprachdaten am lokalen Repeater weitergeleitet werden.

Je nach Gerät wird Repeater2 als Rpt2, R2C, R2 oder RPT2 bezeichnet.

Da das Suffix (Port) fast immer "G" (für "Gateway") ist, wird Repeater2 in Rufzeichenlisten üblicherweise nicht angeführt. Beispiel für Repeater2: "OE0ABC⌂G".

Destination

Die Destination ist die Zieladresse. Die Destination kann als Adresse dienen, wird aber auch für Befehle verwendet. Destination ist immer acht Zeichen lang, ggf. wird der Rest mit Leerzeichen aufgefüllt.

Je nach Gerät wird Destination als **YOUR**, UR oder YUC bezeichnet.

Folgende Nutzungen sind möglich:

- "CQCQCQ⌂⌂" wenn die Aussendung nicht an ein bestimmtes Rufzeichen gerichtet ist; Die Sprachdaten werden am lokalen Repeater und ggf. an zusammengeschalteten Repeatern oder über einen Reflektor ausgegeben. Die ist die Standardeinstellung.
- Ein Rufzeichen einer Station, ggf. mit Terminal (z.B. "/OE0ABC⌂" oder "/OE0ABCZ"). Die Sprachdaten werden am lokalen Repeater ausgegeben, sowie am Repeater an dem das Rufzeichen ggf. mit Terminal zuletzt gehört wurde.
- Ein Rufzeichen eines Repeaters inklusive Port; vor dem Rufzeichen kennzeichnet ein Schrägstrich ("/"), dass es sich um das Rufzeichen eines Repeaters und nicht einer Station handelt. (z.B."/OE0ABCB"). Aufgrund des zusätzlichen Steuerzeichens am Anfang der Adresse entfällt das sonst übliche Leerzeichen zwischen Rufzeichen und Port. Die Sprachdaten werden am lokalen Repeater ausgegeben, sowie am angeführten Repeater.

- Ein Befehl:
  - Reflektor verbinden: Der Befehl "L" (für "link") steht an der achten Stelle, davor stehen der Name des Reflektor und der Port des Reflektors, zB. "DCS009AL"
    - Name des **Reflektors**: Der Name besteht aus 6 Zeichen, drei Buchstaben und zwei Ziffern, z.B. "REF123", "DCS009". Die ersten drei Buchstaben kennzeichnen den Reflektortyp, die folgenden Ziffern den konkreten Server. Beispielsweise steht DCS009 für einen XLX-Reflektor - Multiprotocol Gateway Reflector Server. XLX232 ist der Server des ÖVSV, jener Server der zahlreiche Dstar-Repeater in Österreich verbindet.
    - **Port** (auch als **Modul** bezeichnet) des Reflektors: Ein Reflektor verbindet nicht alle Repeater, sondern jeweils nur jene Repeater, welche einen bestimmten Port nutzen. Der Port ist ähnlich einem "Raum" eines Chat-Systems. Anders formuliert "DCS009A" und "DCS009B" könnten auch als unterschiedliche Reflektoren (auf einer gemeinsamen Maschine) bezeichnet werden. Der Port ist ein Buchstabe, wobei unterschiedliche Reflektortypen unterschiedliche Portangaben unterstüten. XLX unterstützt "A"-"Z". Typischerweise wird vor allem Port "A" verwendet, mitunter wird deshalb in Beschreibungen auf die Portangabe verzichtet und implizit Port "A" angenommen.
    - Der Befehl "L" für "link". Die Aussendung dient nur dem Verbindungsaufbau, das folgende QSO wird mit der Destination "CQCQCQ␣␣" geführt.
  - Repeater verlinken: Die Befehle entsprechen dem Verbinden mit einem Reflektor, lediglich wird statt des Reflektors ein Repeater eingesetzt, zB. "OE0ABCBL" um mit dem Repeater "OE0ABC" am Port "B" (also 70cm) zu verbinden (Befehl "L" für "link").
  - Verbindung trennen: Dieser Befehl trennt eine Reflektor/Repeater-Verbindung . In diesem Fall wird nur der Befehl "U" (für "unlink" an der achten Stelle übermittelt, dh. die Adresse lautet "␣␣␣␣␣␣␣U"
  - Verbindungs-Status abfragen: Es wird ebenfalls nur ein "I" (für "information" an der achten Stelle übermittelt, dh. die Adresse lautet "␣␣␣␣␣␣␣I"
  - Echotest-Durchführen: Es wird ebenfalls nur ein "E" (für "echo test" an der achten Stelle übermittelt, dh. die Adresse lautet "␣␣␣␣␣␣␣E"
  - weitere Befehle: Nachdem die Destination vom Gateway-Controller des jeweiligen Repeaters verarbeitet wird, sind je nach Software auch andere/zusätzliche Befehle möglich.

Befehle können bei Dstar auch über DTMF übermittelt werden:

- Verlinkung trennen: DTMF "#"
- Verlinkung abfragen: DTMF "0"
- Reflektor verbinden: Der Befehl setzt sich aus einer Abkürzung für Reflektor und Port zusammen, zB DTMF "D901" für XLX232 Port "A".

Adressierung bei Tetra

Dieser Artikel ist eine Vertiefung zum Artikel Adressierung bei digitaler Sprache.

TODO:

Digitale Sprache - Adressierung

Schon mal gewundert, wozu es bei digitaler Sprache eine Vielzahl an notwendigen Einstellungen und Kennungen gibt? Dieser Artikel versucht die Konzepte von Quell- und Zieladresse, wie sie auch in anderen Kommunikationsnetzen existiert zu erklären. Und damit etwas Licht ins Dunkel der vielen Begriffe zu bringen.

Inhaltsverzeichnis

1 Vergleich: FM & PTT-ID 17
2 Quelladresse - Absenderkennung 17
3 Zieladresse - Talk-Group, Reflektor, Repeater, Modul 17
4 Verbindung aufbauen oder nicht? 18
5 Und wäre das nicht auch analog möglich? 18
6 Wie ist das nun genau mit Modul, Talkgroup usw. bei den verschiedenen digitalen Sprachprotokollen? 18

Vergleich: FM & PTT-ID

Zuerst ein Vergleich: Bei einfachen analogen FM-Sprechfunk über einen Repeater hören sich alle Teilnehmer:innen gegenseitig. Die Sprecher:in wird über die Stimme und das genannte Rufzeichen identifiziert.

Eine im Betriebsfunk etablierte digitale Weiterentwicklung im FM-Sprechfunk ist die PTT-ID. Am Ende und oder am Beginn der Aussendung wird ein z.B. fünfstelliger im Gerät konfigurierter DTMF-Code übermittelt. Damit können 1.048.576 unterschiedliche Codes übermittelt werden, dh. jede Aussendung kann eindeutig einem Gerät zugeordnet werden.

Quelladresse - Absenderkennung

Diese Konzept wird von allen digitalen Sprachsystemen übernommen. Jedes Gerät hat eine eindeutige Absenderkennung. Dh. bevor ein Gerät für digitale Sprache genutzt werden kann, muss eine Kennung programmiert werden. Diese wird dann bei jeder Aussendung mitgeschickt und identifiziert das Gerät eindeutig.

Im Amateurfunk bietet es sich an, das Rufzeichen selbst für die Absenderkennung zu verwenden. Dieses Konzept wurde bereits in der Vergangenheit bei Packet Radio umgesetzt. Von Packet-Radio stammt auch die Idee, ein zusätzliches Zeichen an das Rufzeichen anzuhängen (im Packet Radio SSID genannt) um mehrere Geräte einer Amateur:in eindeutig identifizieren zu können. Während im Packet-Radio die SSID auf die Ziffern 0 (wird nicht dargestellt) bis 15 beschränkt ist, erlauben andere Betriebsarten auch Buchstaben und damit eine größere Anzahl an Unterscheidungsmerkmalen.

Wird im Amateurfunk eine bereits bestehendes Verfahren - etwa DMR - übernommen, so ist die Größe des Adressfeldes bereits vorgegeben. Im DMR sind es 32 Bit. Dies reicht auch bei effizienter Kodierung nicht aus um beliebige Amateurfunkrufzeichen unterzubringen. Deshalb wird in diesem Fall nicht das Rufzeichen selbst verwendet, sondern es wird eine Datenbank mit der Zuordnung numerische Kennung (z.B. DMR-ID) zu Rufzeichen erstellt.

Zieladresse - Talk-Group, Reflektor, Repeater, Modul ...

Wie bei anderen digitalen Übertragungsverfahren gibt es bei digitaler Sprache nicht nur eine Absenderkennung (dh. Quelladresse), sondern auch eine Zieladresse. Man könnte nun fragen warum. Schließlich ist das Ziel eines Amateurfunkrepeaters, dass viele Amateur:innen aufeinander treffen, je mehr Amateur:innen auf einem Repeater QRV sind, umso attraktiver ist der Repeater.

Doch der Grund, warum es auch eine Zieladresse gibt ist historisch gesehen ein ganz anderer. Die Konzepte für digitale Sprache wurden von kommerziellen Systemen übernommen. Dort nutzen verschiedene Gruppen nebeneinander ein gemeinsames Repeatersystem. Diese Gruppen wollen nicht immer mithören müssen, sondern sollen nur die für sie relevanten Funksprüche empfangen. Die Nutzer:innen werden bei kommerziellen Systemen in Gruppen eingeteilt, jede dieser Gruppe wird eine Zieladresse zugeteilt, deren Funkgeräte sind so konfiguriert, dass nur Sprache wiedergegeben wird, wenn die Zieladresse in einer Liste an zulässigen Adressen enthalten ist.

Nun, was immer historisch Ursache für die Erfindung der Zieladresse war, das Konzept ist bei digitaler Sprache auch im Amateurfunk angekommen. Je nach Technologie wird die Zieladresse "TalkGroup", "Reflektor" oder "Repeater" oder "Modul" genannt. Mitunter gibt es gleich eine Mehrzahl an Parametern die gemeinsam übertragen werden und abstrakt gesprochen gemeinsam die Zieladresse bilden.

Worum geht es dabei? Die Gegenstelle - sei es bei direkter Kommunikation das empfangende Funkgerät oder bei Repeaterbetrieb der empfangende Repeater - erfahren dadurch, was sie mit den empfangenen Sprachdaten tun sollen: Am Repeater unverändert ausstrahlen, verwerfen (wenn Daten nicht zur Konfiguration passen) oder auch an andere vernetzte Repeater weiterleiten.

Verbindung aufbauen oder nicht?

Beim analogen Festnetztelefon war es ganz klar: Zuerst wird gewählt, sobald die Verbindung aufgebaut ist wird gesprochen, am Ende wird die Verbindung abgebaut. Genau so kann auch die digitale Sprachkommunikation ablaufen. Zuerst wird die Zieladresse an den Repeater übermittelt, dieser akzeptiert sie (oder auch nicht) und bestätigt dann - etwa durch eine Textnachricht oder eine Sprachansage, dass die gewünschte "Verbindung" aufgebaut (oder abgelehnt) wurde. Oder um in die Begrifflichkeit von DMR oder Dstar zu verwenden, es wird ein bestimmter Reflektor aktiviert.

Eine Alternative dazu ist eine verbindungslose Kommunikation. Bei der wird die Zieladresse bei jeder Aussendung digitaler Sprache mitgeschickt. Es ist keine vorhergehende Einstellung notwendig. Wird die Sprachaussendung empfangen, so wird anhand der übermittelten Zieladresse entschieden, was mit dem Sprachpaket zu passieren hat.

In der Praxis wird meist ein Misch-System zwischen den beiden Konzepten verwendet. Einerseits wird mit jeder Aussendung eine Zieladresse mitgeschickt, andererseits kann dadurch oder durch eine getrennte Signalisierung der Repeater konfiguriert werden, beispielsweise indem bei DMR eine Talkgroup auf den Repeater aufgeschaltet wird.

Und wäre das nicht auch analog möglich?

Schon oben wurde beschrieben, dass auch bei analogen Systemen eine Absenderkennung übermittelt werden könnte (PTT-ID). Eine verbindungsorientierte Zieladresse ist ebenso mit DTMF-Eingaben möglich. Und als Zieladresse interpretiert könnte auch eine am Anfang der Aussendung übermittelte PTT-ID dienen. Doch während bei digitaler Sprache die Übermittlung und Verwendung von Quell- und Zieladressen zumindest in Teilen standardisiert ist, so ist dies bei analogen Systemen keineswegs der Fall. Die Nutzer:innen des jeweiligen Repeaters müssen sich erst mit diesem System vertraut machen. Fertige Lösungen gibt es auch im analogen Bereich dazu, etwa mit SVXLink und SVXReflector.

Wie ist das nun genau mit Modul, Talkgroup usw. bei den verschiedenen digitalen Sprachprotokollen?

Auf den folgende Seiten werden

- die Adressierung bei DMR,
- die Adressierung bei Dstar,

- die Adressierung bei C4FM und
- die Adressierung bei Tetra

beschrieben.

Ein wesentlicher Zweck der Adressierung ist es, Vernetzung von Repeatern zu ermöglichen. Eine Einführung zur Vernetzung findet sich im Artikel zur Vernetzung digitaler Sprache.