

DMR Einführung

Alle Rechte an dieser Präsentation:

Andreas Krüger, DJ3EI, dj3ei@famsik.de

Sie darf genutzt werden unter

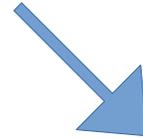
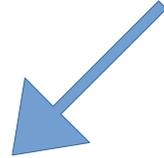
Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 Generic License



Dies ist Version 2 vom 2018-02-01 mit kleinen Ergänzungen, besonders Folie 65.

Das Wettrennen analog vs. digital

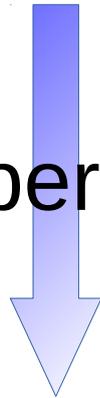
NF (menschliche Sprache)



analog
SSB oder FM

digital
guter Codec
Übertragung digital

HF-Übertragungskanal mit mäßigem S/N



Wer liefert bessere Sprachverständlichkeit?

Grundsätzliches zu digitalen Funksignalen

Nix Neues

Mit breitbandigen Betriebsarten kann man Informationen schneller übertragen als mit schmalbandigen.

Wenn die Bedingungen schlecht werden,
langsamer reden oder morsen.

Shannon-Hartley-Gesetz

Je besseres S/N und je größere Bandbreite,
um so mehr Datendurchsatz.

Extrembeispiele

JT65, JT9, FT8, WSPR, QRSS-CW:

mieses S/N noch ok,
wenig Bandbreite,
Datenrate z.B. 1 bit/s.

DSL:

brauchbares S/N auf dem Kabel,
riesige Bandbreite,
ungefähr / z.B. 10.000.000 bit/s

Shannon-Hartley-Gesetz

Je besseres S/N und je größere Bandbreite,
um so mehr Datendurchsatz.

Theoretische Obergrenze:

$$C_S = B \cdot \text{ld} \left(1 + \frac{S}{N} \right) = B \cdot \text{ld} \left(1 + \frac{S}{N_0 \cdot B} \right)$$

Weitere Werte zur Abschätzung bei einer Bandbreite von B=1 Hz (Werte gerundet):

SNR	C _S	SNR	C _S	SNR	C _S
-30 dB	0,001442 bit/s	0 dB	1,000 bit/s	+20 dB	6,658 bit/s
-20 dB	0,014355 bit/s	+3 dB	1,582 bit/s	+40 dB	13,288 bit/s
-10 dB	0,137503 bit/s	+6 dB	2,316 bit/s	+60 dB	19,932 bit/s
-6 dB	0,323299 bit/s	+10 dB	3,459 bit/s	+80 dB	26,575 bit/s
-3 dB	0,586104 bit/s	+15 dB	5,028 bit/s	+100 dB	33,219 bit/s

Quelle: Wikipedia-Autoren, CC-by-sa-3.0

Faustregel für VHF/UHF FM (von der DMR-Werbung behauptet)

Wenn FM Sprechfunk
problematisch wird,
gehen digital rund 6 kbit/s netto
(9,6 kbit/s minus Fehlerkorrekturdaten)

Geht Sprache mit 6 kbit/s?

**Abstecher: Digitale HiFi-NF
komprimieren, Musik-Codecs**
Rohdaten HiFi-Musik ca. 1500 kbit/s (CD)

Coder / Decoder-Paare (Codec)
MP3 und OGG, Ziel: HiFi-Erlebnis

Technik: MP3 oder OGG lassen
Feinheiten weg, die man ohnehin nicht hört.

OGG für Musik: Ab ca. 150 kbit/s keine
hörbare Qualitätsverluste gegenüber CD.
Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Vorbis>

Sprache komprimieren - Codecs

Ziel: Verständlichkeit, nicht HiFi

- **AMR** für Handy: 4,75-12,2 kbit/s
- **Speex** für Internettelefonie: 2-44 kbit/s
- **AMBE** für D-Star: 3,6 kbit/s (stimmt das?)
- **AMBE+**
- **AMBE+2** für DMR und System Fusion:
2 bis 9,6 kbit / s
- **Codec2** für digital Voice (KW): 0,7 – 3,2 kbit/s

Sprache komprimieren - Codecs

Ziel: Verständlichkeit, nicht HiFi

- **AMR** für Handy: 4,75-12,2 kbit/s
 - **Speex** für Internettelefonie: 2-44 kbit/s
 - **AMBE** für D-Star: 3,6 kbit/s (stimmt das?)
 - **AMBE+**
 - **AMBE+2** für DMR und System Fusion:
2 bis 9,6 kbit / s
 - **Codec2** für digital Voice (KW): 0,7 – 3,2 kbit/s
- AMBE lizenzpflichtig, Speex und Codec2 frei.**

- Sprachübertragung unter 6-7 kbit/s ist konkurrenzfähig mit FM.
- AMBE+2 Codec:
2,45 kbit/s netto (3,6 kbit/s mit Fehlerkorrektur)
Quelle: DMR Präsentation DL3OCK 20.09.2014,
http://www.up4dar.de/wp-content/uploads/DMR_Treffen_Bln1_Grundlagen.pdf

DMR hat was übrig im Budget!

Faktor 2!

Digitale Dividende! - Was „kaufen“ wir damit?

Mehr Reichweite?

Man könnte:

Bandbreite von 12,5 auf 6,25 kHz herunter.

Ooooh, nee....

Vorteil von Bandbreite 12,5 kHz

- HF-Teil bequem für FM mitnutzen.
- Dual-Mode Funkgeräte: FM + DMR.

3 dB bringen nicht viel für typischen /p und /m - Betrieb

Operating Modes

27

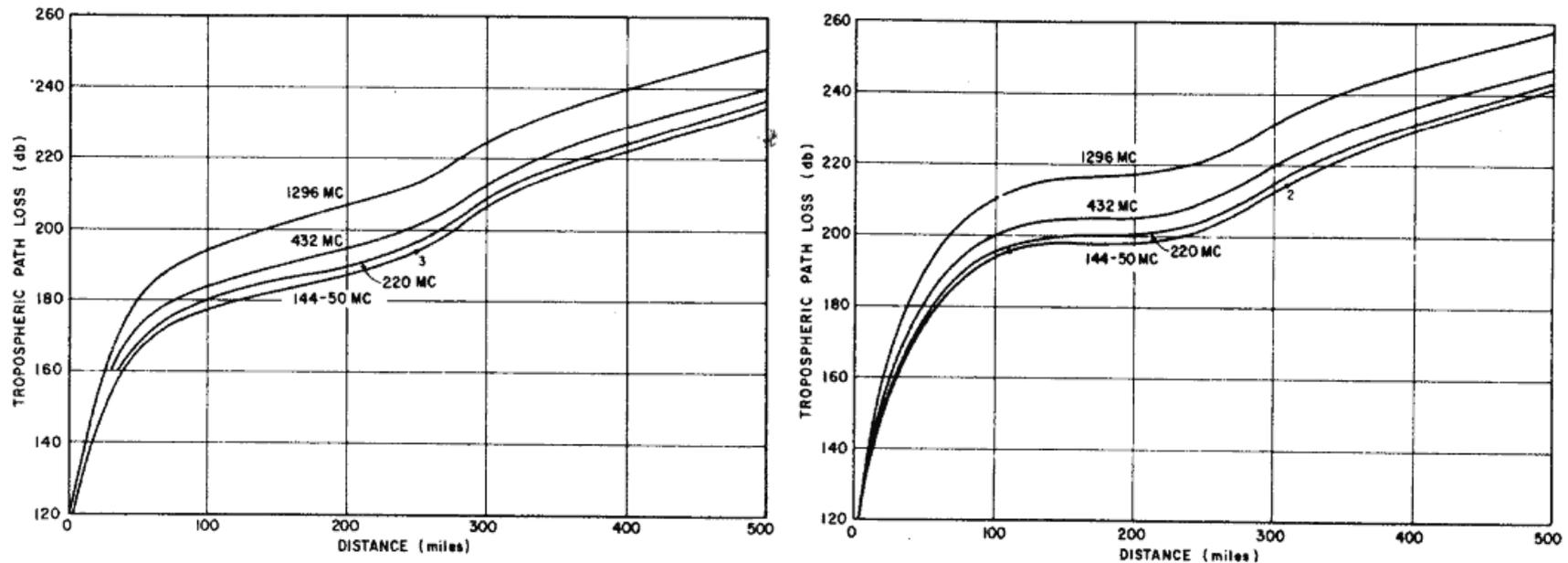


Fig. 2-10 — Path loss vs. distance for amateur frequencies above 50 MHz. Curves at the left are for 50 percent of the time; those at the right for 99 percent. The former is the more representative of amateur radio requirements.

Quelle: The Radio Amateur's VHF Manual, ARRL 1972

Digitale Dividende: 2 Übertragungen auf 1 QRG

Afu-DMR arbeitet mit **Zeitschlitz**,
Timeslots, TS:

- TS 1
- TS 2
- immer abwechselnd,
je 30 ms pro Zeitschlitz

Modulationsart DMR: FM

- Alle 208,3 μs (alle 1 / 4800 s, Abtastzeitpunkte) ist die QRG auf einer von vier Frequenzen: -1944 Hz, - 648 Hz, 648 Hz oder 1944 Hz vom Träger entfernt.
- In der Zeit dazwischen verschwurbelte Modulation, für Bandbreite 12,5 kHz und Störfestigkeit (SDR vom Feinsten).
- Ein Timeslot netto 27,5 ms + Umschaltzeit.

Quelle: DMR-Standard ETSI TS 102 361-1 V2.5.1 (2017-10)

Maximale Reichweite

- Umschaltzeit zwischen TS enthält 1 ms Reserve für HF-Ausbreitung
- für bis 150 km zw. Repeater und Funke

Maximale Reichweite

- Umschaltzeit zwischen TS enthält 1 ms Reserve für HF-Ausbreitung
- für bis 150 km zw. Repeater und Funke
- wenn bei langen Sendedurchgängen der Takt in der Funke wegläuft, entsprechend weniger.

Digitale Qualität

Spontane Reaktion meiner Frau
bei QSO im Wohnzimmer:

„Das kann man aber mal gut verstehen!“

An der Grenze der Reichweite

Handfunke TYT MD390 hört DB0OUD noch
wenn DB0OUD Handfunke nicht mehr hört.

An der Grenze der Reichweite
zunächst „blubbernde“ Sprache
gelegentliche Endlossilben
dann sehr schnell Schluss
(„Digitalsequelch“ absichtlich offen).

Am Anfang: DMR-ID besorgen

- Deutsche DMR-IDs fangen mit dem Ländercode für Deutschland an, 262, oder mit 263.
- DL7MAP DMR-ID 2621274.
- DJ3EI DMR-ID Glücksgriff: 2621262.
- Das Übliche:
Lizenzurkunde scannen und einschicken.
- Z.Zt. weltweit ca. 84000 Ids vergeben,
ca. 100 Neuanmeldungen pro Tag.

Codeplug

- Meine DMR-ID wird bei jeder Aussendung mit ausgestrahlt und muss dazu in mein Gerät rein
- neben vielen anderen Einstellungen (kommt noch).
- Dazu erstelle ich am Computer einen „Codeplug“
- ... und übertrage ihn auf mein Gerät.

„Codeplug“?

Das etwas andere Bedienkonzept
und wir Funkamateure.

Ursprünglich Betriebsfunk

[heise online](#) > [News](#) > [04/2007](#) > DMR: Digitaler und analoger Betriebsfunk mit demselben Endgerät

DMR: Digitaler und analoger Betriebsfunk mit demselben Endgerät

18.04.2007 16:07 Uhr – Sven-Olaf Suhl



Seinen ersten Auftritt auf der [Hannover Messe](#) überhaupt nutzt [Motorola](#), um marktreife Endgeräte und Sendeanlagen für Digital Mobile Radio (DMR) vorzustellen. Der vom European Telecommunications Standards Institute ([ETSI](#)) im vergangenen Jahr veröffentlichte Standard (TS 102 361) eignet sich aus Sicht des US-Elektronikriesen vor allem für Anwender, die ein abgegrenztes Areal mit eigenem Betriebsfunk versorgen wollen und dabei Wert auf niedrige Betriebskosten und geringen Administrationsaufwand legen. Hierzu zählen zum Beispiel [Taxizentralen, Schrottplätze oder Großgärtnereien](#), die mit einer einzigen Basisstation – optional durch Repeater verstärkt – bis zu einige Dutzend Funkgeräte ansprechen wollen. Diese Klientel nutzt bislang analoge Funktechnik und ist nicht geneigt, in professionelle Mobilfunksysteme wie [TETRA](#) zu investieren.

Quelle: Heise online.

Monoband

- AFU-DMR fast ausschließlich auf 70cm
- Endgeräte sind in aller Regel Monobandgeräte.

Ursprüngliches Bedienkonzept DMR

- Was man braucht,
vorkonfiguriert im Codeplug,
- beim Funken „nicht fummeln“

Codeplug und Amateurfunk: **Unterschiedlich!**

- „Wir haben da im OV einen Spezialisten, der hat mir einen gemacht. Funktioniert prima.“
- „Meinen Codeplug optimiere ich mir (Änderungen auch mehrmals täglich).“

Codeplug und Amateurfunk: **Unterschiedlich!**

- Das, was ich tatsächlich brauche für bequemen Alltag mit den erreichbaren Repeatern.
- „VFO-Codeplug“ mit je einem Eintrag für jede mögliche definierte Repeaterfrequenz, listet viele regionale Talkgroups, usw. .

Eine Lanze für Open Source

4 bekannte DMR-Gerätehersteller

- Motorola und Hytera: Qualitätsanbieter.
- Tytera, Retevis: „Chinakracher“,
Innenleben mehr oder weniger identisch.

Verdienkonzept Hytera

- Funkgeräte: €€€, Programmierkabel: €€
- Code-Plug-Software: €€
(Nachlass für Funkamateure „Verhandlungssache“)
- Die Software gibt es nur für Windows.
- Keine Dokumentation,
um solche Software selbst zu stricken.
- (Halboffizielle) Auskunft am Hytera-Stand
Ham Radio 2017: Das bleibt auch so.
Wir Funkamateure sind nur Nebenmarkt.
- Motorola vermutlich ähnlich.

Travis Goodspeed, KK4VCZ CR, DD4CR Patrick Hickey, W7PCH

- nehmen das Tytera MD380 auseinander und verstehen es,
- ermöglichen so sich und anderen, eigene Software dafür zu schreiben.
- Veröffentlichung 16.1.2016
<https://hackadaycom.files.wordpress.com/2016/01/pocorgtfo10.pdf>
(ab Seite 75)

Travis Goodspeed, KK4VCZ CR, DD4CR Patrick Hickey, W7PCH

- nehmen das Tytera MD380 auseinander und verstehen es,
- ermöglichen so sich und anderen, eigene Software dafür zu schreiben.
- Veröffentlichung 16.1.2016
<https://hackadaycom.files.wordpress.com/2016/01/pocorgtfo10.pdf>
(ab Seite 75)
(Ähnliche Auseinandernehm-Aktion startete die SDR-Welle mit USB-Sticks.)

Heute: Features

TYT MD380 / TYT MD390 / RT3

- Software editcp für Codeplugs, WIN + Linux, freundlicher als Original (auch für Alinco DJ-MD40)
<https://www.farnsworth.org/dale/codeplug/editcp/downloads/linux/> Dale Fansworth
- Textdatei-Schnittstelle für Codeplugs (JSON), damit offen für eigenes Programmieren.
- Alternative Firmware erlaubt z.B. offenes Mithören (dazu gleich mehr).
- „User Database“ mit 80000+ DMR-IDs im Gerät: Rufzeichen wird angezeigt!

Die digitale Funkwelt: Vernetzung!

Verschiedene Afu-DMR-Netze

- Gängig: Brandmeister-Netz (BM).
- Jede Handfunke in allen Netzen nutzbar.
- DMR-ID ist netzübergreifend.

Eigene Erfahrungen nur BM.

Ich bin erreichbar

- Wenn im Brandmeister QRV, bin ich über meine DMR-ID unmittelbar erreichbar,
- egal, an welchem BM-Repeater ich hänge.

BM-Ausprobier-Partner

Ausprobier-Partner DMR-ID 262997: Papagei.
Wiederholt nach einigen Sekunden Pause, was
ich gesprochen habe.

Extrem nützlich für Tests!

Nutzer? Codeplug!

Nutzer, die ich erreichen können
will, gehören in meinen Codeplug.

Man kann aber auch fummeln
(je nach Gerät und Firmware?).

Übliche Kommunikation
nicht Nutzer-Nutzer
sondern „TalkGroup“

Talkgroup TS1: 262 = Deutschland

- Auf TS1 eines deutschen Brandmeister-DMR-Repeater läuft normalerweise TG262: Ganz Deutschland. (Ausnahme z.Zt.: DB0TU)
- Was ich nach TG262 sende, wird in ganz Deutschland gehört.

Hatte vom Johannisthaler Flugfeld nette QSOs nach Hamburg und Bayern.

Wir sind vernetzt!

Über welchen Repeater ich einsteige,
spielt keine große Rolle.

Es gibt viele TG!

Beispiele regionaler Gruppen im Brandmeister-Netz:

- 235: Großbritannien
- 262: Deutschland.
- 26312: Berlin-Brandenburg
- 26212: Berlin-City
- 1: Weltweit

Jeder Repeaterbetreiber entscheidet, welche TGs aufgeschaltet sind.

Nicht-regionale TG

Jede Interessengruppe kann sich eine eigene BM-TG einrichten:

Im Zweifel durch gemeinsame Nutzung einer vorher unbelegten Nummer.

(Andere DMR-Netze sind da strikter?)

Beispiel 26223: TG des CCC / OV D23.

TG aufschalten (Brandmeister)

- Repeater und TS sind bereits eingestellt.
- TG ist in meinem Codeplug vorhanden
- TG am Funkgerät einstellen.
(alternative Firmware erlaubt auch „Fummeln“, wenn nicht im Codeplug)
- Kurz PTT drücken.
- **Für die nächsten z.B. 10 Minuten schaltet der Repeater diesen TS auf die TG um.**

Das macht man meist mit TS2. Geht auf beiden.

So kann ich weltweit
von jedem BM-Repeater an jede BM-TG.

Aufblitzen normal

Konsequenz dieses Verfahrens:

Man sieht immer mal wieder aufblitzen,
dass jemand für kurze Zeit in eine TG sendet,
ohne sich namentlich zu melden.

Was höre ich?

- Erster Filter: Was auf meinem Repeater/TS läuft.
- Zweiter Filter:
 - Eine TG, die ich „abonniert“ habe (Codeplug)
 - oder Nachrichten an meine DMR-ID
 - (oder Nachrichten an „All“ 16777215).
- Mit alternativer Firmware lässt sich der zweite Filter ausschalten: Im „promiscuous mode“ höre ich alles, was auf dem TS läuft.

Die andere Talkgroup: TG9 = lokal

- Auf TS2 eines Brandmeister-DMR-Repeater läuft normalerweise TG9: lokal.
- Was ich nach TS2 / TG9 sende, wird vom selben Repeater auf TS2 / TG 9 wieder ausgestrahlt
- und nicht ins Brandmeister-Netz weitergereicht.

Klassischer Relaisbetrieb!

Auch anders, aber anders anders: TG 8 = regional

- TG 8 „Die Repeater aus der Region“
- Auf DB0OUD ist TG8 „Berlin-City“
- von weit weg ist TG26212 „Berlin City“.
- Bitte auf DB0OUD nicht TG26212 nutzen, sondern TG8 (kommt auf dasselbe hinaus)!
- Liste der dt. Regionen: <http://bm262.de/cluster/>

In welche TG sende ich?

- Ich habe eine spezifische TG an meiner Funke angewählt: Dann in diese.
- Ich habe auf dem Repeater gerade eben eine bestimmte TG gehört, die dort aufgeschaltet wurde: Dann in diese.
- Der Repeater dümpelt auf der normalen Einstellung rum (TG262 oder TG9): Dann in diese.

Simplexbetrieb ist anders

- Funkgeräte senden keine TS-Synchronisation, das tun nur Repeater.
- Außer Geräte mit „Dual Capacity Direct Mode“ - das können z.B. Motorola-Geräte der 2. Generation, aber (noch?) nicht die Chinakracher.
- Im normalen Simplexbetrieb *ein* Timeslot nutzbar pro QRG.
- Welchen ich einstelle, ist dann egal (TS1).
- Empfohlen wird Talkgroup-Einstellung TG99.

Weitere Begriffe

Color Code

- Bei Gleichkanalbetrieb und Überreichweiten verhindert Color Code gleichzeitiges Auftasten mehrerer Relais.
- Entspricht FM-Subaudioton.
- Subaudioton bei FM optional, aber Color Code **muss** angegeben werden.
- Normalerweise **1**.
(Es gibt derzeit *einen* deutschen BM-Repeater mit CC != 1.)

Gruppenliste

Liste der Gruppen,
die mich vielleicht interessieren
und die ich hören will.

Channel

- QRG
- Simplex oder Repeater
- Einstellung ob digital oder analoges FM.

Wenn digital:

- „Color code“.
- TS1 oder TS2
- Gruppenliste (hören)
- Welcher Gruppe will ich standardmäßig beitreten
oder an welchen Benutzer senden?

*Noch nicht hingekriegt. Wenn sich das ändert,
neue Version der Folien <https://www.delta25.de/dmr> .*

Scan-Liste

- Mehrere Channel.
- z.B.: Für beide TS hören, wenn was los ist.

Reflektor

- Wird angesprochen wie ein einzelner Nutzer.
- Dahinter verbergen sich aber mehrere.
- Z.B. Übergänge in andere Netze.

(Noch nicht selbst genutzt.)

SMS

- Textnachrichten an andere Nutzer.

APRS

- Mit GPS-Hardware in der Funke.
- APRS sendet schlicht SMS an eine DMR-ID, von dort Weiterleitung an aprs.fi.
- Funktioniert mit meinem Chinakracher nur an manchen Repeatern.

Crypto

- DMR-Betriebsfunk erlaubt Verschlüsselung der übertragenen Inhalte. „Privacy“.
- Darf im Amateurfunk nicht genutzt werden.

Datenverbindung

- Geht prinzipiell.
- Durchsatz ca. wie 2k4 Modems frühe 1990er
- derzeit nicht mit den „Chinakrachern“
- keine eigene Betriebserfahrung.

BM im Internet:

<https://brandmeister.network/>

- Derzeitige Aktivität weltweit
- „Hose Line“: Reinhören in Talkgruppen (aber: oft schlechte Audio-Qualität)
- DMR-Id zu Call raussuchen.
- Schauen, wann DMR-Id zuletzt online war einschl. Repeater, Kontakt,

Lust gekriegt?

Vor Gerätekauf Repeatererreichbarkeit checken:

- <http://www.cqdmrmap.com/> Karte
- <https://ham-digital.org/dmr-rptr.php> Liste.
(Dort klicken für letzten Aktivitäten des Repeaters.)
- FM-Handfunke auf der Ausgabe anmachen und auf die Lauer legen, ob es brummt.
- Wenn **Hose** Aktivität auf 262 meldet und es brummt nix in der Handfunke, Repeater vermutlich nicht erreichbar.

Hotspot

- „Repeater für zu Hause“
(oder unterwegs)
- z.B. 10 mW HF-Ausgangsleistung
- Einbindung ins BM-Netz via Internet
- AMBE-Codec *nicht* an Bord,
daher mit DMR-Funke ansprechbar,
aber nicht mit analoger.

Herzlichen Dank!