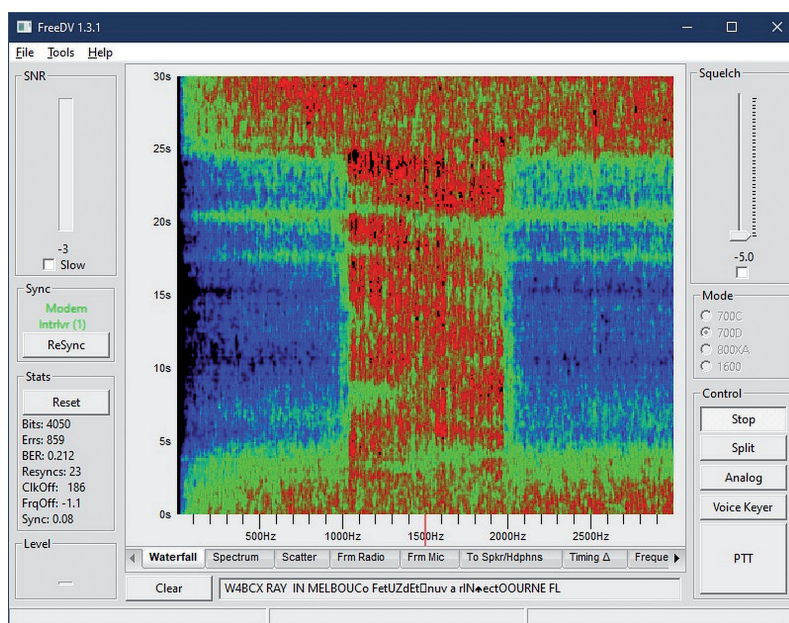


Eine Übersicht

Digitale Sprachübertragung auf Kurzwelle: FreeDV

Tom Kamp, DF5JL
DARC HF-Referent

FreeDV ist aktuell eine Entwicklung zwischen Nische und Innovation, um digital Sprache auf Kurzwelle zu übertragen. Experimentierfreudige finden hier ein breites Feld vor. Lesen Sie einen Überblick.



Erster Empfangsversuch mit FreeDV 700D: Ray, W4BCX, aus Florida auf 14 236 kHz USB

FreeDV (abgekürzt FDV) wurde 2012 von einem internationalen Team realisiert, auf Basis des von David Rowe, VK5DGR, entwickelten Codec2. Und zwar von Anbeginn als ein Digimode zur Sprachübertragung auf Kurzwelle.

Die Einstiegshürden für Anwender sind nicht allzu hoch. Die Software läuft sowohl unter Windows, Linux als auch OSX, sodass Interessierte mit jedem SSB-tauglichen KW-Funkgerät und ihrem Stationsrechner digitale Sprache mit niedriger Bitrate empfangen und senden können. Dazu reichen im Grunde genommen ein PC sowie eine Soundkarte (für Empfang; für Sende-/Empfangsbetrieb sind zwei Soundkarten notwendig). Weitere Informationen dazu sind unter [1] zu finden. Alternativ gibt es einen

FreeDV-Adapter (SM1000) zu kaufen, der es ermöglicht, in FreeDV auch ohne PC oder Soundkarte mit jedem SSB-Funkgerät aktiv zu werden, und zwar sowohl im „1600“- als auch im „700D“-Modus (zu den verschiedenen Modi später mehr). Das Prinzip: Sprache wird auf 700 bis 1600 Bit/s komprimiert und auf ein etwas mehr als ein 1 kHz breites Signal aus bis zu 17 QPSK-Trägern moduliert und danach in den Mikrofoneneingang eines SSB-Funkgeräts eingespeist.

Geringe Einstiegshürden

Wer ein Funkgerät mit interner Soundkarte besitzt (oder die des PC verwendet) sowie ein USB-Headset mit integrierter Soundkarte, der kann nach dem Herunterladen der Software eigentlich gleich loslegen. Dennoch empfehle ich (und

das geht dann auch mit nur einer Soundkarte) erst einmal, sich hörend mit der Software FreeDV vertraut zu machen. Vorab ein paar wichtige Hinweise:

- Alles, was der Signalverarbeitung im Sendeempfänger dient, unbedingt abschalten (Noiseblanker, Noise Reduction/Rauschunterdrückung, DSP-Filter, zusätzliche Schmalbandfilter, Audiokompression, DSP-Notchfilter etc.);
- Wer zudem gleich auch senden möchte – bitte die Ausgangsleistung des Sendeempfängers auf 20 % des durchschnittlichen PEP-Wertes reduzieren. Mehr ist nicht besser, im Gegenteil: Das Signal-Rausch-Verhältnis auf der Empfängerseite wird dadurch verschlechtert!

Am Anfang stehen, nachdem man den Ausgang des Funkgeräts und den NF-Eingang der Software entsprechend konfiguriert und verbunden hat, vor allem zwei Fragen: welcher FreeDV-Modus und welche Frequenz?

Die **Tabelle** aus [2] gibt eine erste Übersicht zu der Frage nach dem Modus. Etabliert haben sich über die Jahre vor allem die FreeDV-Modi 1600 (aus 2012) und 700D (aus 2018).

„Raw Bits/s“ gibt in der Tabelle die Anzahl der Nutzdatenbits/s an, „RF BW“ die Bandbreite des HF-Signals in Hertz. Schon an dieser Stelle wird deutlich: FreeDV ist bandbreiteneffizienter als SSB. „Multipath“ (poor/fair/good, also schlecht/annehmbar/gut) zeigt die relative Unempfindlichkeit der Betriebsart gegenüber Signaleinbrüchen bei Mehrwegausbreitung („Fading“) an, der größten Herausforderung für digitale Sprachübertragung auf der Kurzwelle. Analoge Einseitenbandübertragung (SSB) als Bezug würde in die Kategorie „good/gut“ fallen. „Text“ ist die Möglichkeit, einen vorab eingegebenen Text mit niedriger Bitrate mit Forward-Error-Korrektur (FEC) zu übertragen, z.B. Angaben zu Standort und Rufzeichen. „SNR Min“ gibt den nötigen Signal-Rausch-Abstand (SNR) für ein fehlerfreies Decodieren an.

Alle Modems verwenden mehrere parallele Träger, um störende Auswirkungen von Mehrwegeausbreitung zu minimieren. Die Modi „1600“ und „700C“ verwenden Paralleltonmodems, später entwickelte Modi verwenden OFDM, was höhere Bitraten ermöglicht. Bei einem mittleren bis hohen SNR zeigt FreeDV 700C aufgrund des Parallelton-Designs seine Stärke. 700C synchronisiert schnell und mit geringer Latenz. FreeDV 700D verwendet ein OFDM-Modem und eignet sich besonders bei niedrigem SNR, bei Betrieb in städtischer Umgebung und bei In-Band-Interferenzen. Es gehört zu den neueren FreeDV-Modem-Entwicklungen. Einige meinen, dass FreeDV 700D bei schwachen Signalen verständlichere Signale als SSB liefert!

Zu den neuesten Entwicklungen gehören die Modi 700E und 2020. Bei Mode 2020 war das Ziel, eine Audiobandbreite von 8 kHz bei einer HF-Bandbreite von nur 1600 Hz zu erreichen. FreeDV 2020 wird jedoch erst dann ein Genuss, wenn ein SNR von größer 10 dB erreicht wird – für die DL-Quasselrunde auf 80 m oder den OV-Kanal auf 10 m ein lohnendes Experimentierfeld.

FreeDV – auf welchen Frequenzen?

Und damit zu der nächsten, entscheidenden Frage: Auf welchen Frequenzen findet FreeDV auf Kurzwelle statt? Zunächst einmal der Hinweis: FreeDV ist seitenbandabhängig! Ein FreeDV-Sender, der im oberen Seitenband, also in USB hört, kann einen Sender, der im unteren Seitenband, in LSB sendet, nicht decodieren. Der „Standard“ für FreeDV orientiert sich an dem, was für SSB gilt: LSB unterhalb 10 MHz, USB oberhalb von 10 MHz, mit Ausnahme

des 60-m-Bandes, wo generell in USB gesendet wird.

Der Bandplan der IARU-Region 1 gibt folgende Frequenzen für digitalisierte Sprachausendungen an: 3630, 7070, 14 130, 18 150, 21 180, 24 960 sowie 28 330 kHz [3]. In der Praxis haben sich aber vor allem folgende Frequenzen herausgebildet (die meist genutzt sind fett gedruckt): 3625, **3643**, 3693, 3697, 7117 und **14 236** kHz; japanische Funkamateure nutzen oft 3716 und 7200 kHz. Als hilfreich hat sich erwiesen, die Webseite „FreeDV QSO Finder“ [4] aufzurufen: Einfach das eigene Rufzeichen ins entsprechende Feld eintragen, fertig. So erhält man schnell einen Überblick über mögliche Aktivitäten. Empfehlenswert ist ebenso, bei pskreporter.info unter „FreeDV“ nachzusehen [5].

FreeDV fristet bislang noch ein Nischendasein. Es ist jedoch ein spannendes Betätigungsfeld vor allem für diejenigen Kurzwellenamateure, die am experimentellen Amateurfunk interessiert sind. Dabei soll eines nicht verschwiegen werden: Wie bei allen digitalen Sendarten, so werden auch bei FreeDV nur die stärksten Signale vom Decoder ausgewertet. Daher ist FreeDV weniger für Conteste und oder das Geschehen in Verbindung mit seltenen DX-Stationen geeignet.

Zwischen Nische und Innovation

Für Rundsprüche, Klönschnack und Runden ist FreeDV insbesondere in „700D“ bzw. „2020“ eine Bereicherung. FreeDV ist innovativ und voller Entwicklungspotenzial. Bereits jetzt sind einige digitale textbasierte Betriebsarten so weit fortgeschritten, dass sie die Kommunikation über Funkkanäle ermöglichen, über die Sprache oder so-

FreeDV HF QSO Finder ermöglicht sowohl eine schnelle Kontaktaufnahme als auch eine Übersicht zu in FDV aktiven Stationen

gar CW unverständlich wäre. Mit der Zeit könnte dies auch bei der digitalen HF-Schmalband-Sprachübertragung der Fall sein. Mit FreeDV 700D gelingt es schon jetzt, sich den gleichen Signalausverhältnissen wie SSB anzunähern bzw. sie zu übertreffen.

Ein Blick in Richtung der militärischen Funkanwendungen zeigt, was bereits heute auf der Kurzwelle möglich ist. Moderne KW-Kommunikationssysteme bieten mit „Wideband HF“ (WBHF) Übertragungsraten von bis zu 240 kBit/s auf einem 48 kHz breiten Kanal – und damit auf KW-Frequenzen das gleiche Niveau an Datenübertragungsgeschwindigkeiten und Qualitäten wie Schmalband-SATCOM-Systeme.

Wir sollten uns diesem Potenzial nicht verschließen, sondern Bewährtes weiterhin nutzen, aber gleichzeitig auch in neue Bereiche der digitalen Kommunikation vorstoßen. Anderenfalls droht die Gefahr, den Anschluss an technische Innovationen wie auch die Akzeptanz einer Gesellschaft zu verlieren, die vom digitalen Wandel unter den derzeitigen Umständen besonders gefordert ist. **CCQDL**

FreeDV HF Modes									
These are designed for use with a HF SSB radio.									
Mode	Date	Codec	Modem	RF BW	Raw bits/s	FEC	Text bits/s	SNR min	Multipath
1600	2012	Codec2 1300	14 DQPSK + 1 DBPSK pilot carrier	1125	1600	Golay (23,12)	25	4	poor
700C	2017	Codec2 700C	14 carrier coherent QPSK + diversity	1500	1400	-	-	2	good
700D	2018	Codec2 700C	17 carrier coherent OFDM/QPSK	1000	1900	LDPC (224,112)	25	-2	fair
700E	2020	Codec2 700C	21 carrier coherent OFDM/QPSK	1500	3000	LDPC (112,56)	25	1	good
2020	2019	LPCNet 1733	31 carrier coherent OFDM/QPSK	1600	3000	LDPC (504,396)	22.2	2	poor

Übersicht der in FreeDV verfügbaren HF-Modi sowie deren Eigenschaften [2]

Literatur und Bezugsquellen

- [1] <https://freedv.org/>; ggf. Übersetzungsprogramm benutzen
- [2] https://github.com/drowe67/codec2/blob/master/README_freedv.md
- [3] Vgl. <https://www.iaru-r1.org/about-us/committees-and-working-groups/hf-committee-c4/documents-hf/>
- [4] <http://qso.freedv.org/>
- [5] <https://pskreporter.info/pskmap.html>