

OV-ABEND 11.11.2025

**FREEDV - RADEV1 - DIGITALE SPRACHE ÜBER
HF MITTELS MACHINE-LEARNING**
SEVERIN WIEDEMANN, DL9SW, FUNKAMATEUR

WER KENNT FREEDV - MOTIVATION FÜR DIESEN ABEND?

- ▶ FreeDV existiert bereits seit 2012
- ▶ Wurde ursprünglich von VK5DGR, David entwickelt
- ▶ Aktuell weiterentwickelt von David Rowe (VK5DGR), Mooneer Salem (K6AQ), Walter Holmes (K5WH), Mel Whitten (K0PFX), Brian Morrison (G8SEZ), Peter Marks (VK3TPM)
- ▶ Das Projekt wird von der ARDC aktiv mit Projektzuschüssen gefördert (aus den Mitteln die die ARDC mal mit dem Verkauf eines Teils der IP-Adressen des Hamnet erhalten hat), sowie durch die Software Freedom Conservancy gefördert
- ▶ Arbeitet mit Codec2 in den bisherigen Modis
- ▶ **Neu seit Oktober 2024 - Modus RADEV1**
 - ▶ Warum ist das interessant?
 - ▶ Dieser Modus ist etwas vollkommen neues im Vergleich zu den bisherigen Modis und hebt Digitale Sprache über HF auf ein neues Level

ÜBERBLICK ÜBER DIE BISHERIGEN FREEDV MODIS

Modus	Erscheinungsjahr	Codec	Modulation	Bemerkungen
FreeDV 1600	2012	Codec2 @ 1300 bit/s + Data 300 bit/s	16-QPSK (COHPSK)	Erster FreeDV-Modus, 1,25 kHz Bandbreite, brauchbar bei guten HF-Bedingungen.
FreeDV 700C	2015	Codec2 @ 700 bit/s	OFDM	Deutlich robustere Sprachqualität bei schwachen Signalen, ca. 1,25 kHz Bandbreite.
FreeDV 700D	2017	Codec2 @ 700 bit/s	16-QPSK OFDM mit Pilotton	Verbesserte Fehlerkorrektur, sehr gute Verständlichkeit bis etwa -2 dB SNR.
FreeDV 2020	2020	Codec2 @ 1600 bit/s	16-QAM OFDM	„Hi-Fi“-Modus mit nahezu SSB-ähnlicher Audioqualität, etwa 1,5 kHz Bandbreite.
FreeDV 2400A	2013	Codec2 @ 1300 bit/s	16-QPSK (COHPSK)	Ursprünglich für VHF/UHF-Anwendungen, Bandbreite etwa 2,4 kHz.
FreeDV 2400B	2018	Codec2 @ 1600 bit/s + optionaler Data-Kanal	16-QAM OFDM	Sprach- und Datentransfer gleichzeitig möglich, für experimentelle Anwendungen auf VHF.
FreeDV 800XA	2021	Codec2 @ 800 bit/s	OFDM	Experimenteller, robuster Modus zwischen 700D und 1600, optimiert für schwache Signale.

NEUER MODUS RADEV1

- ▶ Offizielle Einführung mit FreeDV 2.0.0 (2025)
- ▶ Bandbreite (HF) : 1500Hz
- ▶ Audio-Bandbreite: bis 8 kHz
- ▶ Mindest-SNR für Verständlichkeit: -2dB SNR
- ▶ Coded/Sprachkodierung: ML-Vocoder (FARGAN)
- ▶ Modulationsverfahren: Kombination aus Machine Learning und klassischen DSP-Modem-Bausteinen
- ▶ Höhere Rechen und Speicheranforderung als bei älteren FreeDV-Modis
- ▶ Kein SNR-Abhängiger Squelch wie bei älteren Modi - automatische Frame-Sync-Wahrscheinlichkeit wird verwendet

NEUER MODUS RADEV1

► Aus FreeDV-Dokumentation

RADE ist ein neuer Modus mit modernster Leistung. Er ist eine Abkürzung für Radio AutoencoDEr und verdankt seinen Namen der Tatsache, dass die Modulationscodierung ein maschinelles Lernverfahren nutzt. Dabei werden Modulation und Demodulation durch Training mit einer großen Anzahl von Sprachproben über einen modellierten Funkkanal mit typischen Ausbreitungsstörungen in Phase und Amplitude, wie sie im Kurzwellenbereich (HF) auftreten, erreicht. Die Sprachsynthese erfolgt mithilfe des neuronalen Vocoders FARGAN (Frame-wise Auto-Regressive GAN, wobei GAN für Generative Adversarial Network steht).

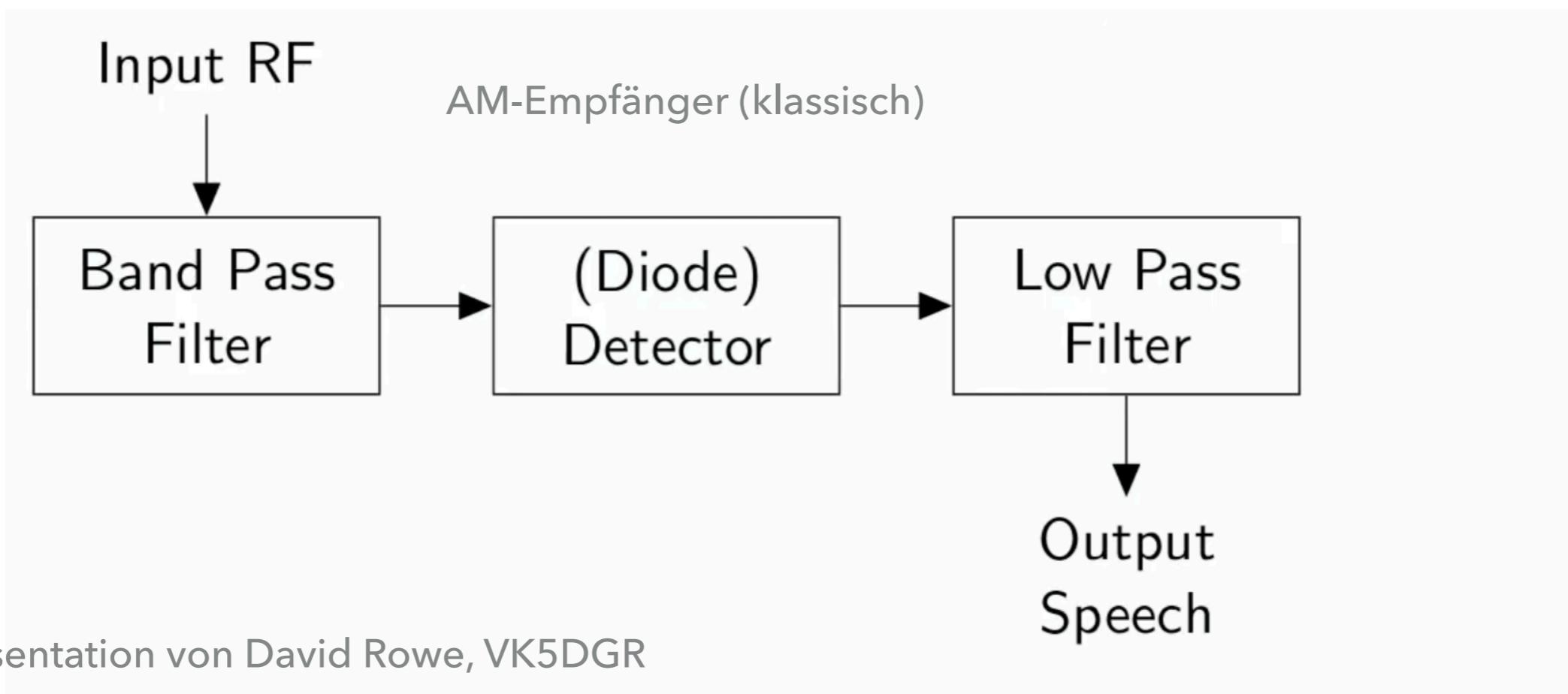
Im Gegensatz zu den vorherigen FreeDV-Modi, die alle QPSK-Modulation verwenden, erzeugt die RADEV1-Modulation ein analoges Phasen-Amplituden-Ausgangssignal ohne definierte Konstellationspunkte. Sie wurde gewählt, da sie eine Kombination aus hoher Sprachqualität, reduzierter HF-Bandbreite und guter Unempfindlichkeit gegenüber Fading und Mehrwegeausbreitung in HF-Funkkanälen bietet.

FREEDV

- ▶ Verfügbar für die Betriebssysteme Windows, MacOS, Linux
- ▶ Homepage: <https://freedv.org/>
- ▶ Open-Souce (<https://github.com/drowe67/freedv-gui>)
- ▶ Benötigt wird ein klassisches Audio-Interface zum Transceiver und ein lokales Sounddevice für die Audio Ein- und Ausgabe (z.B. Mikrofon, Lautsprecher)
- ▶ Ein Headset (z.B. über USB) verbessert die Sprachqualität deutlich
- ▶ Wie man das einrichtet erkläre ich euch im folgenden...

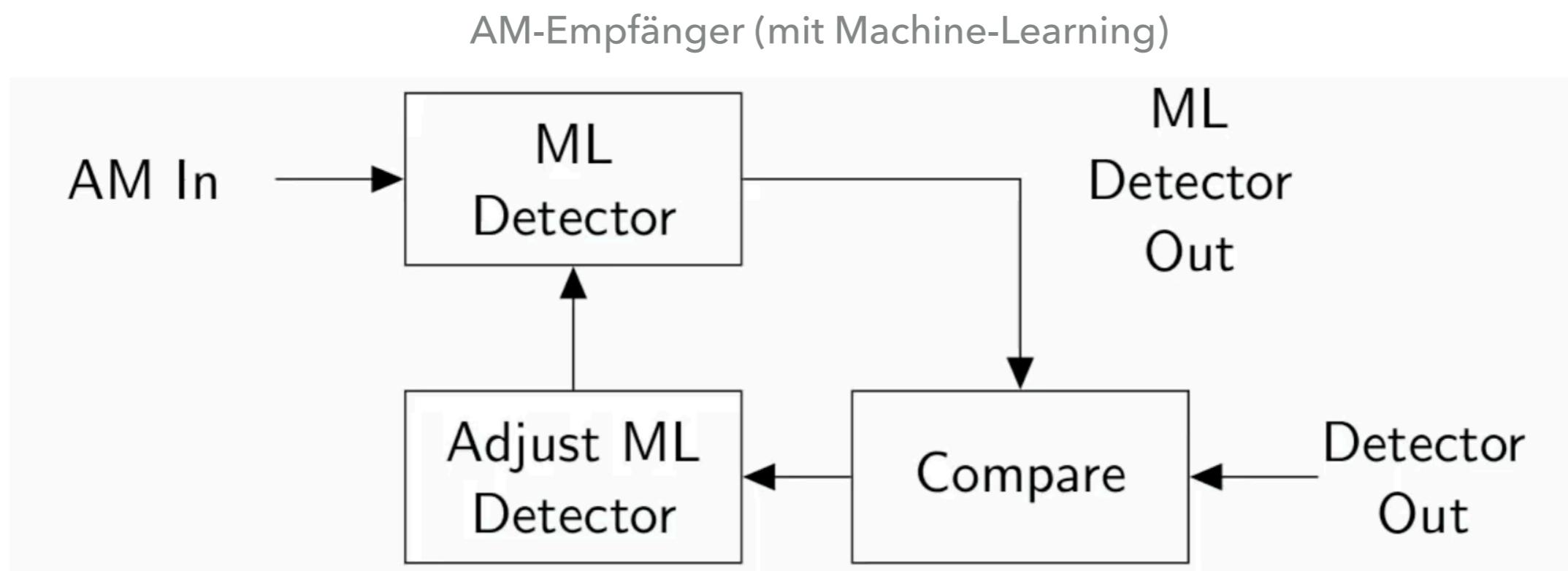
FREEDV - MACHINE-LEARNING

- ▶ Klassische Herangehensweise
 - ▶ Alle Einzelschritte für die Signalverarbeitung werden festgelegt
- ▶ Mit Machine-Learning wird ein neuronales Netzwerk Trainiert
- ▶ Beispiel anhand eines AM-Empfängers (klassisch und mit ML)

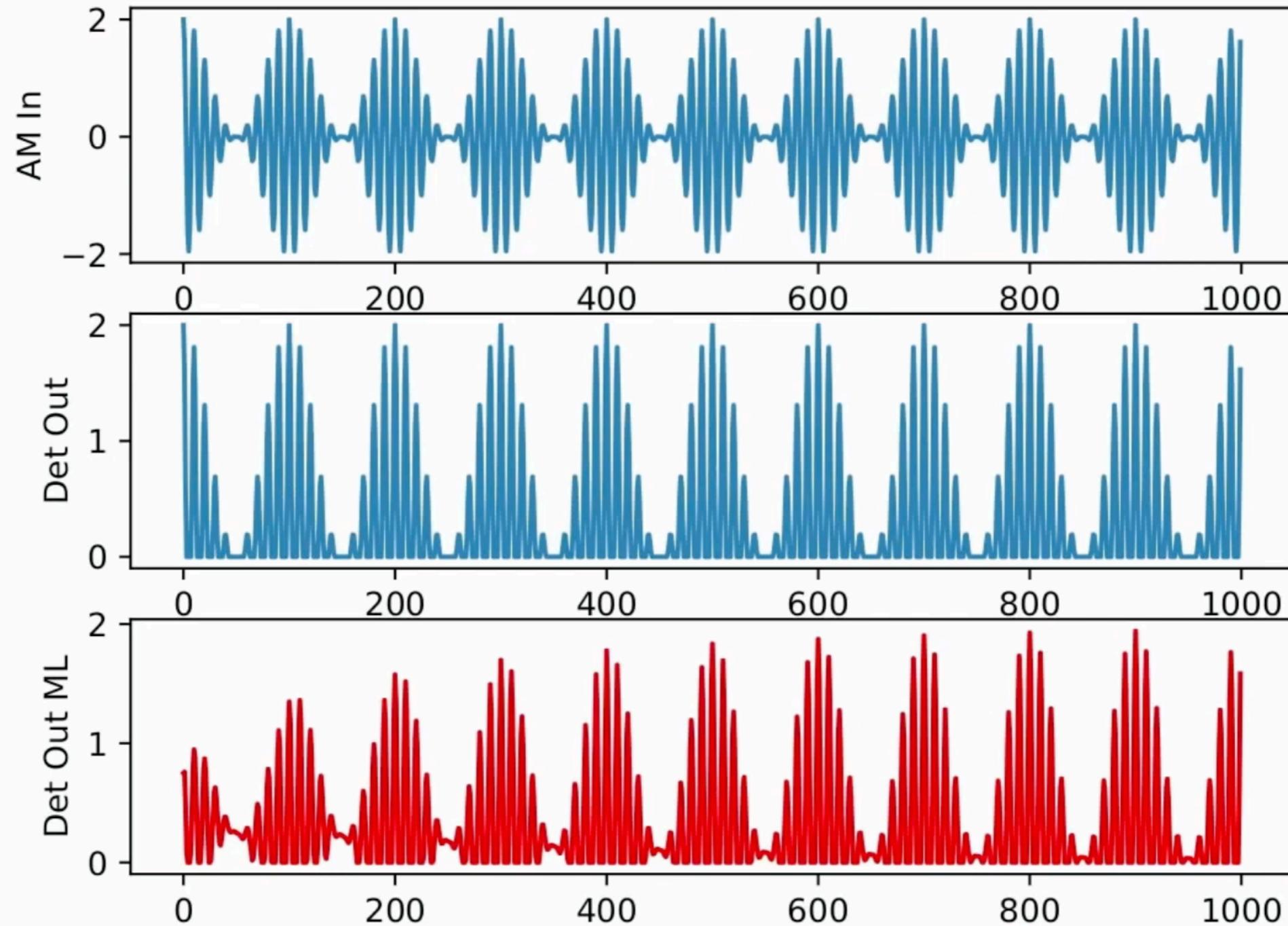


FREEDV - MACHINE-LEARNING

- ▶ Beginn mit einem untrainierten Netzwerk
- ▶ Trainingsmaterial sammeln
- ▶ Viele Beispiele für Eingangssignale und gewünschtes Ausgangssignal
- ▶ Das Netzwerk wird so justiert, dass es die gewünschten Ausgangssignale liefert



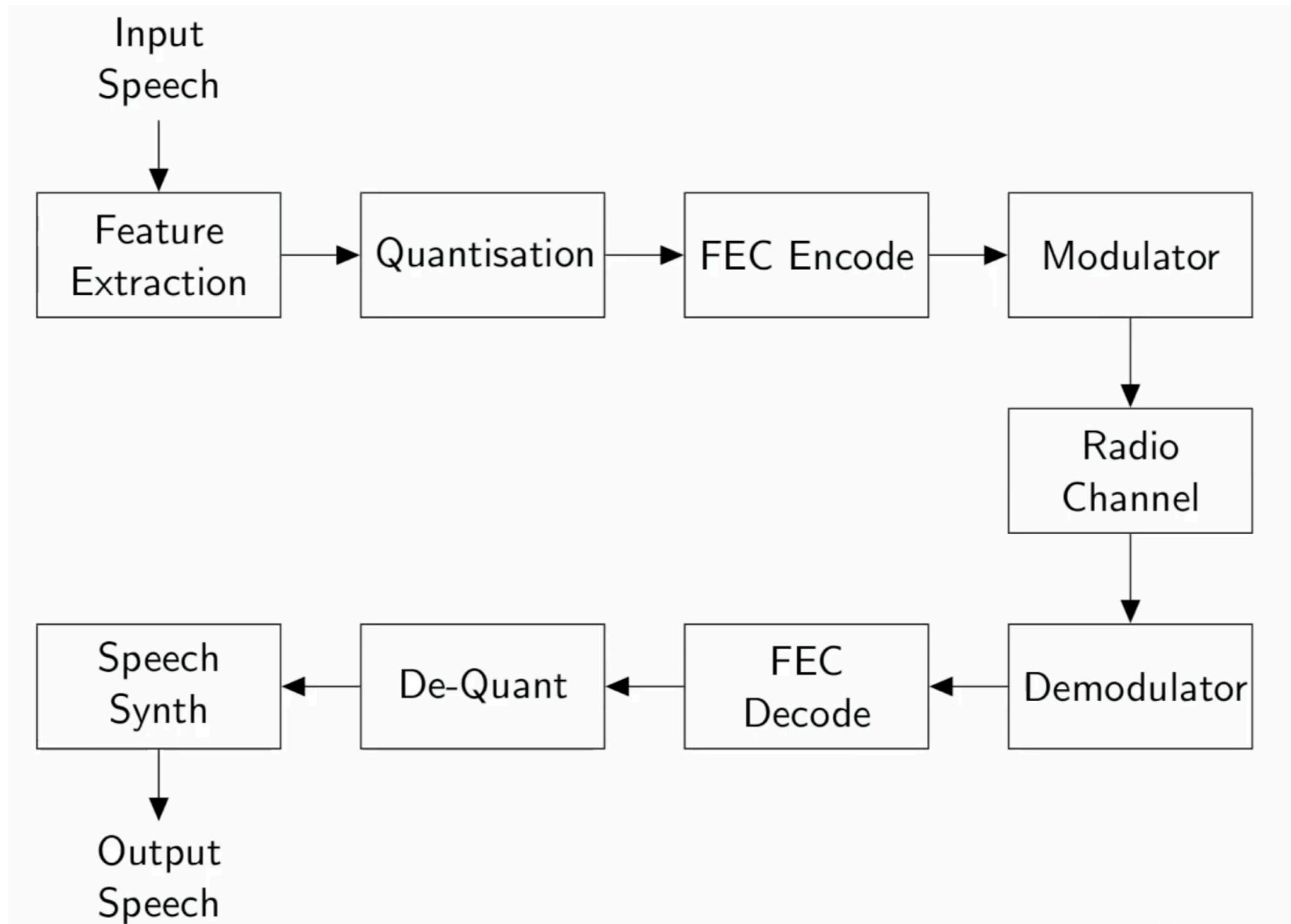
FREEDV - MACHINE-LEARNING



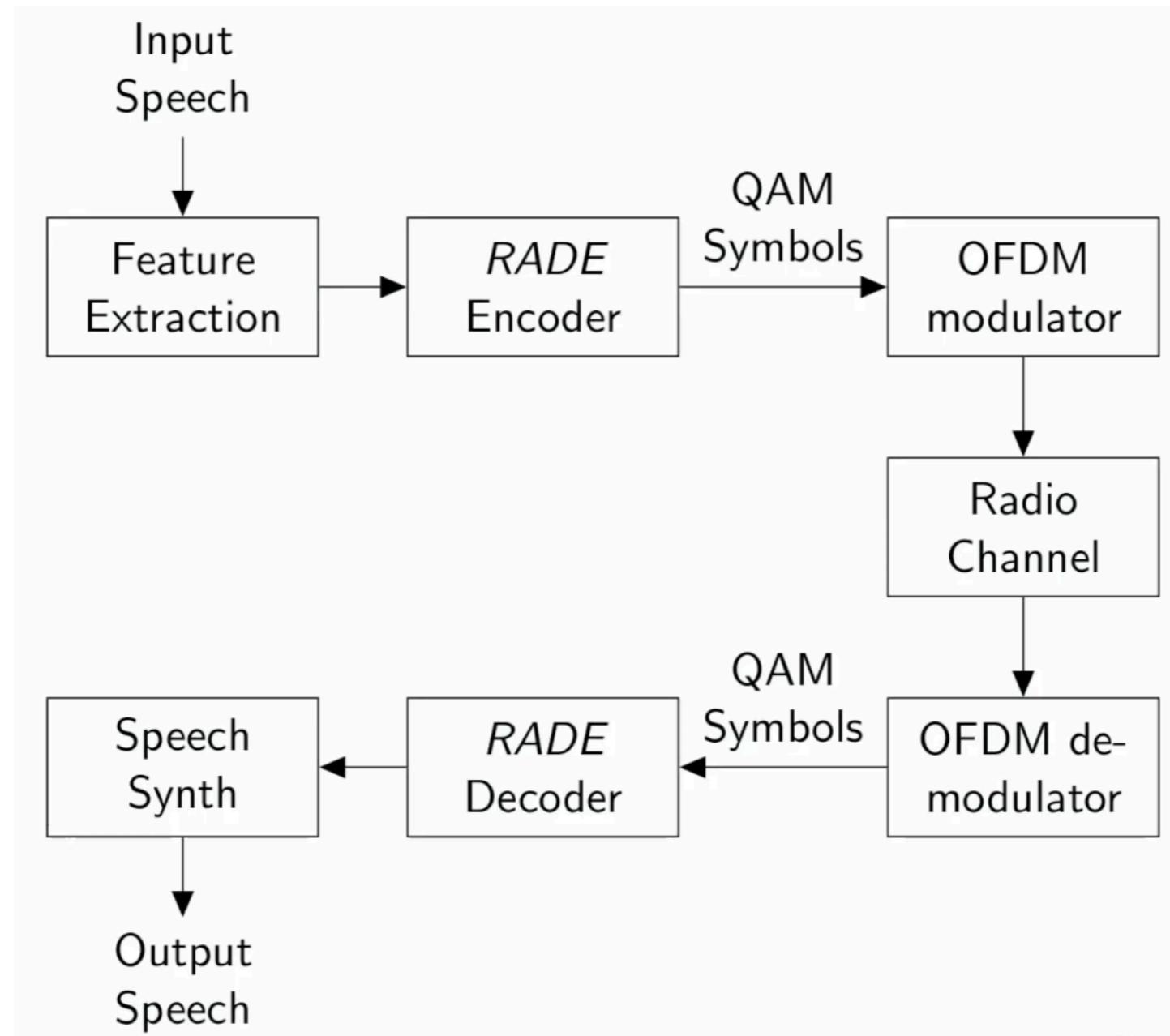
FREEDV - MACHINE-LEARNING

- ▶ Manchmal weiß man nicht, was die beste Lösung für ein Problem ist
- ▶ Probleme in der realen Welt sind komplex, perfekte Lösungen existieren nicht
- ▶ Aber wir wissen ziemlich genau, was wir wollen (was eine gute Lösung ist)
- ▶ Wir behandeln daher das System als „Black-Box“ und zeigen dem System, was wir von ihm erwarten - wir trainieren es
- ▶ Machine-Learning hat hier in vielen Bereichen zu deutlichen Leistungssteigerungen geführt - auch bei der Sprachsynthese und Kompression

FREEDV - KLASSISCHE MODULATIONSVERFAHREN

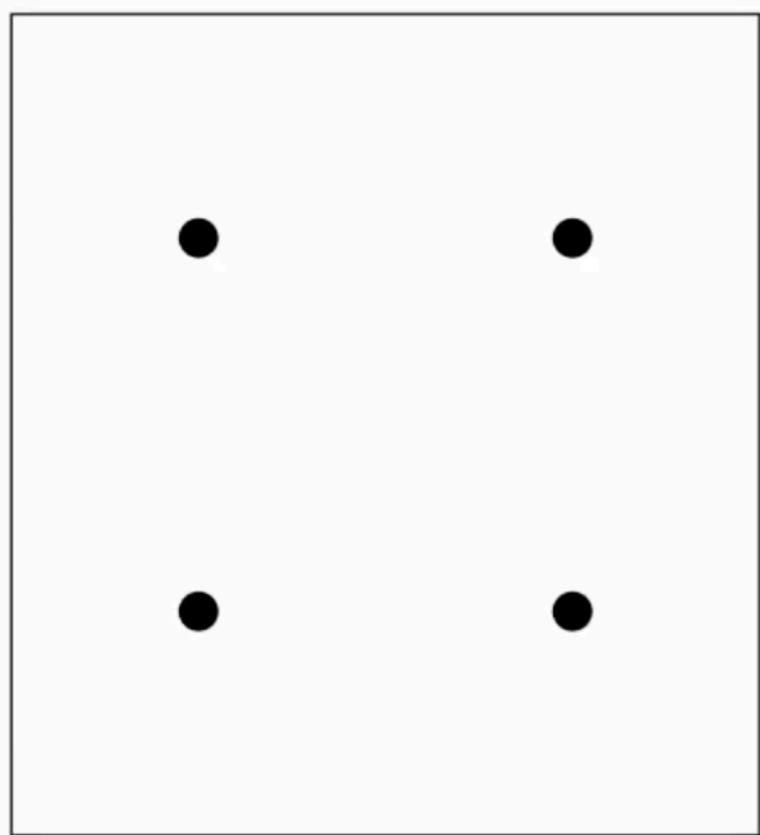


FREEDV - RADE

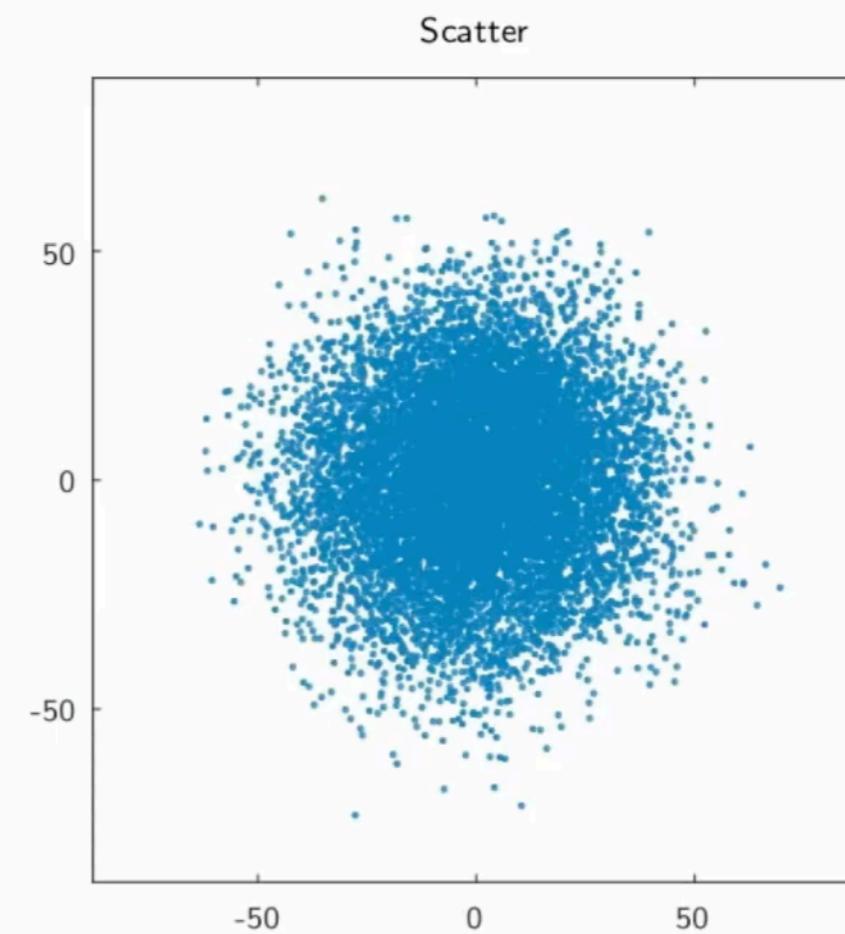


FREEDV - QPSK VS. RADE-KONSTELLATION

QPSK Constellation



RADE Constellation



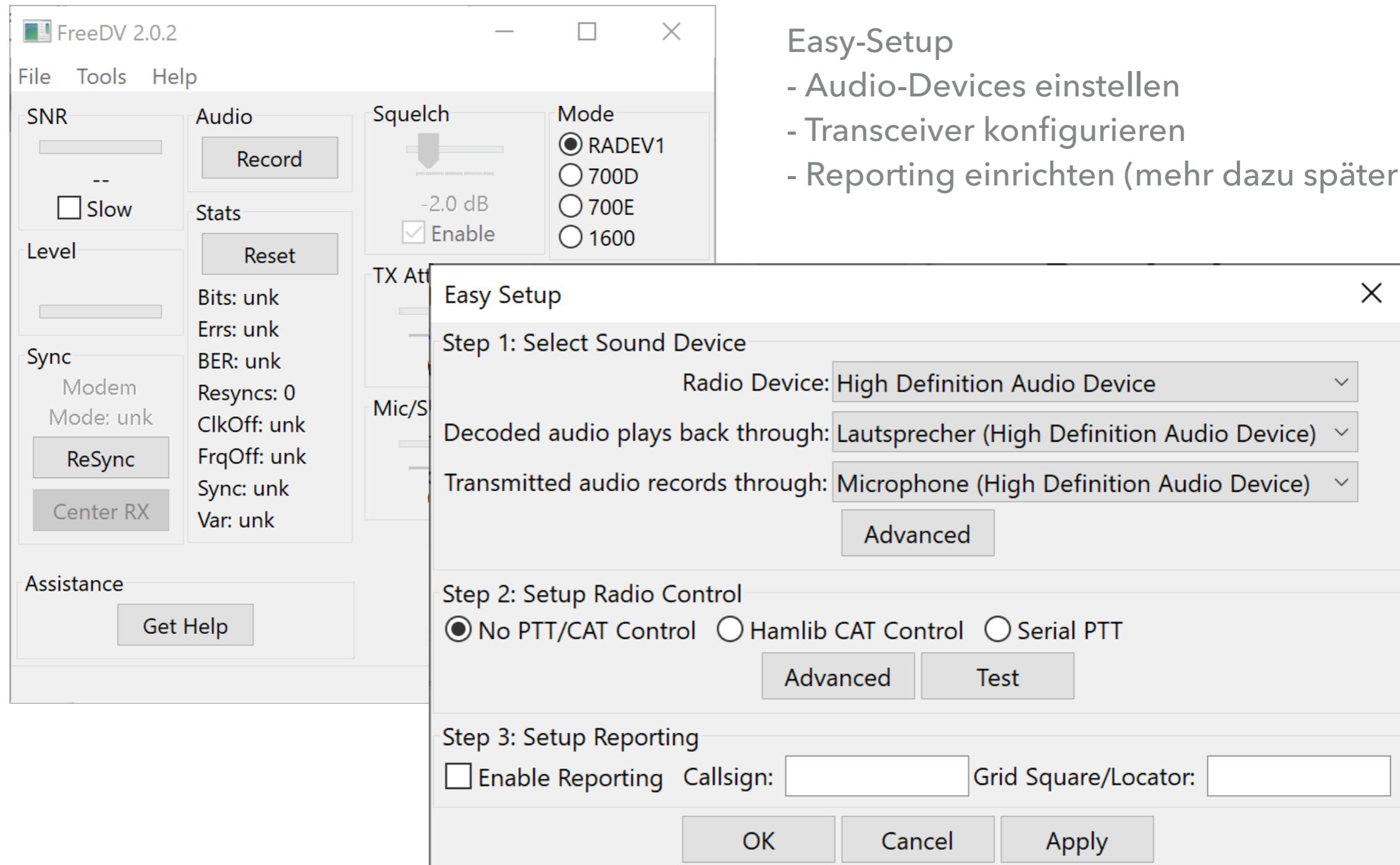
FREEDV INSTALLATION

- ▶ Download der Version für das entsprechende Betriebssystem unter
<https://freedv.org/>
- ▶ Installation des Programmpaketes mittels Windows Installer
 - ▶ Wichtig (Windows) - am Ende der Installation startet FreeDV ein Command-Line-Fenster in welchem die Python-Umgebung gebaut wird - das muss man abwarten
 - ▶ Eine Internetverbindung ist hierbei notwendig, da mehrere Module und Bibliotheken nachgeladen werden müssen
- ▶ Es wird ca. 1 GB an Platz benötigt aufgrund der mitgelieferten Python-Umgebung, ML-Module sowie DSP-Bibliotheken
- ▶ Dann erfolgt die Einrichtung beim ersten Start des Programms...

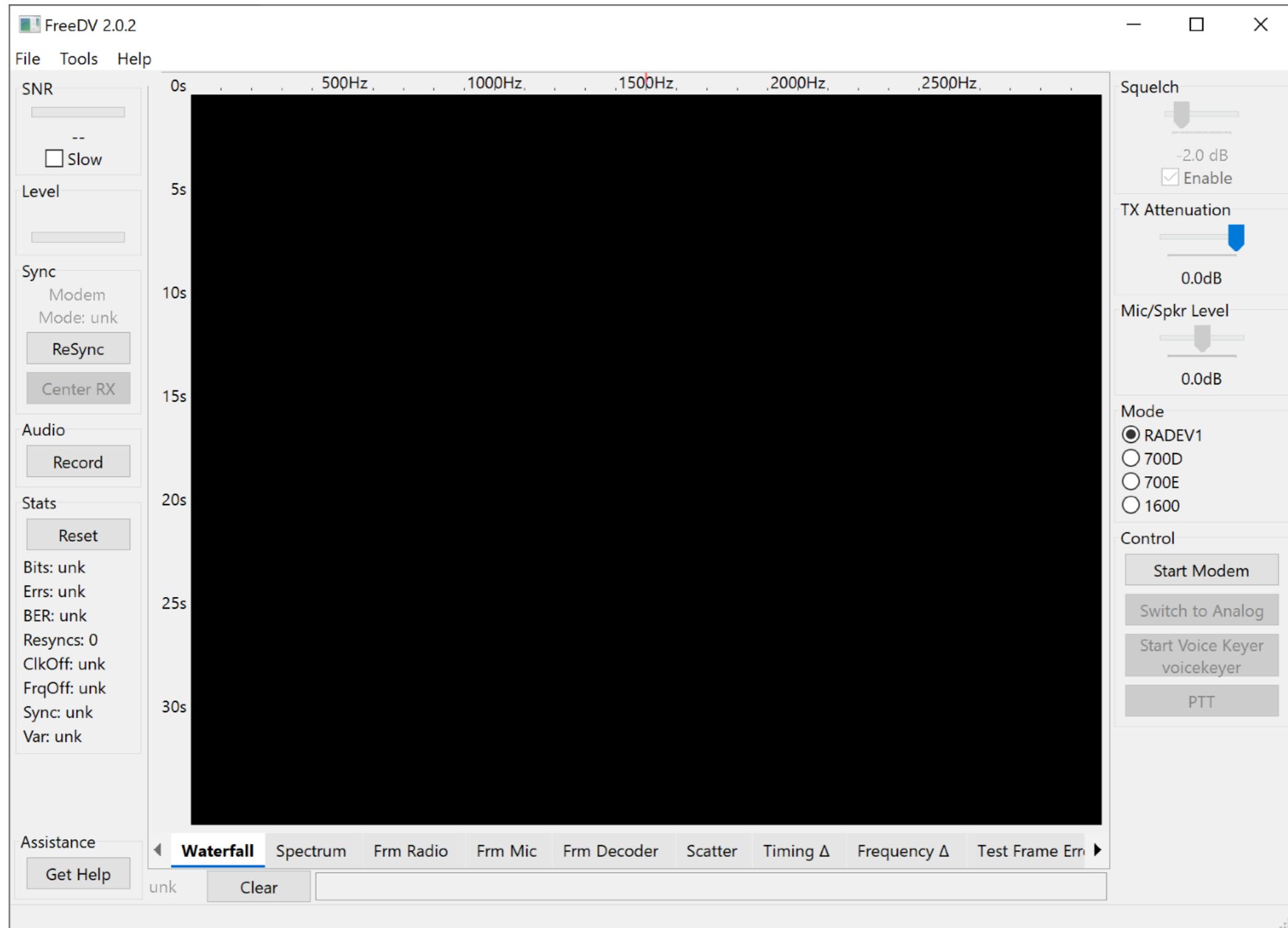
FREEDV INSTALLATION

- ▶ Es müssen 2 Eingabe und 2 Ausgabe Audio-Devices festgelegt werden
- ▶ Eingabe- und Ausgabe Device von FreeDV in Richtung Transceiver
 - ▶ hierüber wird das digitale Sprachsignal zwischen Transceiver und FreeDV hin gesendet und empfangen
- ▶ Eingabe und Ausgabe Device von FreeDV zum Benutzer
 - ▶ hierüber wird die dekodierte Sprache an den Benutzer ausgegeben und analoge Sprache an FreeDV zur Kodierung übertragen

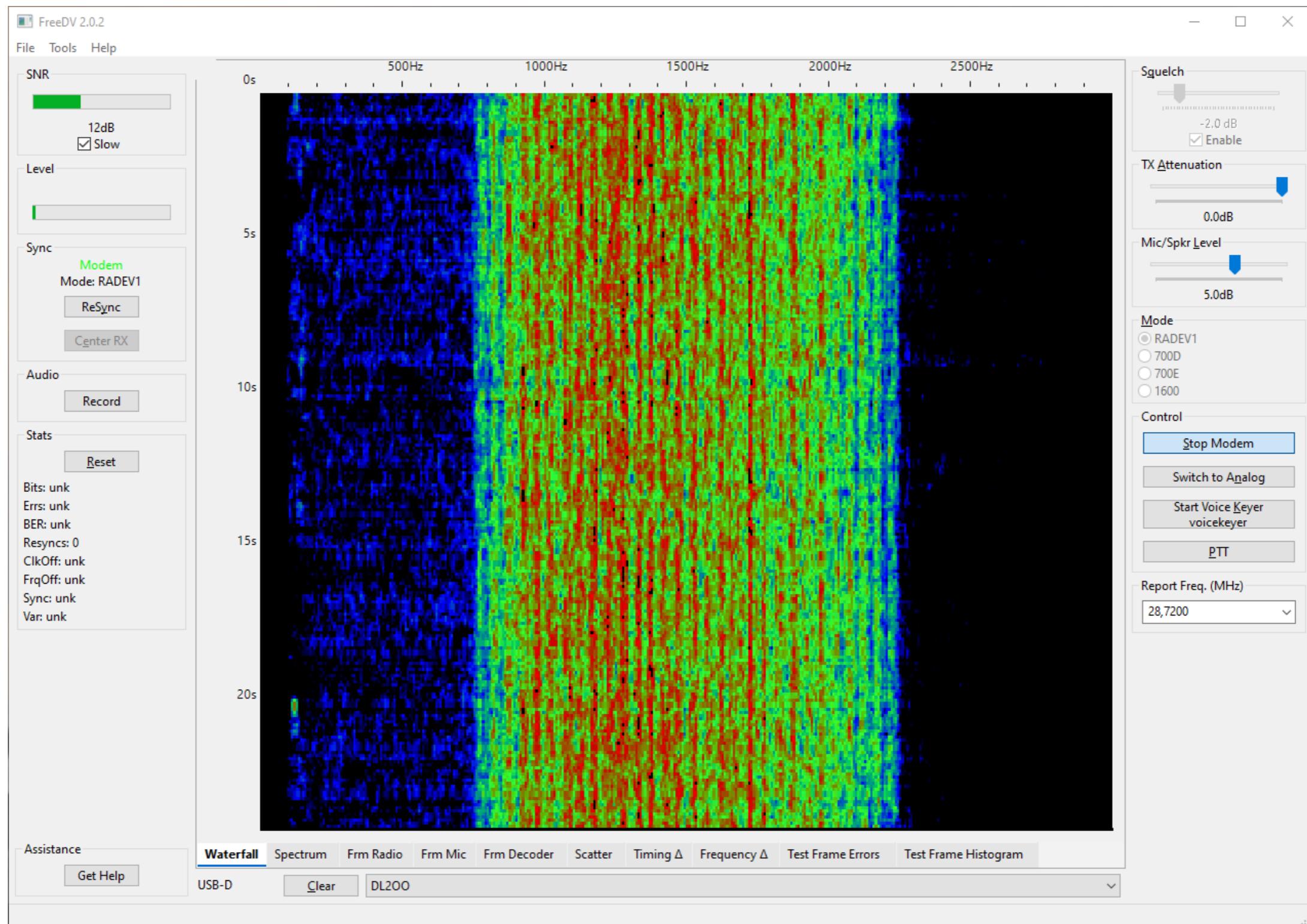
FREEDV INSTALLATION



FREEDV INSTALLATION



FREEDV BETRIEB



WEITER GEHT ES LIVE MIT FREEDV!

FREEDV REPORTER

FreeDV Reporter

Callsign	Locator	km	Hdg	Version	MHz	Mode	Status	Msg	Last TX	RX Call	Mode	SNR	Last Update
DA1TH	JN58mb	32	253	FreeDV 2.1.0-dev-dd6b	28.7200	RADEV1	RX	Thomas nr Landsberg Lech, X6100, 10W		RADEV1	-4.0	11/10/25 20:20:37	
DF6VI	JN58tc	13	110	FreeDV 2.1.0-dev-761d	28.7200	RADEV1	RX	Stefan - munich	11/10/25 20:17:45	RADEV1	17.0	11/10/25 20:20:37	
DF7LYN	JN58ub	21	116	FreeDV 2.0.2	28.7200	RADEV1	RX	Rüdiger in Ottobrunn	11/10/25 20:08:22	RADEV1	6.0	11/10/25 20:20:37	
DK8BZ	JN58rc	5	180	FreeDV 2.0.2	28.7200	RADEV1	TX	Bernhard - Munich, testing configuration	11/10/25 20:20:33	DL9SW	RADEV1	19.0	11/10/25 20:20:33
DL6MDA	JN58te	13	69	FreeDV 2.0.3-dev-8819	28.7200	RADEV1	RX	Werner Munich	11/10/25 20:16:38	RADEV1	-5.0	11/10/25 20:20:38	
DL9SW	JN58rd	0		FreeDV 2.0.2	28.7200	RADEV1	RX	Severin, QTH München-Pasing	11/10/25 20:19:28	RADEV1	17.0	11/10/25 20:20:37	
N6VTS	DM78pw	8468	314	FreeDV 2.0.2	28.3300	RADEV1	RX		11/10/25 20:18:54			11/10/25 20:18:56	
ON2ON	JO21fh	614	308	FreeDV 2.0.2	28.3300	RADEV1	RX	Xiegu X6100 testing PC DIY microphone	11/10/25 19:32:49			11/10/25 19:36:55	
SQ4PKO	KO13oc	994	52	FreeDV 2.0.2	28.7200	RADEV1	RX	op Jacek	11/10/25 20:17:04			11/10/25 20:19:40	

FRAGEN?

VIELEN DANK!