

Ergänzung zum Beitrag in FA 12/14, S. 1282 ff. „Mit dem gewissen Etwas: FM/Digital-Twinbander Yaesu FT1DE“

Nachfolgend zeigen wir zum o. g. Beitrag noch einige Fotos und Screenshots, die weitere Einblicke in den Umgang mit diesem Handfunkgerät ermöglichen.

Für Interessenten, die sich genauer für die digitale Signalverarbeitung im FT1DE interessieren, gibt es zudem detaillierte Ausführungen.

Digitale Sprach- und Datenübertragung in C4FM-Fusion

Die wesentliche Neuerung ist der Digitalbetrieb. In *Sendertart F7W* kann mit der *Modulationsart C4FM* gesendet und emp-



Bild 19: Die Ähnlichkeit des FT1DE (r.) mit den Vorgängermodellen ist unverkennbar.

fangen werden. Die Datenpakete von Yaesus C4FM-Fusion sind jedoch nicht kompatibel zu dem ebenfalls in C4FM arbeitenden *APCO P25*-Standard, für den es in Deutschland seit 2002 einige Repeater gibt.



Bild 20: Im Lieferumfang des Geräts befindet sich bereits ein USB-Datenkabel zum Anschluss an den PC. Die über 150-seitige Bedienungsanleitung ergänzen ein Miniatur-Faltblatt mit den wichtigsten Funktionen und mehrere Zusatzanleitungen auf der Website von Yaesu.

Digitale Signalverarbeitung

C4FM ist letztlich eine Frequenzmodulation, die vier Symbole oder *Dibits* kennt, die wiederum als Frequenzsprünge von +900 Hz, +2700 Hz, -900 Hz und -2700 Hz übertragen werden. Mit einem Analogempfänger ist dabei nicht viel mehr als ein Knattern zu hören.

Sprache wird intern unter Verwendung eines Vocoders vom Typ AMBE+2 digitalisiert und komprimiert bzw. wieder decodiert. Dabei entsteht je nach Einstellung ein massiv komprimierter Datenstrom von nur 2,45 oder 4,4 kBit/s, der noch mit verschiedenen Methoden zur Vorwärts-Fehlerkorrektur versehen wird.

Konkret wird zunächst mit einer auch von Packet-Radio bekannten Methode das Auftreten längerer Folgen gleicher Zustände verhindert, die sonst zu schwer handhabbaren Gleichspannungspiegeln führen würden. Dieses sogenannte *Whitening* erfolgt mittels rückgekoppelter Register. Dem so erzeugten Datenstrom werden zusätzliche Fehlerkorrekturdaten als sogenannter CRC hinzugefügt, wonach Sprechfunksignale noch eine nach dem Schweizer Ingenieur Marcel Golay benannte *Golay-Codierung* erfahren, wie sie auch bei G-TOR zum Einsatz kommt.

Anschließend erfolgt eine weitere Fehlerkorrektur mittels *Trellis-Code-Modulation*, die 1982 vom gebürtigen Österreicher Gottfried Ungerböck entwickelt worden ist und zunächst in Telefonmodems zum Einsatz kam.

Schließlich werden die Daten noch mit einem als *Interleave* bezeichneten Verfahren wie in fast jeder digitalen Funkübertragung verschachtelt. Das kann man sich wie ein Schachbrett vorstellen, das mit 20 ms bzw. 144 Bit dauernden Abschnitten zeilenweise mit den Daten beschrieben und spaltenweise wieder ausgelesen wird.

In Verbindung mit den zuvor hinzugefügten Fehlerkorrekturdaten lassen sich Störungen auf der Funkübertragungsstrecke



Bild 21: Mit bis zu 5 W Sendeleistung und der Standardantenne lassen sich bereits gute Reichweiten erzielen.

sehr effizient ausblenden, sofern sie eine bestimmte Dauer oder Regelmäßigkeit nicht überschreiten, weil durch diese Verschachtelung meist nur ein kleiner Teil der zusammengehörigen Daten gestört wird. Das Prinzip der Vorwärtsfehlerkorrektur *FEC* ermöglicht im Gegensatz zu *ARQ*-Verfahren wie Packet-Radio den natürlichsten Sprechbetrieb. Eine Fehlerkorrektur, die bei fehlerhaften Daten ein erneutes Senden derselben anfordert, erreicht zwar prinzipbedingt bessere Korrekturwerte, kann aber zumindest potenziell unendliche Wartezeiten bedingen, bis die Korrekturdaten fehlerfrei angekommen sind. Für Echtzeit-Übertragungen wie Sprache ist das nicht akzeptabel. Auf seiner Website [2] stellt Yaesu eine Beschreibung des Verfahrens mit dem Titel *Amateur Radio Digital Standards* zur Verfügung [10].

Ein witziger Test

Da die Übertragung mit analogem FM zumindest verwandt ist, schien es interessant, inwieweit sich analoge Übertragungstechnik, sprich: Crossband-Repeater in Funkgeräten oder analoge Relaisfunkstellen, zur Übertragung des digitalen Signals missbrauchen lassen. Dies funktionierte allerdings zumindest in meinen Tests überhaupt nicht, weil vermutlich die Frequenzsprünge zu sehr verschliffen werden.

■ Programmier-Software

Die Programmier-Software und insbesondere die Unterschiede zwischen der kostenlos ladbaren ADMS-6 und der optional zu erwerbenden ADMS-FT-1D sind im Beitrag ausführlich abgehandelt worden. Umseitig finden Sie noch einige illustrierende Screenshots.

Literatur und Bezugsquellen (Nummerierung wie im Beitrag)

- [1] Download ADMS-6 Programmier-Software: www.yaesu.com → FT1DR → Files → FT1DR/DE ADMS-6 Programming Software Ver. 1.0.2.11 (08/27/14) (40.60 MB)
- [2] Yaesu-Website für Handbücher und Software: www.yaesu.com → FT1DR
- [10] Beschreibung Fusion (engl.): www.yaesu.com → FT1DR → Files → Amateur Radio Digital Standards (330.44 KB)

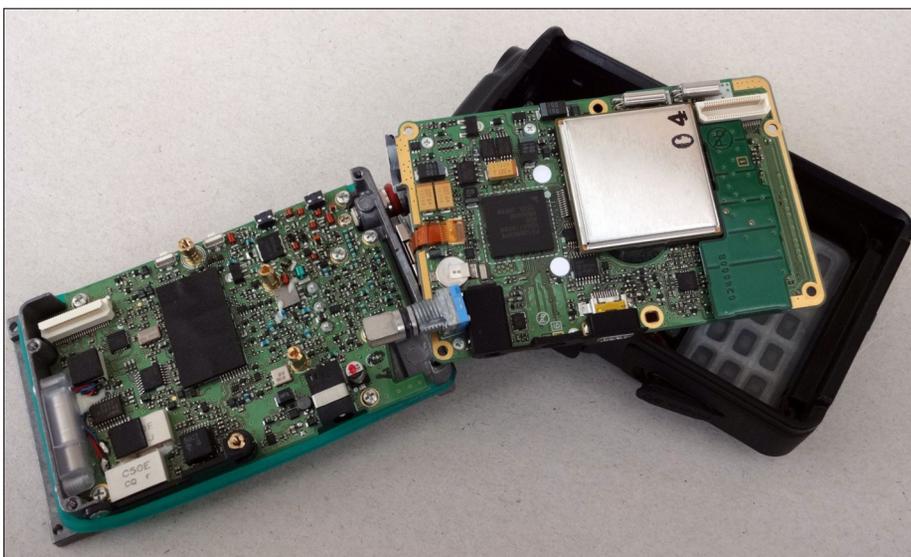


Bild 22: Auf nur zwei Hauptplatinen und weitere Huckepackplatinen verteilen sich HF-, NF- und Empfangsteil. Es lassen sich gerade noch ZF-Filter, Endstufen-Transistor, Vocoder-Chip, GPS-Antenne und Vibrationsmotor erkennen. Fotos und Screenshots: DG1NEJ



Bild 23: Die Einstellung der Lautstärke erfolgt bei gedrückter VOL-Taste mit dem Hauptabstimmknopf.



Bild 24: Unauffällig integriert sich die GPS-Antenne in die Oberseite des Gehäuses.



Bild 25: Im Vergleich zum Funkgerät ist das Mikrofon MH-85A verhältnismäßig groß.

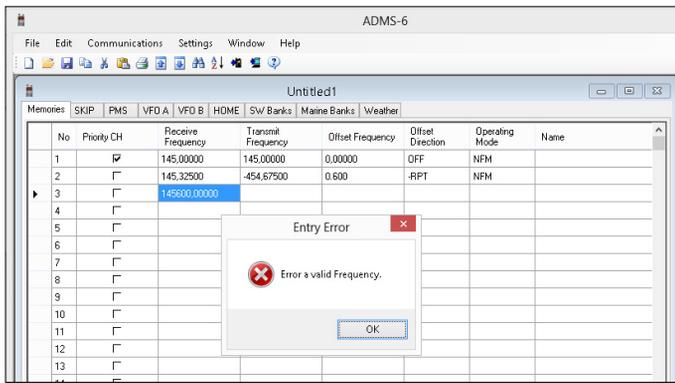


Bild 26:
Bei der kostenlosen Programmier-Software ADMS-6 muss man das Windows-Gebietsschema in der Systemsteuerung auf „Englisch (Vereinigte Staaten)“ ändern, sonst kommt es zu Inkompatibilitäten mit dem Dezimalpunkt.

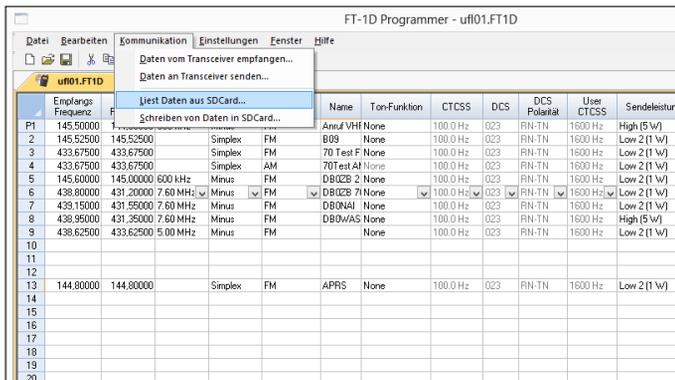


Bild 28:
Funktionsumfang von ADMS-FT-1D

Bild 27:
Das Programm ADMS-FT-1D kann auch auf Speicherkarten zugreifen.

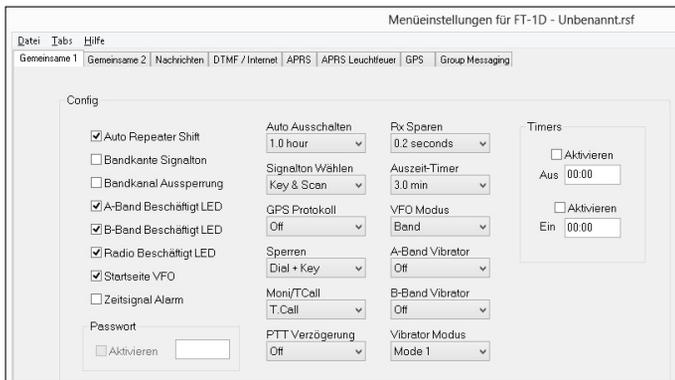
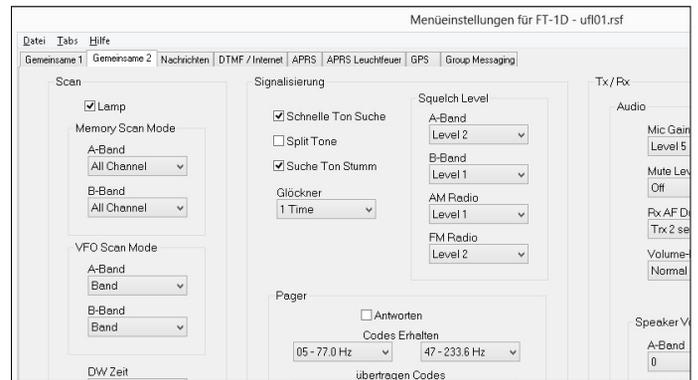


Bild 30:
Weiteres zum Funktionsumfang der Software ADMS-FT-1D

Bild 29:
Weiteres zum Funktionsumfang der Software ADMS-FT-1D

