



Ein Transceiver mit dem RedPitaya

(Der Transceiver mit der Maus)

Inhalt

- 1.1. Einführung und Motivation
- 1.2. Das ursprüngliche Konzept
- 1.3. Verfügbare SDR - Bausteine
- 1.4. Der Red Pitaya
- 1.5. Notwendige Peripherie
- 1.6. Der Aufbau
- 1.7 Das FT8-Problem



1.1 Einführung und Motivation

- Entwicklung eines Kurzwellentransceivers auf SDR-Basis mit speziellen Eigenschaften.
Inspiriert vom Charly 25-Transceiver
- eingebauter Windows-PC mit 7“-Bildschirm
- individuelle Frontplatte
- Anschluss für externen Monitor
- analoge Anzeigen
- sauberes Ausgangssignal
- FT8-fähig
- durch Software flexibel für neue Betriebsarten
- Web-Frontend, remote bedienbar



[<https://smartradioconcepts.com/p/charly-25-allband-trx>]

1.2. Das ursprüngliche Konzept

Merkmale:

- alles in einem 19“- Gehäuse
- 650W-Endstufe eingebaut
- 230V-Netzteile eingebaut (5V, 12V, 50V)

Probleme während der Entwicklung:

- gekaufte Module funktionierten nicht richtig
- 650W-Endstufe sofort defekt
- teilweise keine Dokumentation verfügbar
- Platzprobleme bei Einbau, Abgleich und EMV

Änderungen:

- Ersatz der 650-W-Endstufe durch 10-W-Endstufe
- Verzicht auf Dual Protection Board

1.3. Verfügbare SDR-Bausteine (keine Fertiggeräte)

Zusammenfassung:

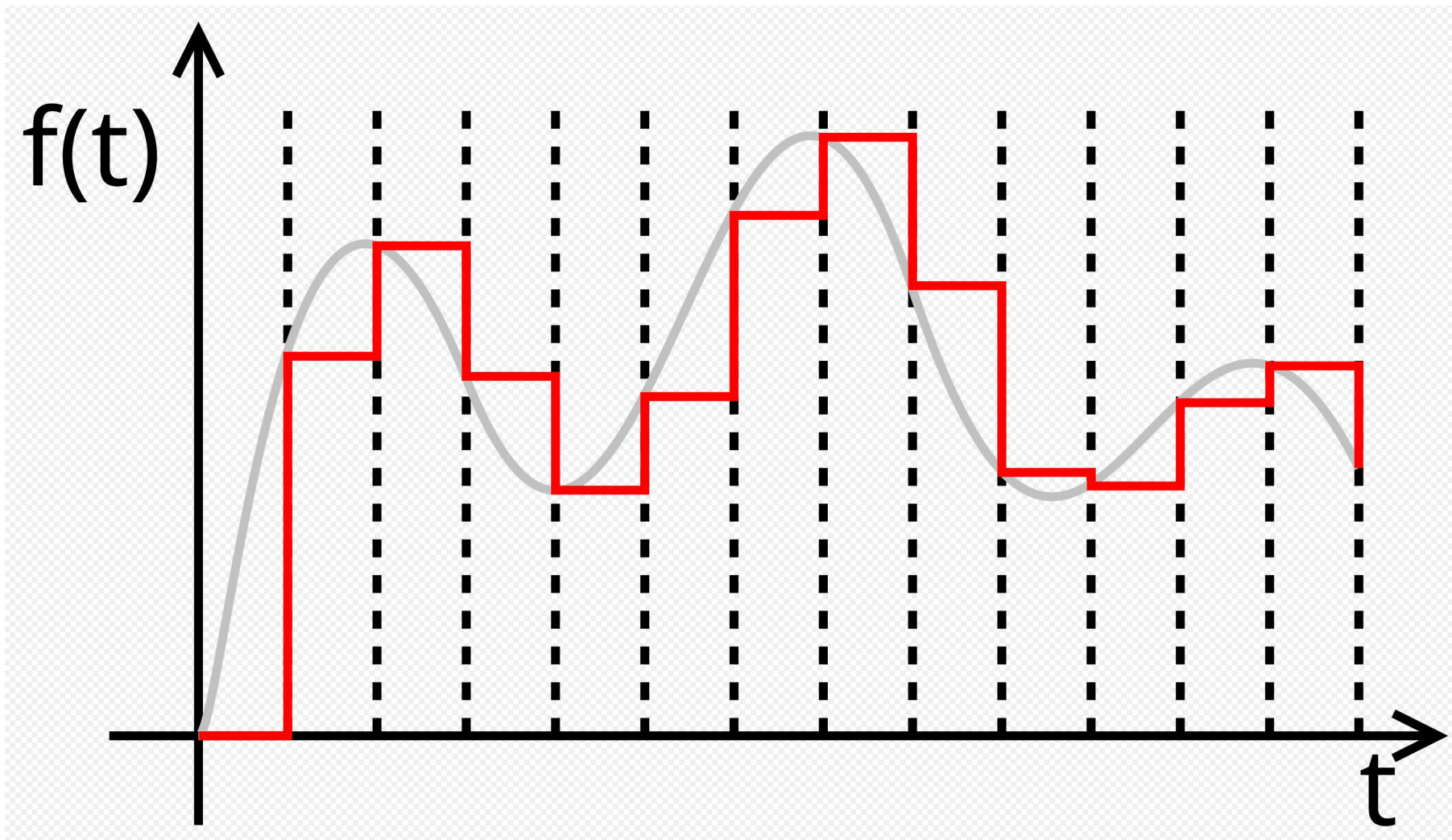
- die meisten SDR-Platinen beginnen erst bei > 30 MHz
- der LimeSDR ist bei Kurzwelle nicht brauchbar (ab 100 kHz beworben)
- der Hack RF One hat nur eine Auflösung von 8 Bit (256 Amplitudenstufen)

Auflösung:

8 Bit:	256 Stufen	S/N: 48 dB (starkes Quantisierungsrauschen)
12 Bit:	4096 Stufen	S/N: 72 dB (Mindestanforderung für RX/TX)
14 Bit:	16384 Stufen	S/N: 84 dB (für RX/TX geeignet)
16 Bit:	65536 Stufen	S/N: 96 dB (CD-Qualität)

Module für HDSDR:

[<https://www.hdsdr.de/hardware.html>]

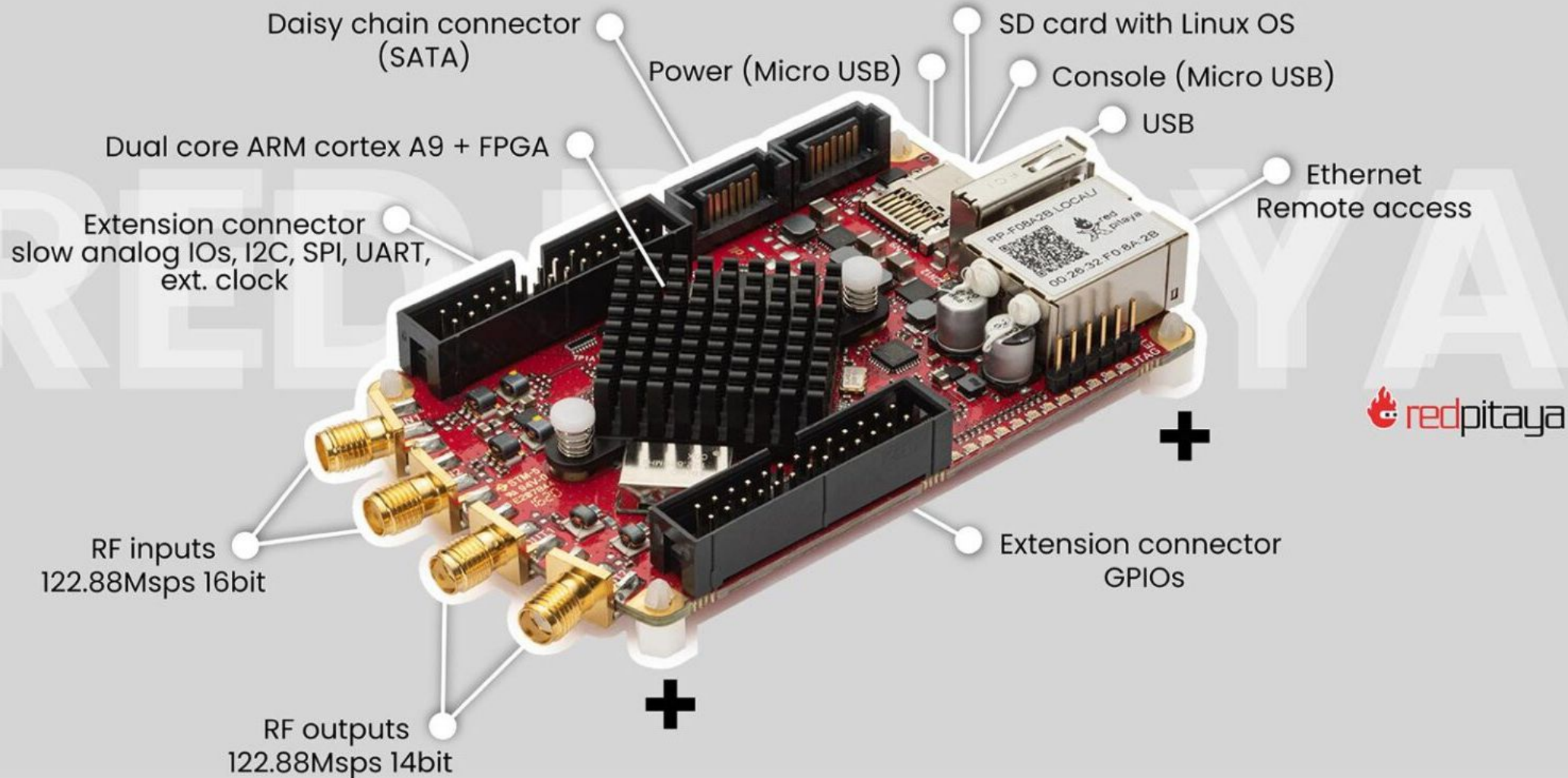


[wikipedia.org]

Abtastung:

In regelmäßigen Zeitabständen: Einsortierung der Amplitude in eine begrenzte Anzahl von Amplitudenstufen

1.4. Der RedPitaya (STEM 122-16 SDR)



2 Versionen – beide laufen mit Alpine-Linux-SW:

- STEMLab 125-14, 14 Bit Auflösung im RX, hochohmige Eingänge (ca. 400 - 500 €)
- STEM 122-16 SDR, 16 Bit Auflösung im RX, 50-Ohm-Eingänge (ca. 800 – 900 €)

Einige Anwendungen:

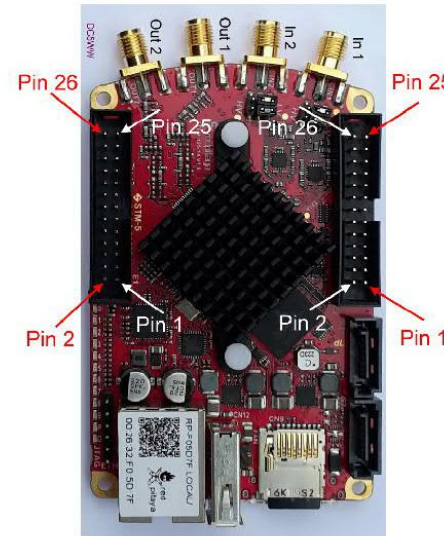
- Oszilloskop & Signalgenerator
- Spektrum Analysator
- Logikanalysator
- LCR-Meter
- Vektor-Netzwerkanalysator (VNA)
- 8-Kanal-Skimmer für FT8, CW und RTTY mit Upload (Pavel Denim's Software)
- SDR !! (Pavel Denim's oder Carlie25 – Software)



Pinout des RP für SW von Pavel Denim

- Anschlüsse stark miniaturisiert
- NF I/O so nicht brauchbar (Mikro und KH)

Extension Connector E1		Extension Connector E2	
GND Pin 26	GND Pin 25	GND Pin 26	GND Pin 25
NC Pin 24	NC Pin 23	Ext.ADC CLK- Pin 24	Ext.ADC CLK+ Pin 23
NC Pin 22	NC Pin 21	GND Pin 22	GND Pin 21
NC Pin 20	NC Pin 19	Analog Output 3 Pin 20	Analog Output 2 Pin 19
DIO7_N Pin 18	DIO7_P Pin 17	Analog Output 1 Pin 18	Analog Output 0 Pin 17
DIO6_N Pin 16	DIO6_P Pin 15	Analog Input 3 Pin 16	Analog Input 2 Pin 15
DIO5_N Pin 14	DIO5_P Pin 13	Analog Input 1 Pin 14	Analog Input 0 Pin 13
DIO4_N Pin 12	DIO4_P Pin 11	GND Pin 12	Ext-com.mode (GND) Pin 11
DIO3_N Pin 10	DIO3_P Pin 9	I ² C SDA Pin 10	I ² C_SCL Pin 9
DIO2_N Pin 8	DIO2_P Pin 7	UART_RX Pin 8	UART_TX Pin 7
DIO1_N Pin 6	DIO1_P Pin 5	SPI_CS Pin 6	SPI_CLK Pin 5
DIO0_N Pin 4	DIO0_P Pin 3	SPI_MISO Pin 4	SPI_MOSI Pin 3
+3V3 Pin 2	+3V3 Pin 1	-3V3 Pin 2	+ 5V Pin 1



E1 Pin 8 DIO2_N = CW Punkte

E1 Pin 6 DIO2_N = CW Striche

E1 Pin 9 DIO3_P = Att. -20dB

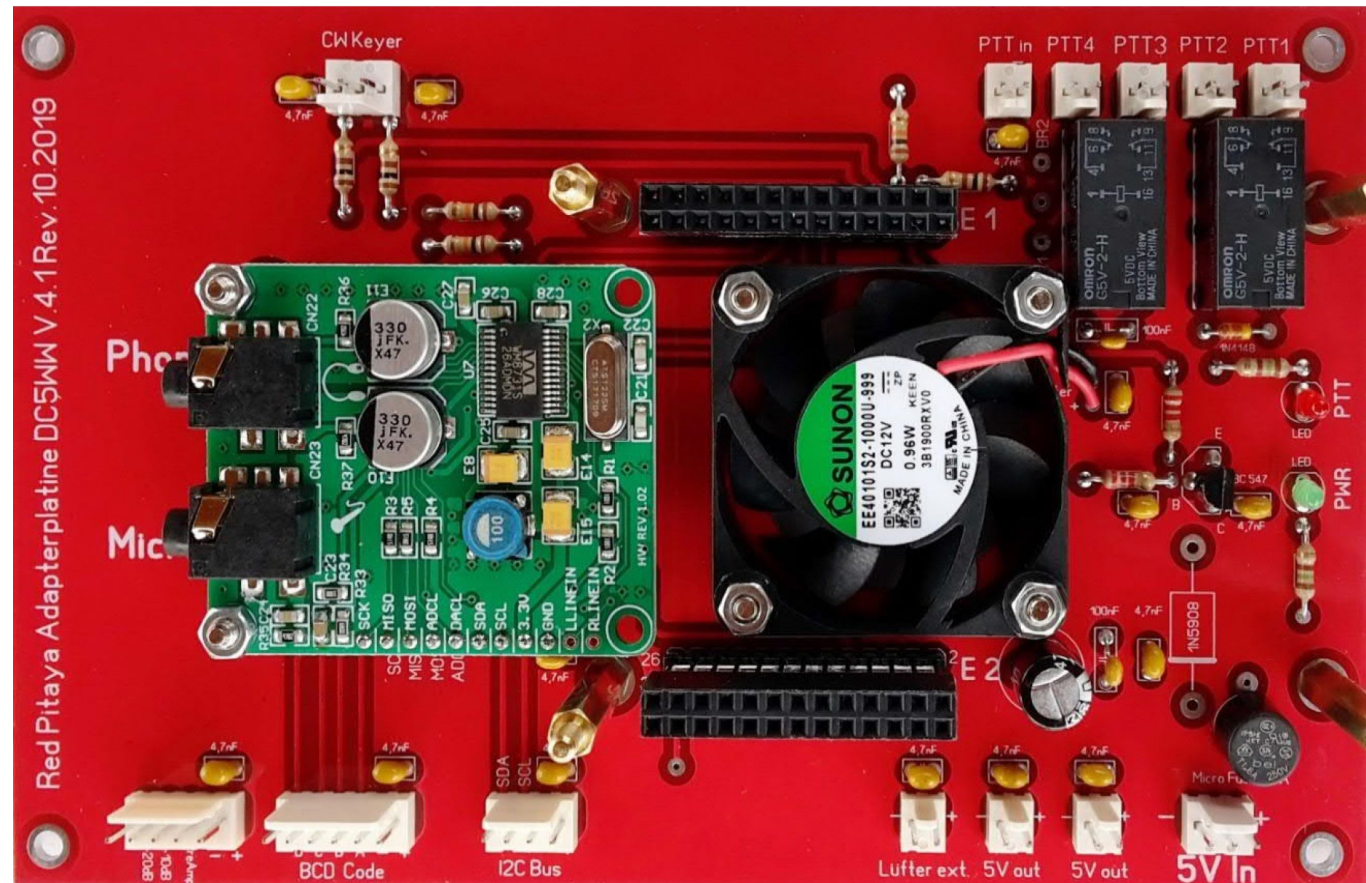
E1 Pin 7 DIO2_P = Att. -10 dB

E1 Pin 5 DIO_P = Pre.Amplf.out

[https://www.dc5ww.de/red_pitaya/Mit_%20dem_Red_Pitaya_zum_KW-Transceiver_aktuelle_Version.pdf]

Adapterplatine von DC5WW

- Anschlüsse sind robust
- NF-Zusatzplatine mit brauchbaren Pegeln ist integriert
- PTT ist frei konfigurierbar



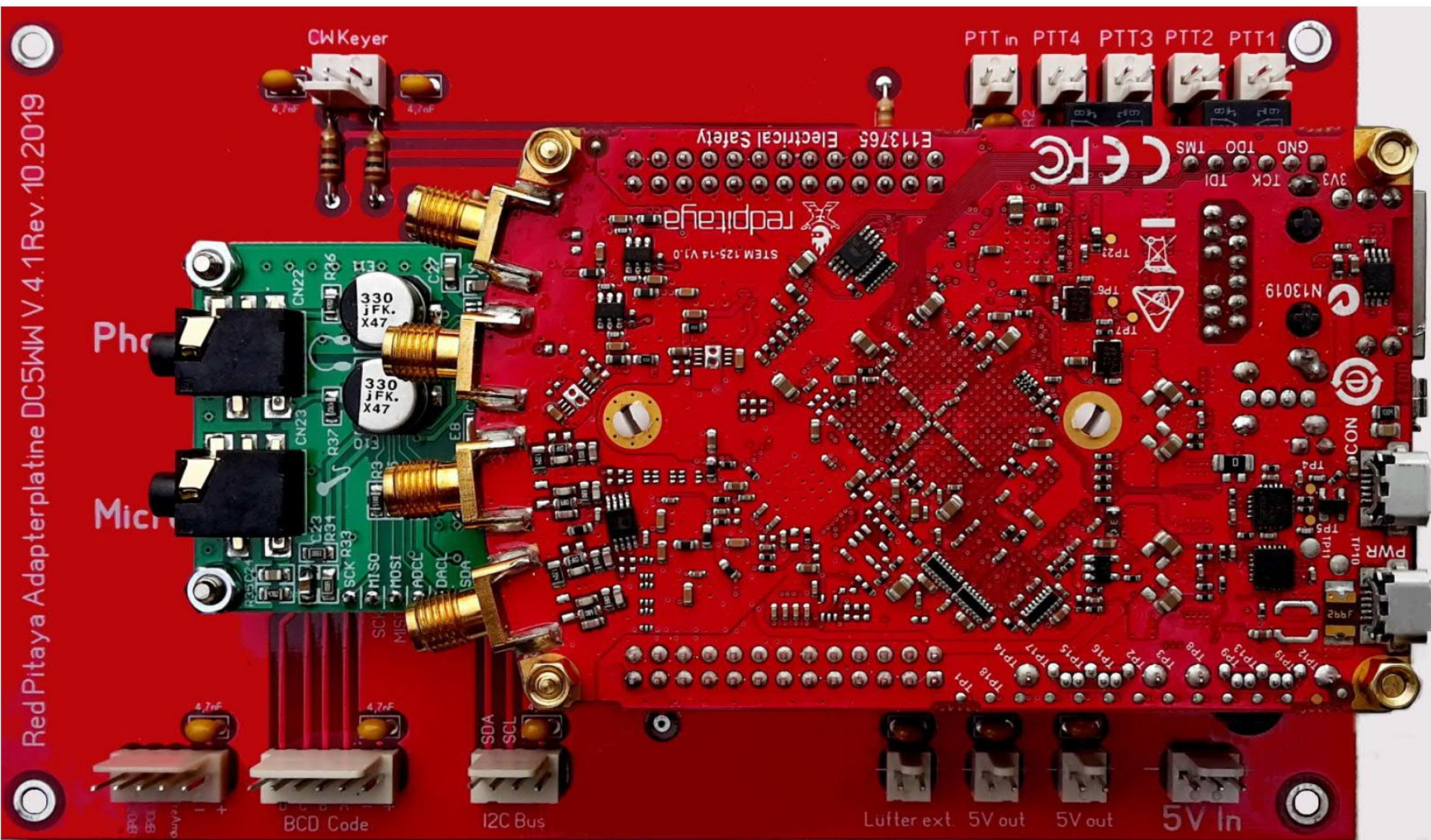
[https://www.dc5ww.de/red_pitaya/Mit_%20dem_Red_Pitaya_zum_KW-Transceiver_aktuelle_Version.pdf]

BCD-Code (Binary Coded Decimal) für Filter

- jede Dezimalzahl ist binär codiert
- 4 Stellen erlauben 16 Zustände
- man braucht nur 4 Leitungen
- Nachteil: man braucht einen Decoder am Filter

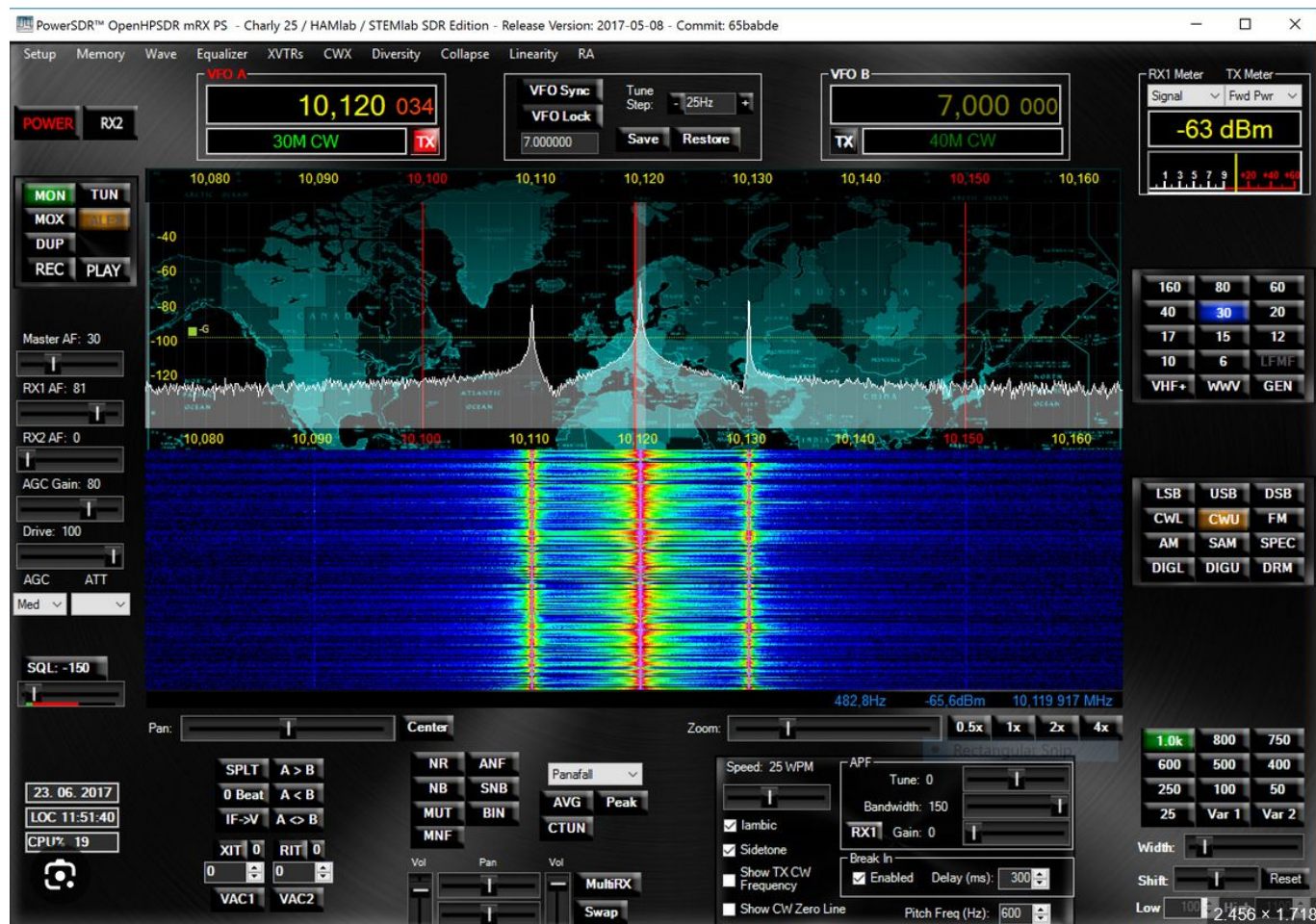
Codetabelle		
Dezimal	8-4-2-1-BCD-kodiert	Hexadezimal
0	0 0 0 0	0
1	0 0 0 1	1
2	0 0 1 0	2
3	0 0 1 1	3
4	0 1 0 0	4
5	0 1 0 1	5
6	0 1 1 0	6
7	0 1 1 1	7
8	1 0 0 0	8
9	1 0 0 1	9

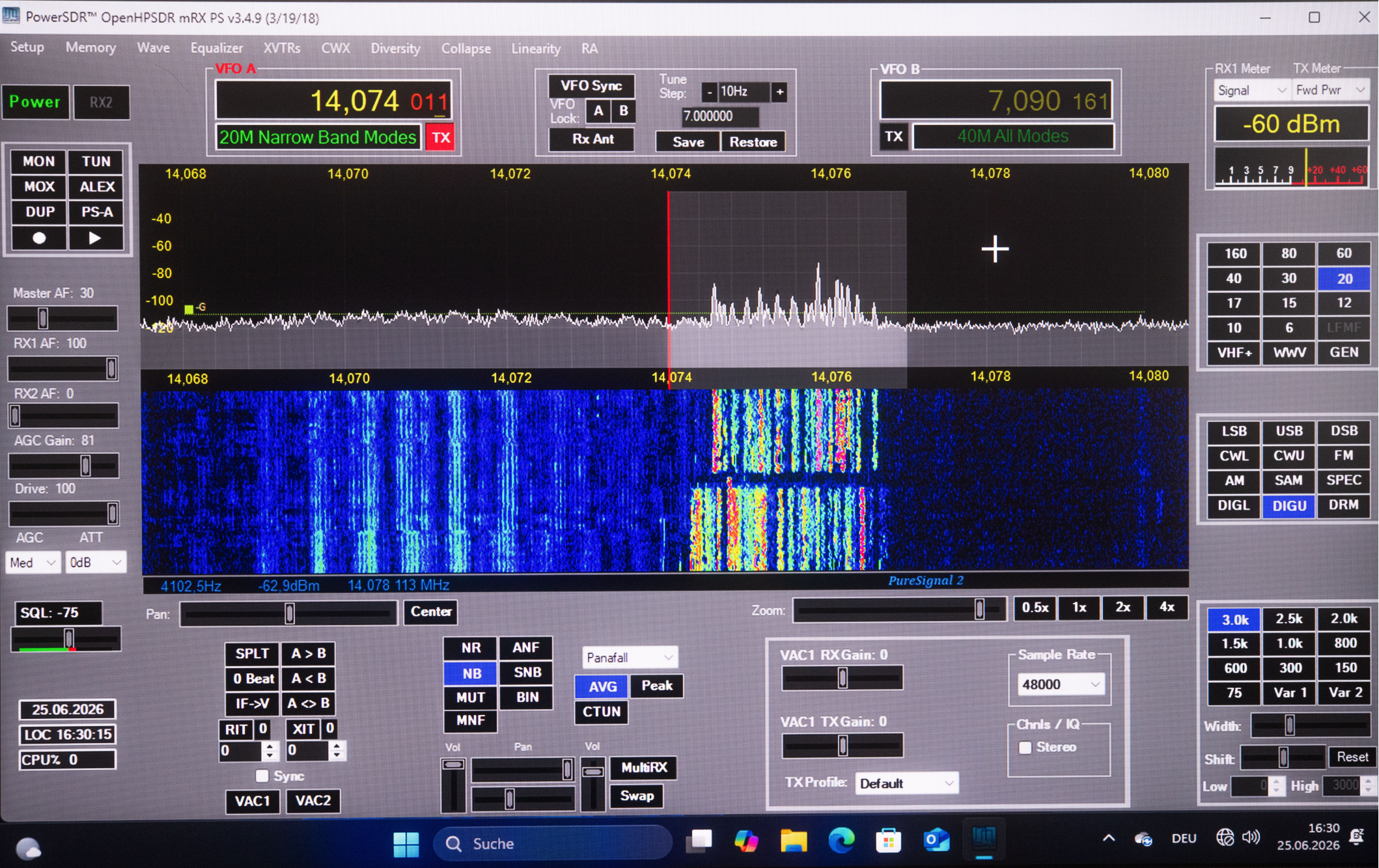




Software:

- Linux Betriebssystem auf dem RP
- Anwendung nach Pavel Denim oder Charly 25 auf dem RP
- Open HPSPDR auf dem PC (Kommunikation über LAN)



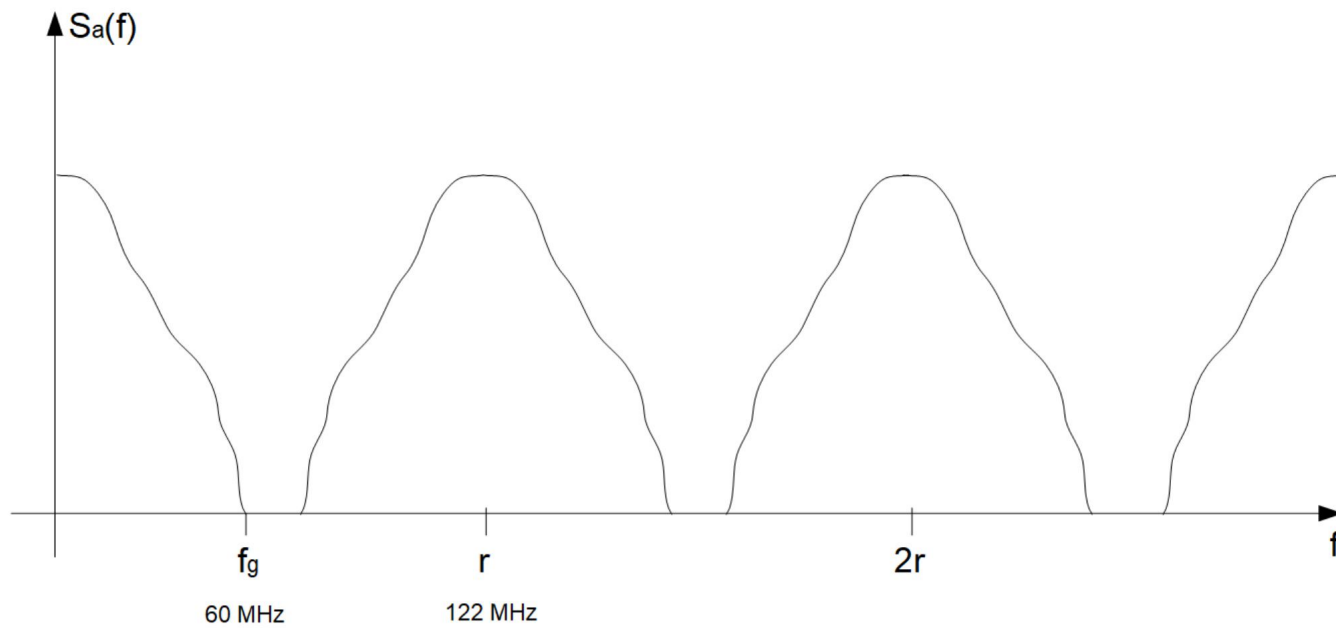


1.5 Peripherie

- Adapterplatine (bereits erwähnt)
- RX-Bandpass
- Vorverstärker
- PA
- RX/TX - Umschaltung mit Sequencer
- TX - Tiefpass
- Netzteile 5V, 12V
- PC

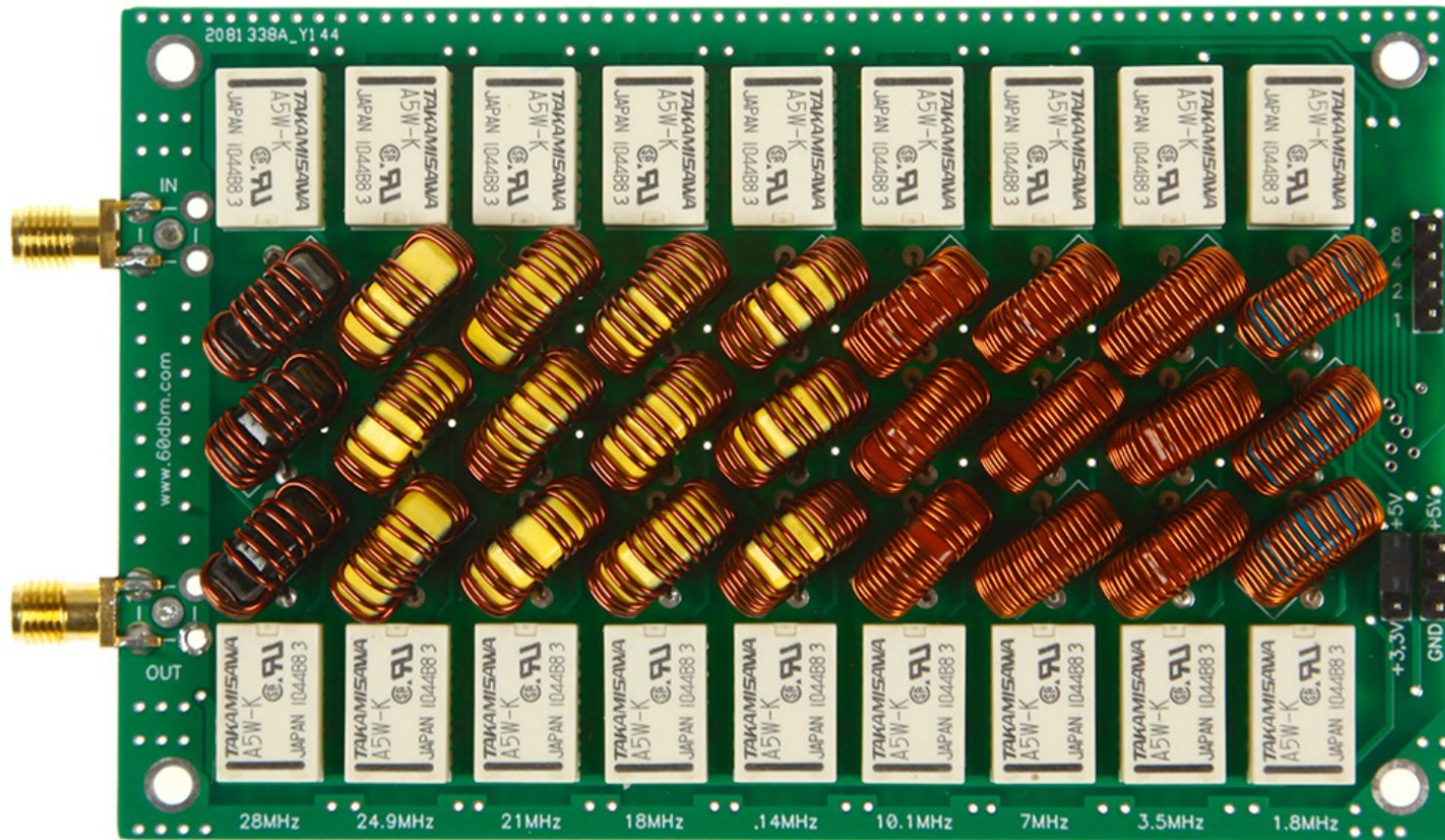


Das Breitbandspektrum des abgetasteten Signals



Der Eingang ist ein „Scheunentor“ von 0 – 60 MHz und hat keinerlei Selektion

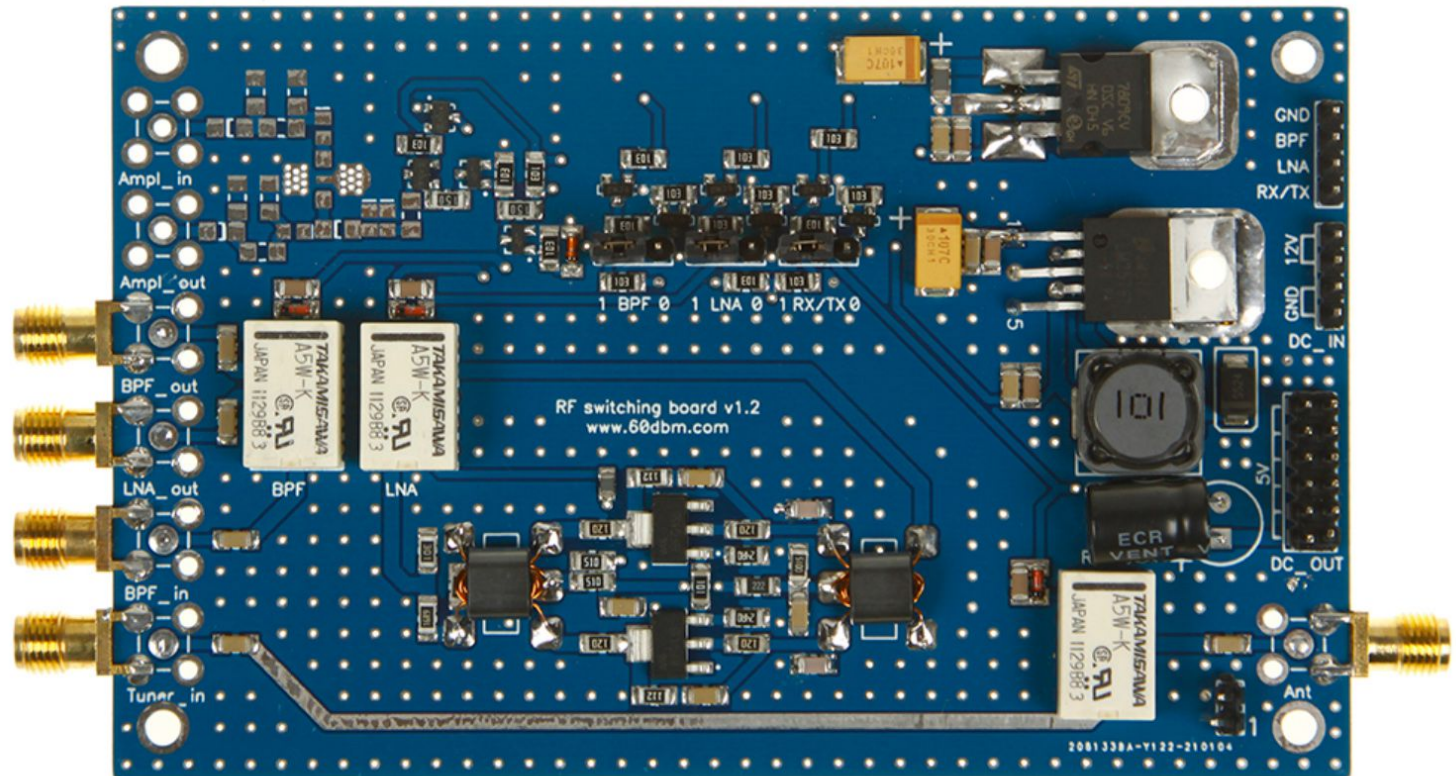
RX-Bandpass



[<https://www.60dbm.com>]

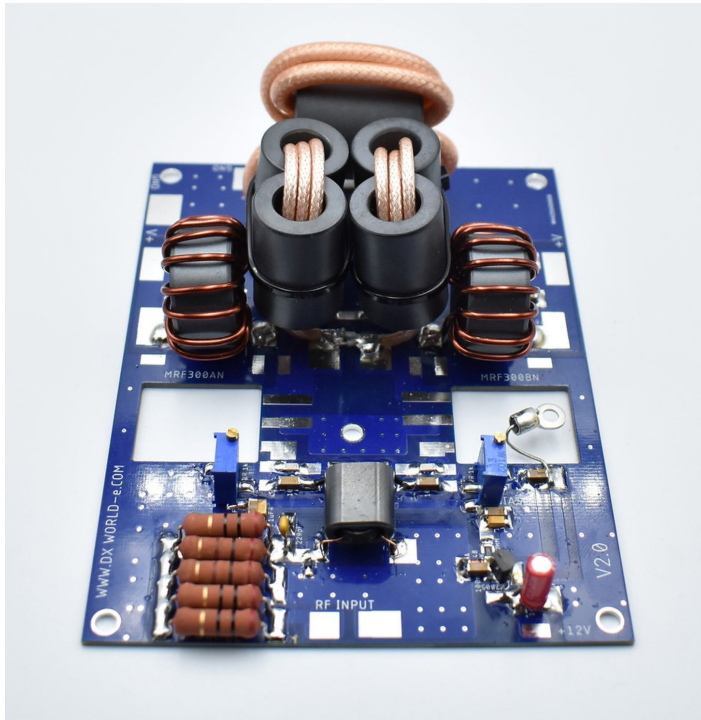
Vorverstärker (Universal-Board)

- RX-Vorverstärker
- TX-Treiber
- viele Schaltmöglichkeiten



[<https://www.60dbm.com>]

PA

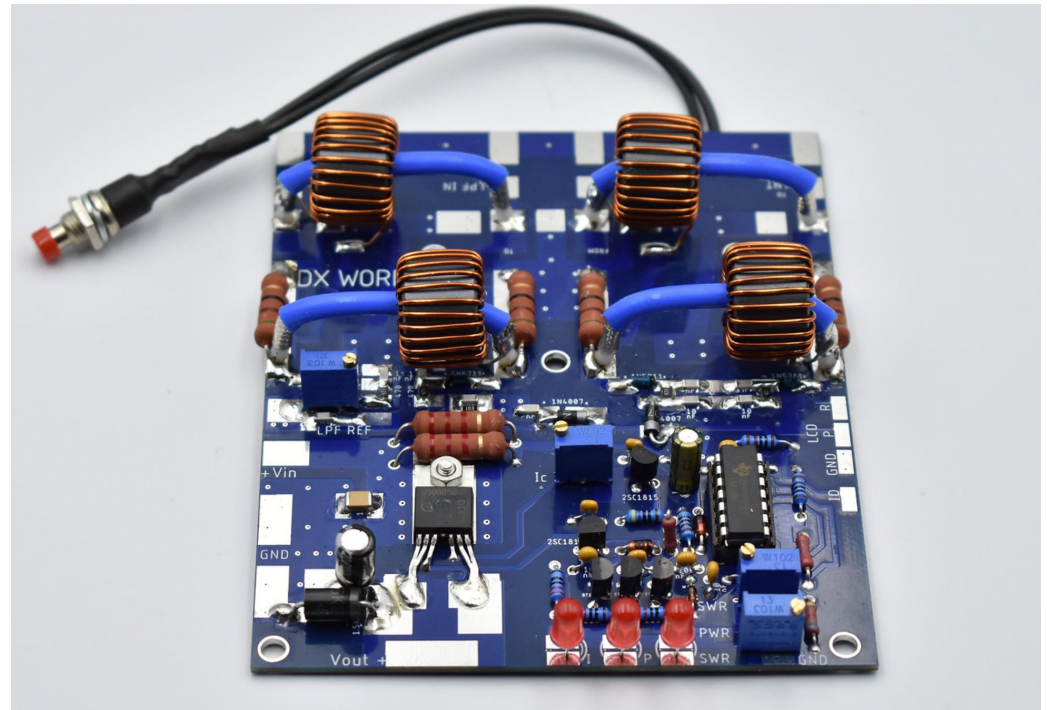


[<https://www.dxworld-e.com/shop>]

650-W-PA mit MRF 300

- sehr geringer Schaltungsaufwand für Stabilität und Gate-Schutz

+

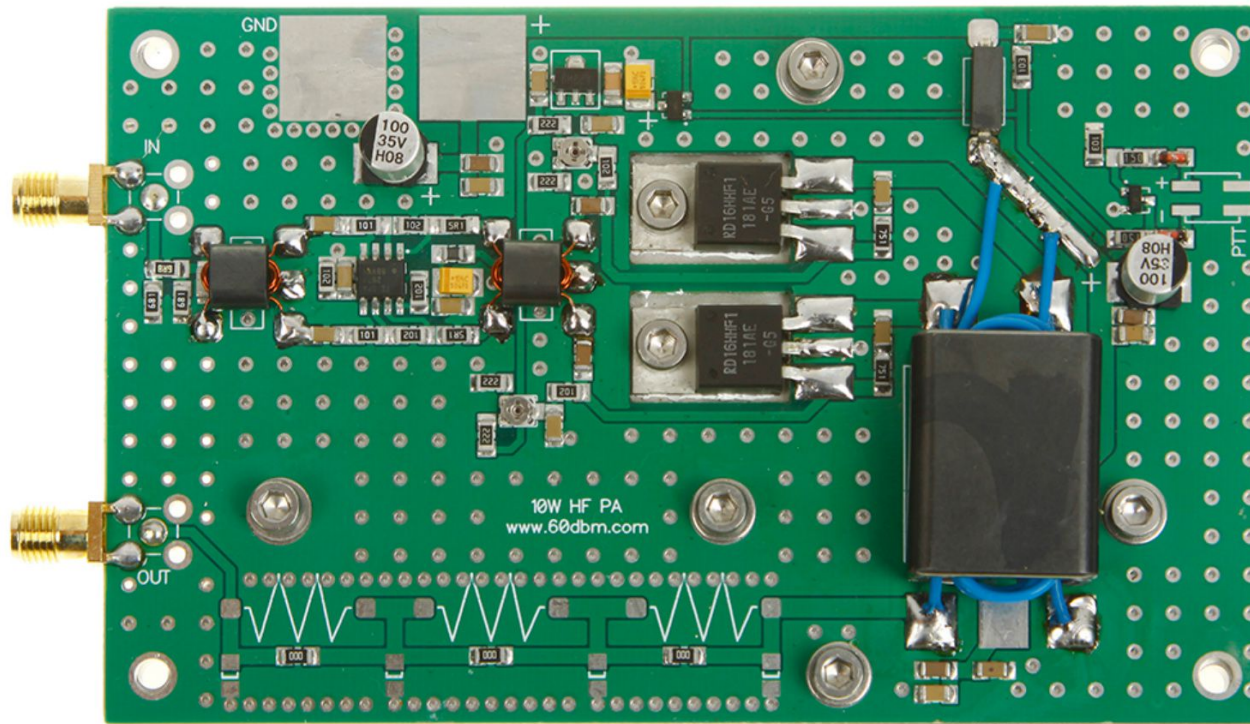


[<https://www.dxworld-e.com/shop>]

Dual Protection Board

- Leistungsmessung für hin- und rücklaufende Welle
- schaltet Versorgungsspannung der PA bei hohem SWR, zu hoher Leistung und Überstrom

PA



[<https://www.60dbm.com>]

10-W-PA

- problemlose Inbetriebnahme

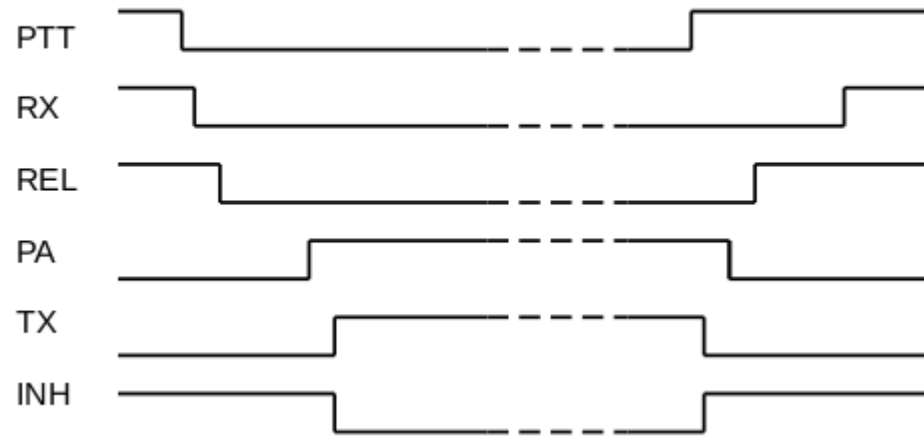
RX/TX - Umschaltung

Mit handelsüblichen Relais und RF-Delay

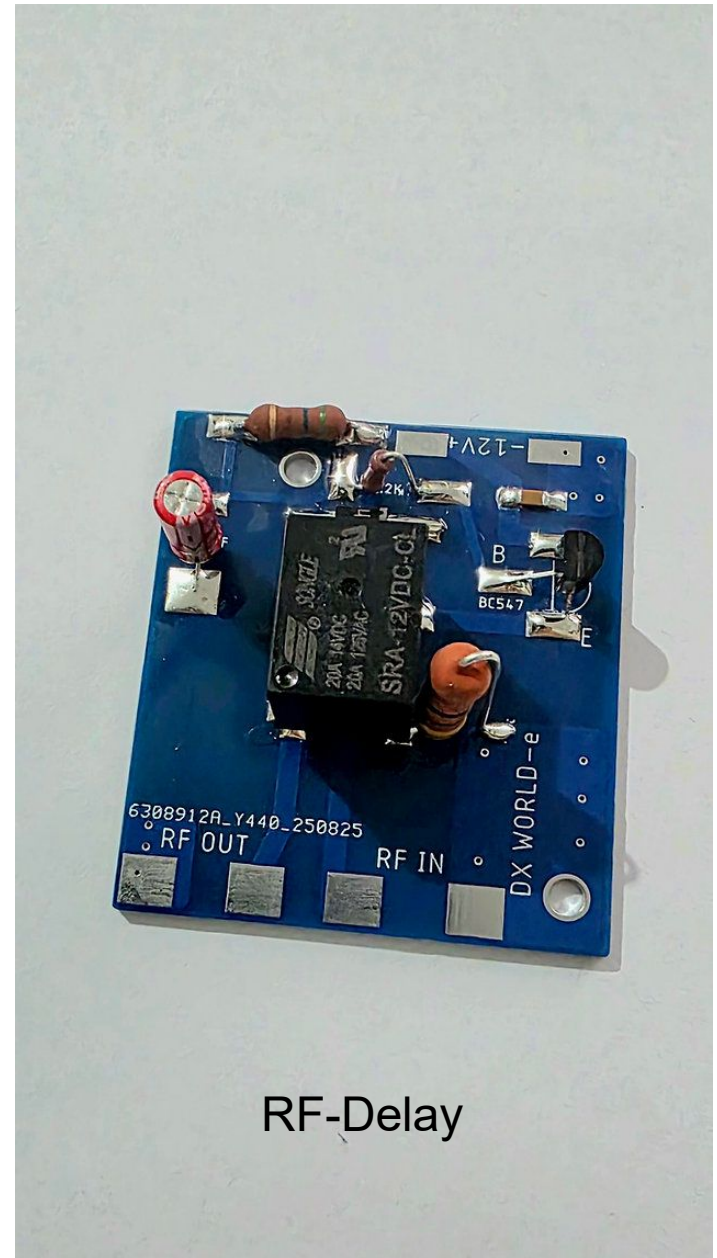


Bei höheren Leistungen: Sequencer

Signal sequence



[SM6VFZ]



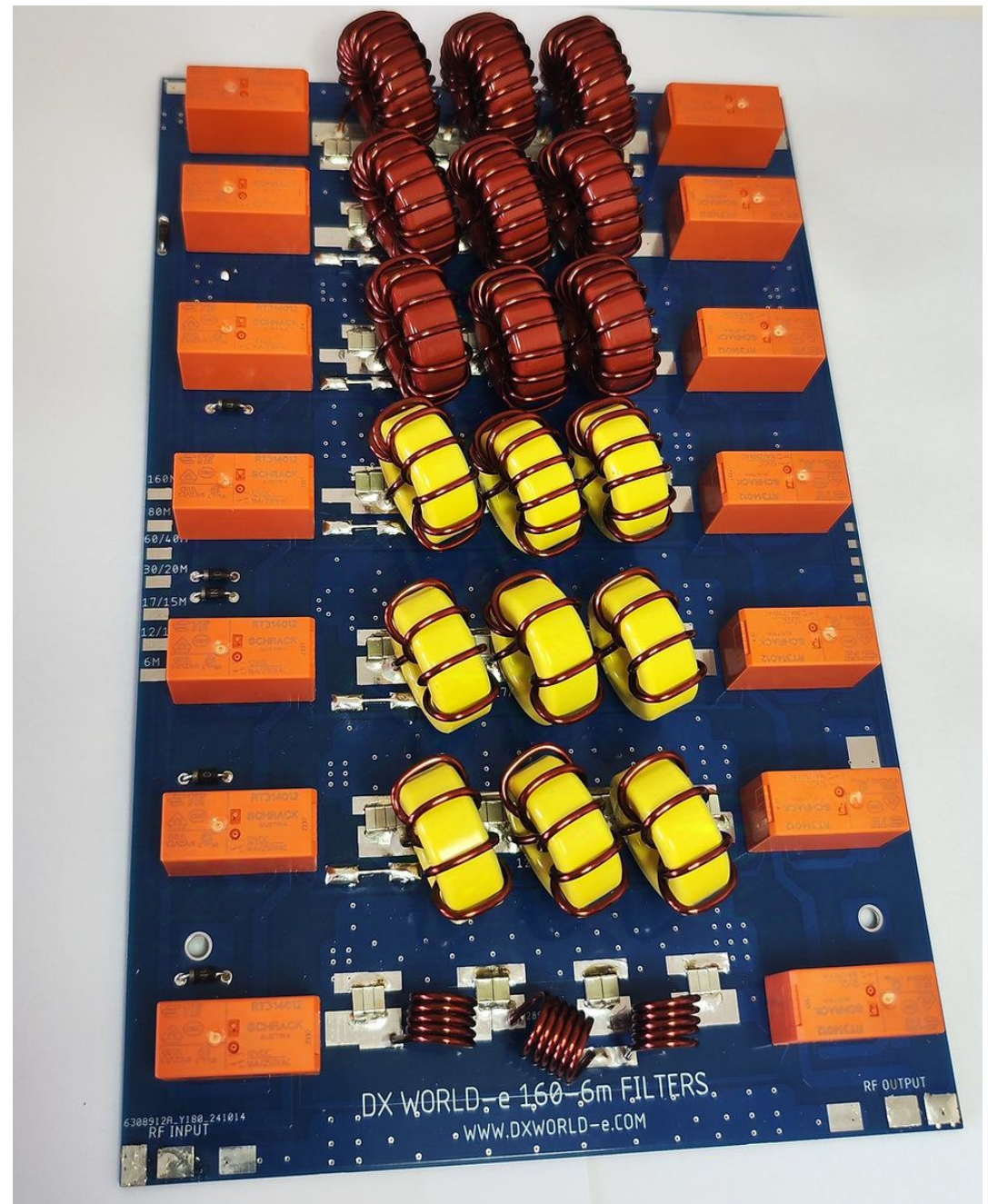
RF-Delay

TX-Tiefpass

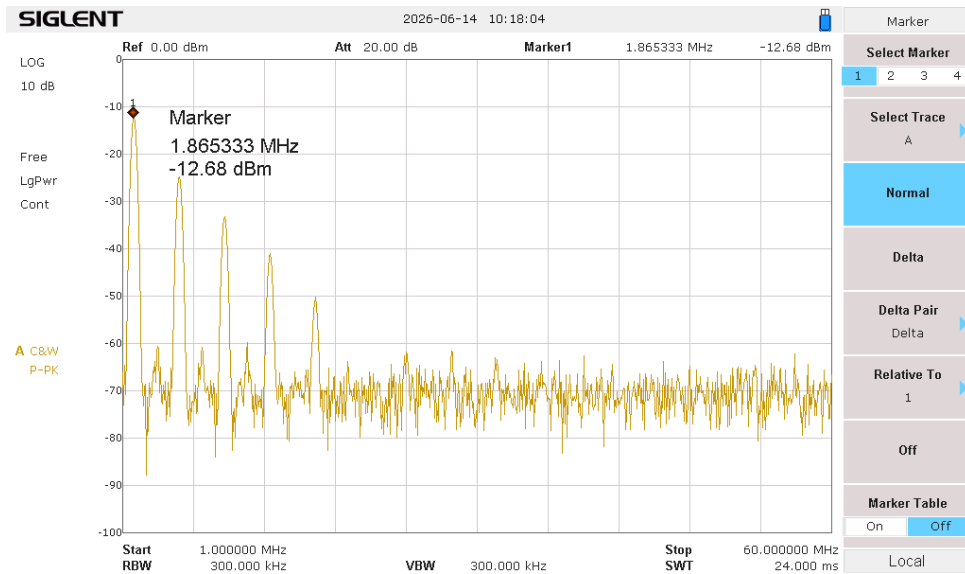
- gibt es bei mehreren Lieferanten
- Qualitätsunterschiede in der Anzahl der Pole (5-polig / 7-polig) und Leistung

Polzahl eines Filters

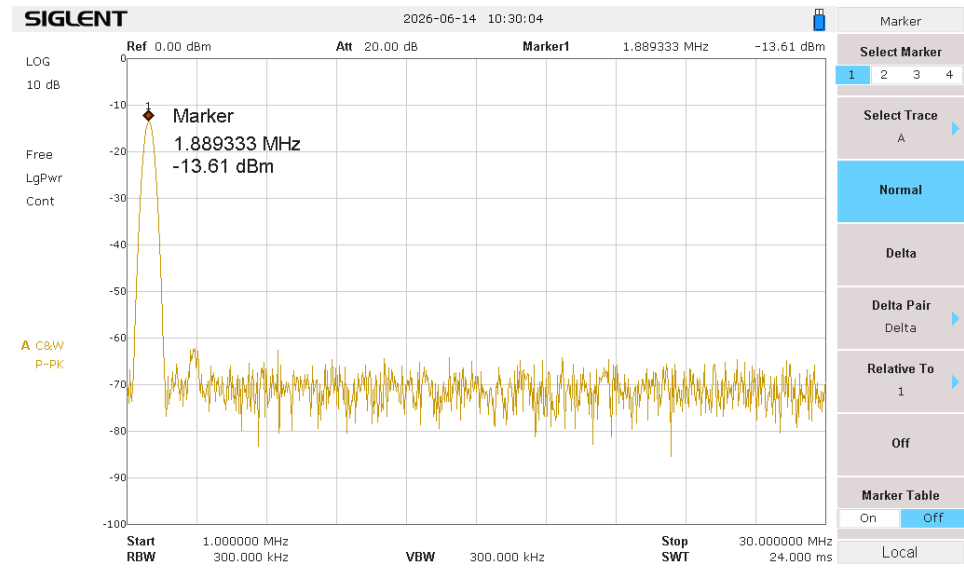
- pro Pol eine Dämpfung von 12 dB pro Dekade oder 6 dB pro Oktave



Wirkung des Tiefpassfilters



Vor dem Tiefpassfilter

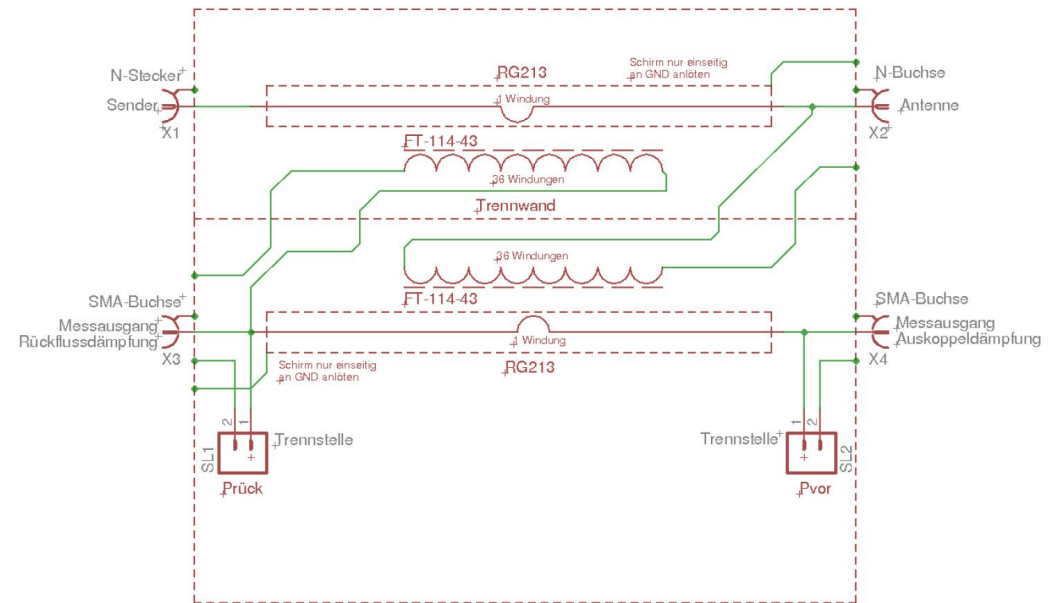
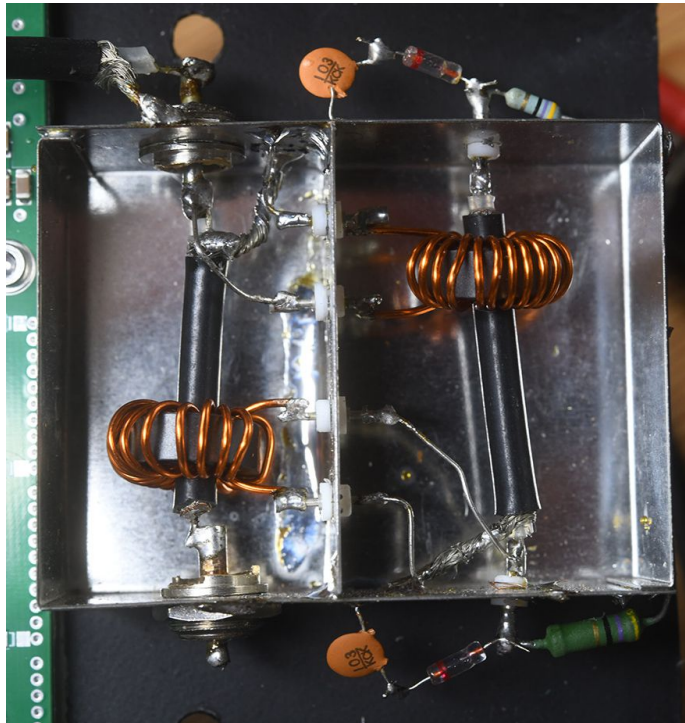


Hinter dem Tiefpassfilter

Kriterien für Tiefpassfilter im TX:

- übertragbare Leistung
- Grenzfrequenz
- Ordnung (Flankensteilheit)

Der HF-Messkopf (Stehwellenmessgerät)



[https://dl4jal.de/pdf/messkopf_mit_ad8307_PDF]

Messung von hin- und rücklaufender Leistung
Abschluss der Messausgänge mit 50 Ohm

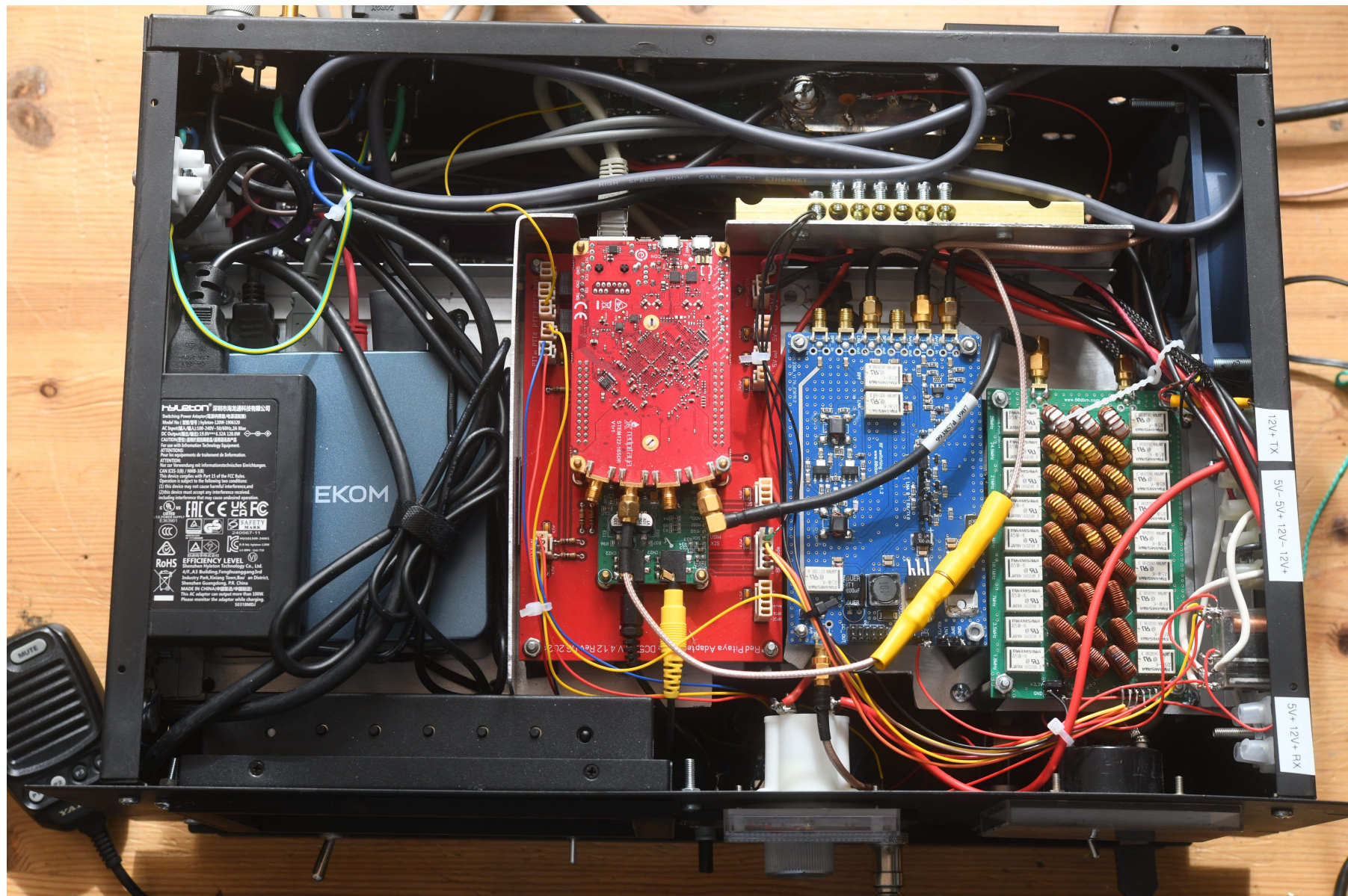
Der eingebaute Mini-PC

- Läuft beim Einschalten hoch
- Startet ohne Anmeldung
- Verbindung mit RedPitaya über LAN
- Probleme durch lange, dicke Kabel



[<https://www.geekom.de/geekom-mini-it12-mini-pc>]

1.6 Der Aufbau







1.7 Das FT8-Problem

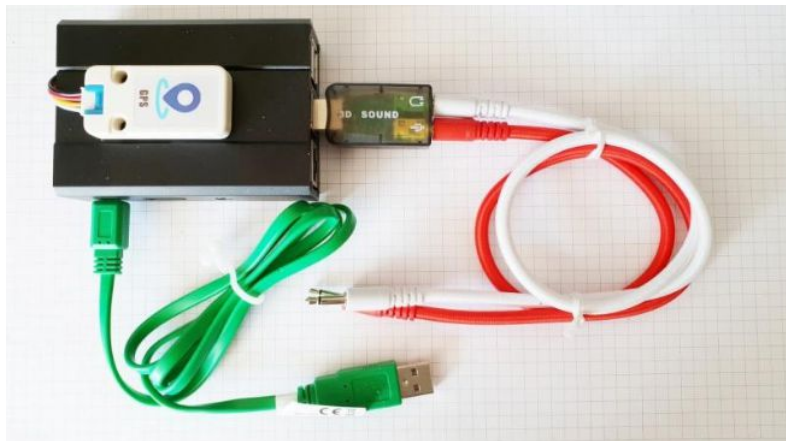
- eine Steuerung des RP über CAT ist nicht vorgesehen
- VOX funktioniert nicht wegen Adapterplatine

Eine Lösung:

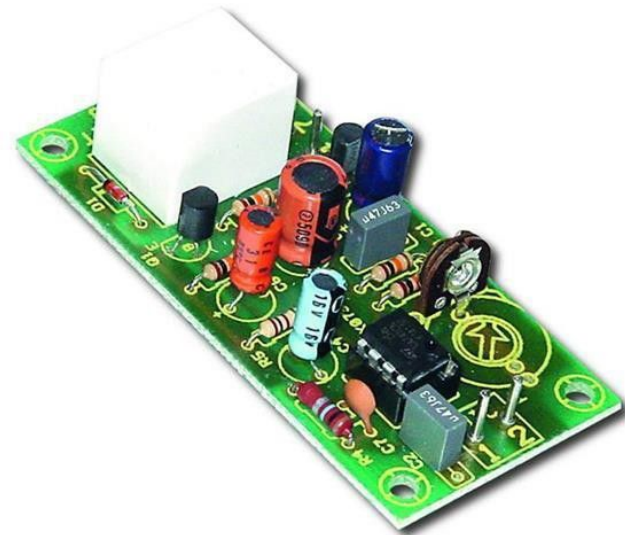
Die FT8-Box von HB9HCl

+

VOX



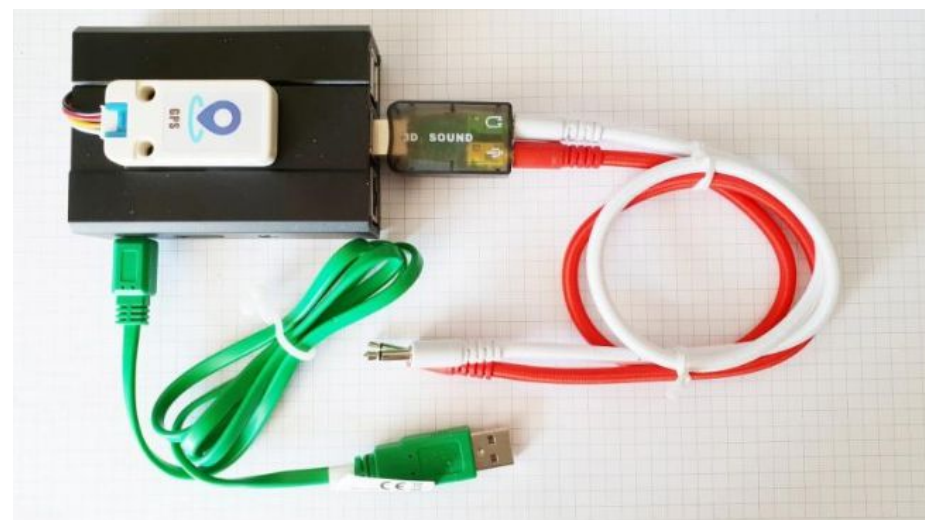
+



[<https://lutz-electronics.ch/stationaer/geraetezubehoer/hb9hcis-ft8-box/>]

[<https://donau-elektronik.de/Artikel/Smart-Kit-Bausaetze/2980/B1073-Akkustischer-Schalter-VOX>]

- Raspi 3B als Accesspoint und WSJT-Programm
- Zugriff über VNC auf AP
- Zeitsynchronisation über RJ45 (zu Hause)
Oder über GPS-Unit
- FTP-Server eingebaut
- Client-Zugang vorhanden bei Smartphone als HotSpot
- Display über Handy, Tablet, Notebook



<https://ft8--box.hb9hci.support/>

Weitere Lösungen

- Selbstbau der FT8-Box mit guten Linux-Kentnissen
[<https://ft8--box.hb9hci.support/>]



Das ist SOTA!!

- Erweiterung der Software des RedPitaya
[https://www.darc.de/fileadmin/filemounts/distrikte/r/ortsverbaende/17/PDF/Red_Pitaya_SDR.pdf]

Hauptprobleme bei der Entwicklung:

- mechanische Bearbeitung mit begrenztem Werkzeug schwierig
- Konzeptänderungen ziehen einige mechanische Änderungen nach sich
- teilweise fehlende Schaltpläne und Beschreibungen der Module
- schlechte elektrische Qualität der Module bei einigen Lieferanten

Positiv:

Der **RedPitaya** hält, was er verspricht:

- problemlose Inbetriebnahme und Betrieb
- modernste Technik (große Bandbreite von 60 MHz, hohe Auflösung von 16 Bit, hohe Prozessorleistung)
- flexible Software



Nützliche Links

[<https://www.hdsdr.de/hardware.html>]

[<https://smartradioconcepts.com/p/charly-25-allband-trx>]

[<https://redpitaya.com/>]

[https://www.dc5ww.de/red_pitaya/Mit_%20dem_Red_Pitaya_zum_KW-Transceiver_aktuelle_Version.pdf]

[<https://www.60dbm.com>]

[<https://www.dxworld-e.com/shop>]

[https://dl4jal.de › pdf › messkopf_mit_ad8307 PDF]

[<https://www.geekom.de/geekom-mini-it12-mini-pc>]

[<https://lutz-electronics.ch/stationaer/geraetezubehoer/hb9hcis-ft8-box/>]

[https://www.darc.de/fileadmin/filemounts/distrikte/r/ortsverbaende/17/PDF/Red_Pitaya_SDR.pdf]

