

# QRV über den geostationären Amateurfunksatelliten QO-100

Eine Baubeschreibung von Sepp Potyka, DK7AC<sup>1</sup>.



# Inhaltsverzeichnis

Was ist QO-100.....	3
QO-100 Bodenstation light.....	5
Der Transceiver:.....	6
Der Empfangszweig:.....	6
Der Sendezweig:.....	7
Der Messaufbau zur Messung des SWR:.....	9
Die Software SDR-Console:.....	10
Verbesserung der Frequenzstabilität:.....	11
Der Umbau des LNB:.....	14
Abgleich Pluto.....	17
Abgleich LNB.....	18
Feinabgleich.....	20
Signalkontrolle.....	22
Verkabelung:.....	24
Ethernet-Anschluss.....	25
Gehäuseeinbau.....	26
Verwendete Bauteile:.....	28
Hinweise:.....	30
Weiterführende Links:.....	31

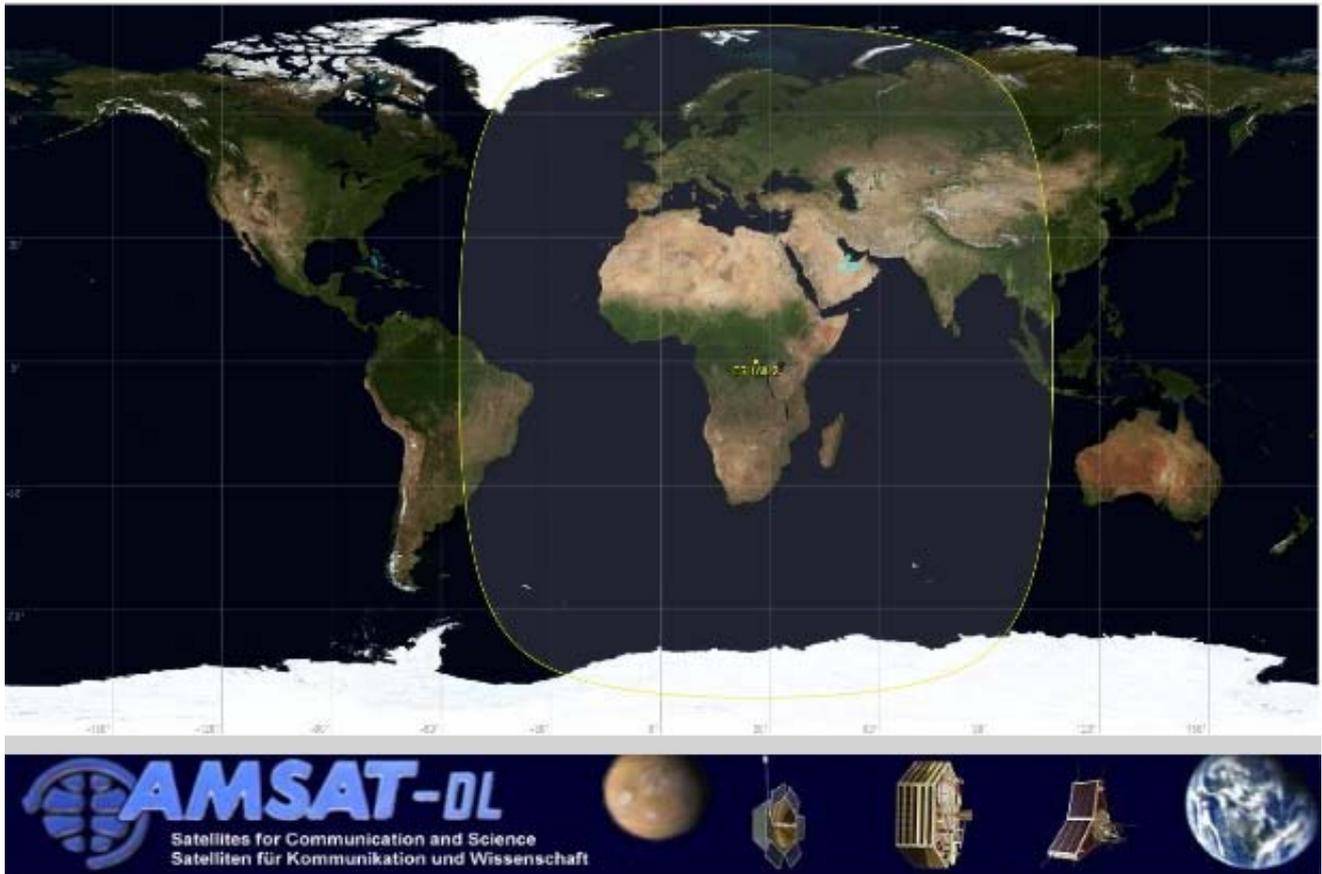
# Was ist QO-100



Dieser erste geostationäre Umsetzer auf dem Satelliten ES'hail-2 ist ein Gemeinschaftsprojekt der Qatar Satellite Company (Es'hailSat), der Qatar Amateur Radio Society (QARS) und der AMSAT Deutschland (AMSAT-DL<sup>2</sup>).

Durch die geostationäre Umlaufbahn ist damit für den Amateurfunkdienst unabhängig von den wechselnden Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle rund um die Uhr Funkverkehr im Gebiet zwischen Brasilien – Thailand – Island – Antarktis möglich.<sup>3</sup>

## Earth Coverage Es'hail-2



So ist z. B. der Kontakt zu DP0GVN in der Neumeyer-Station in der Antarktis<sup>4</sup> möglich.

German Antarctic Station Neumayer III

# DPØGVN

P4-A / Es'hail-2  
QO-100  
Qatar-OSCAR 100

Atka Bay - Ekstrøm Ice Shelf - Dronning Maud Land

# QO-100 Bodenstation light

Ziel war es, eine portable Station für QO-100 mit geringem Aufwand unter Verwendung handelsüblicher, günstiger Komponenten zu bauen.

Um über QO-10 qrv zu werden, gibt es verschiedene Wege.

- Fertige Sende Empfangsumsetzer
- Bausätze

Beide Lösungen setzen auf einen Transceiver zur Signalaufbereitung und sind auch relativ kostenintensiv. Also habe ich nach einer günstigeren Lösung gesucht, die auch dem Steckdosenamateur den Weg zum Einstieg in den Funkbetrieb über den geostationären Satelliten ermöglicht. Zugegeben, auch für mich war der Umgang mit Frequenzen oberhalb 440 MHz auf der Sendeseite Neuland. Und es sollte eine Anlage werden, die sowohl zu Hause stationär als auch unterwegs einsetzbar sein sollte.

Ich ging also im Internet auf die Suche nach geeigneten Komponenten. Als Transceiver fand ich den Adalm Pluto, ein Experimentiersystem für Studenten, das letztendlich den Bereich von 70-6000 MHz abdeckt und Vollduplex tauglich ist.

Die 5mW Ausgangsleistung des Pluto werden mit einem 30dB Vorverstärker und einem WLAN-Verstärker (10dB) auf ca. 4W gebracht. Dieser Wert reicht aus, um ein brauchbares Signal zu erzeugen, die Verstärkung hat eine deutliche Reserve und erfordert es, die Ausgangsleistung des Pluto zu reduzieren.

Als Antenne verwende ich einen 80cm Spiegel, gespeist von einer Helixantenne mit 3,5 Windungen, die direkt vor dem LNB montiert ist.

Der LNB ist ein Octacon Twin LNB, der über eine Einspeiseweiche mit 13,8 V versorgt wird.

Vervollständigt wird der Transceiver mit einem Spannungswandlermodul, das den Pluto mit 5V versorgt, einem USB-Ethernet-Adapter und einigen Kleinteilen wie Schalter, Sicherung etc.

Eingebaut wurde das komplette System auf einer ALU-Platte in ein vorhandenes Schubert-Gehäuse.

Der Transceiver wird über ein LAN-Kabel direkt an das Notebook angeschlossen, damit ist ein abgesetzter Betrieb auf dem Dachboden möglich, um die Leitungslänge zur Helixantenne so kurz wie möglich zu halten. Auch der Anschluss an den Router des Heimnetzwerks funktioniert ohne Änderungen, wurde aber aus Gründen der Potentialtrennung nicht umgesetzt. Die Stromversorgung erfolgt über ein separates Kabel, denn der Strom von ca. 1,3 A bei 13,8V übersteigt die Spezifikation einer passiven Einspeisung über das LAN-Kabel.

Als Software verwende ich die SDR-Console<sup>5</sup> von Simon Brown unter Windows 10 auf einem Notebook.

Sowohl LNB als auch Pluto sind nicht ausreichend frequenzstabil, daher ist der Austausch des Quarzes im LNB und des TCXO im Pluto gegen einen stabilen TCXO erforderlich! So ganz ohne löten geht es also nicht, es sind aber auch schon umgebaute Teile erhältlich. Aber um die Funktion zu testen, kann man auch ohne Umbau starten.

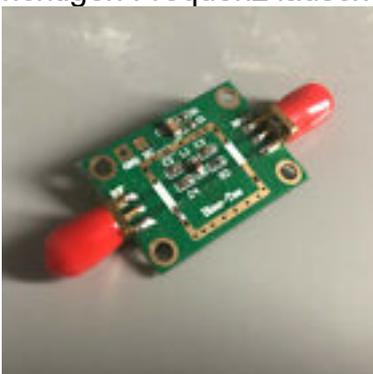
### Der Transceiver:



Der Adalm-Pluto<sup>6</sup> liefert 5mW Ausgangsleistung und verfügt über separate Anschlüsse für den Sende- und Empfangszweig. Als Benutzeroberfläche verwende ich die SDR-Console, der Anschluß an den PC erfolgt über die USB-Schnittstelle. Damit sind schon erste Versuche im gesamten Frequenzbereich möglich, durch die Voll duplex-Fähigkeit kann man sein eigenes Signal empfangen.

### Der Empfangszweig:

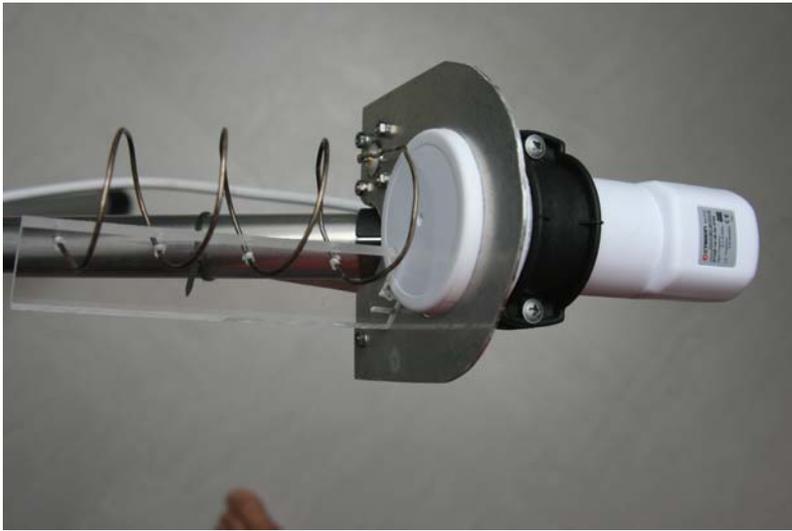
Prinzipiell eignet sich jede TV-Sat Schüssel mit einem PLL-stabilisierten LNB<sup>7</sup>, mit der TV-Programme von Astra zu empfangen sind. Für erste Versuche einfach eine Fernspeiseweiche zur Versorgung des LNB mit ca. 12...15V einschleifen, den Pluto an den Ausgang der Weiche anschließen, die Schüssel etwas nach Osten drehen und auf der richtigen Frequenz lauschen...



Bias Tee Wideband 10-6000 MHz Der LNB wird mit 13,8V bei ca. 140mA versorgt.

## Der Sendezweig:

Hier geht es nicht ganz so einfach, aber es ist auch kein Hexenwerk. Zuerst einmal die Sendeantenne. Gewählt habe ich eine Helix<sup>B</sup> mit 3,5 Windungen CuAG-Draht, 1,5mm, die ich auf ein 40mm KG-Rohr gewickelt habe, es geht auch mit selbstklebender Kupferfolie. Die N-Buchse zur Einspeisung wurde auf eine 100x100mm große Aluplatte montiert, die so ausgeschnitten wurde, dass sie auf dem Rand des LNB sitzt und mit 2 Winkeln an der LNB-Halterung befestigt ist. Die Helix wurde durch ein entsprechend gebohrtes Plexiglas-Stück gefädelt und auf der Alu-Platte verschraubt.



Die Ausgangsleistung des Pluto von 5mW wird um 30dB mit einem 2-stufigen Vorverstärker und einem WLAN-Booster auf ca. 5W verstärkt. Zudem wird ein 2400MHz Bandpassfilter eingesetzt. Die Stromaufnahme beträgt im Sendefall 1,15A, das entspricht etwa 16W Ein- bei ca. 5W Ausgangsleistung. Die Verbindung der einzelnen Komponenten erfolgt mittel fertig konfektionierter RG316 Kabel mit SMA-Steckverbindern.



30dB Vorverstärker    Bandpass 2,4GHz    Endstufe

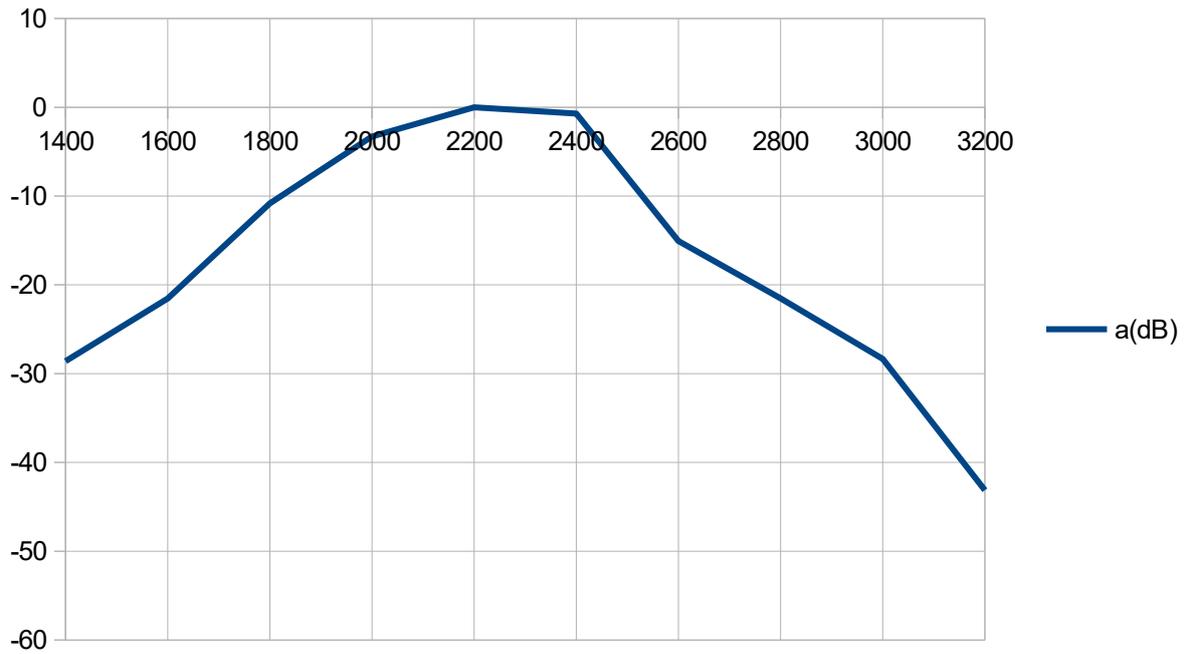
Hier ist durchaus etwas Reserve vorhanden, daher habe ich die Ausgangsleistung des Pluto reduziert. Als Verbindung zur Antenne dient ein handelsüblichen 1m Kabel mit RP-SMA und N-Stecker.

Die folgende Tabelle zeigt den Pegel am Ausgang der jeweiligen Stufe.

Pegelplan TX

	Pluto	RG316 10cm	DC-Weiche	RG316 10cm	DC-Weiche	RG316 10cm	3M9009	RG316 10cm	Ep-AB003	RG316 100cm	Helix 3,5Wdg.
dB	0	-0,14	-1	-0,14	-1,5	-0,14	20	-0,14	12,2	-1,39	
dBm	7	6,86	5,86	5,72	4,22	4,08	24,08	23,94	36,14	34,75	
mW	5		3,9		2,6		256		4111	2985	

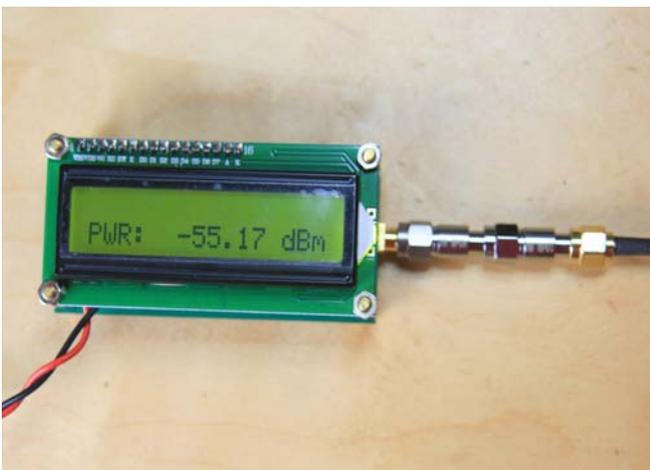
Der WLAN-Verstärker hat folgenden Durchlassbereich:



# Der Messaufbau zur Messung des SWR:



Er besteht aus einem Richtkoppler, mehreren Dämpfungsgliedern und einer Leistungsanzeige. Zuerst wird die vorlaufende Leistung gemessen, dann werden Ein- und Ausgang des Richtkopplers vertauscht und die rücklaufende Leistung gemessen. Aus der Differenz ergibt sich die Rücklaufdämpfung und somit das SWR. Zum Abgleich wird die Helix entsprechend korrigiert. Vorlauf bei 2400 MHz -8dB, Rücklauf -32dB entspricht 24dB Rücklaufdämpfung = SWR 1.13 - auf Antrieb...



©BR70 21.09.21

# Die Software SDR-Console:

Hier eine Bildschirmaufnahme vom ersten Test-QSO:



Der Bildschirm teilt sich in 4 Bereiche: Oben die Menus für Einstellungen, Speicher usw. Links das Empfangsfenster für die Einstellungen des RX, Rechts das Sendefenster mit den entsprechenden Einstellmöglichkeiten und in der Mitte die Spektrumanzeige und das Wasserfalldiagramm. In dieser Anzeige sind noch die direkten Frequenzen zu sehen.

Bevor es an das erste qso geht, ist noch etwas Feintuning sinnvoll:

Im System befinden sich mehrere Oszillatoren, die alle nicht stabil auf der Sollfrequenz schwingen. Im Pluto ist von Haus aus ein billiger 40MHz TCXO verbaut, im LNB ein einfacher Quarz, dessen Frequenz und damit auch dessen Abweichung mit einem Faktor von 390 bzw. 361 vervielfacht wird und zusätzlich der Temperaturschwankung der Umgebung und der Sonnenbestrahlung ausgesetzt ist.. Und auch im QO-100 ist ein Oszillator vorhanden, der im Verhältnis aber stabil ist.

Um nun sowohl transceive als auch auf der richtigen Frequenz zu arbeiten, sind mehrere Maßnahmen erforderlich. Eine wäre die Anbindung an GPS, die allerdings nicht die preiswerteste ist. Alternativ ist der Einsatz stabilerer TCXO möglich. Diesen Weg bin ich gegangen, ich verwende TCXOs mit 0,2ppM Genauigkeit.

Erste Versuche mit den originalen Komponenten ergaben eine Drift nach dem Einschalten von ca. 25kHz, nach dem Austausch waren es nur noch ca. 25 Hz.

## **Verbesserung der Frequenzstabilität:**

Der TCXO im Pluto wurde durch folgenden Typ ersetzt: XTCLH40M000THJA1P0 (40MHz, 0,2ppm). Der originale TCXO wurde mit einer Lötspitze auf dem Gehäuse so lange erhitzt, bis die unten liegenden Lötstellen schmolzen und sich der TCXO mit einer Pinzette abheben lies.

Durch das neben dem TCXO befindliche Loch in der Leiterplatte wurde ein Schaltdraht vom TCXO-seitigen Anschluss von C123 auf die Unterseite geführt.

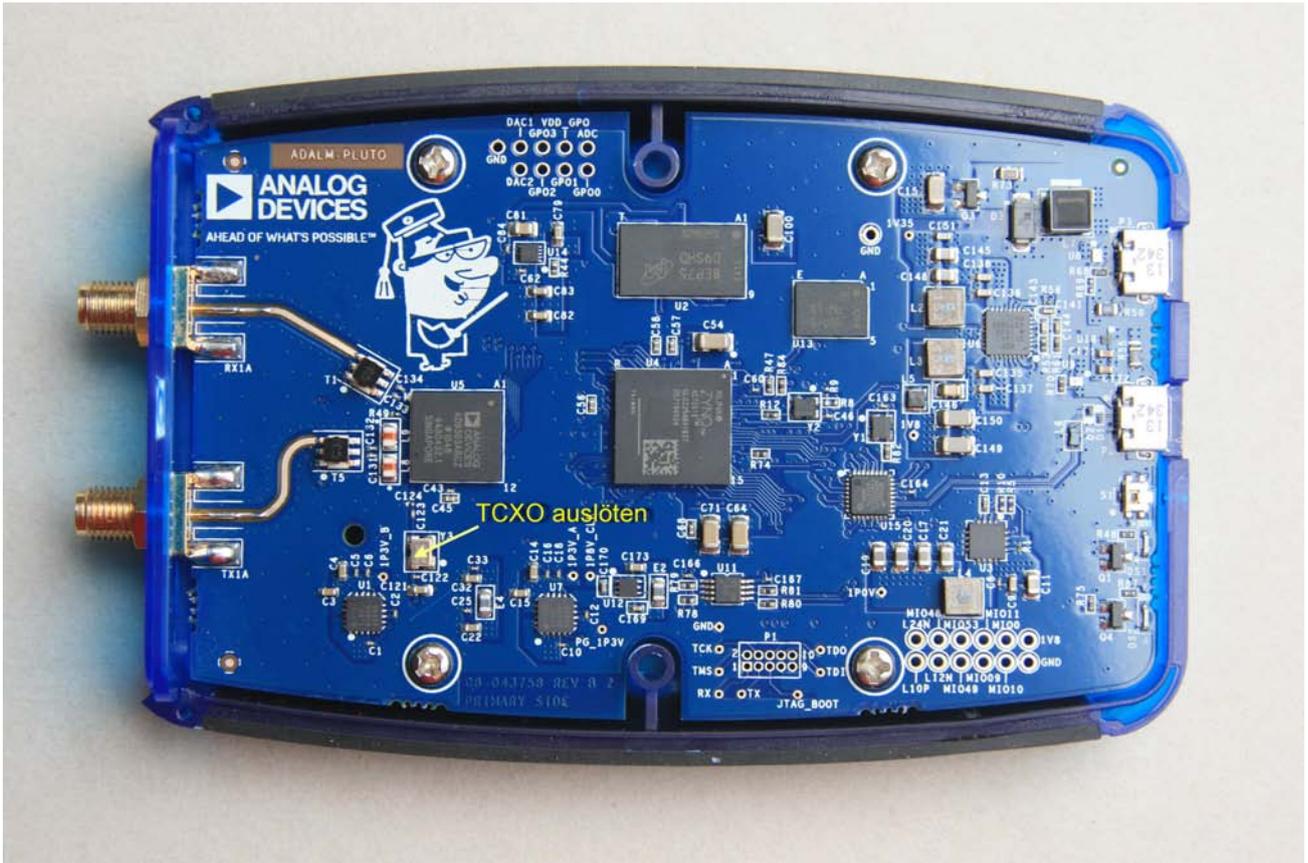
Der TCXO wurde mit doppelseitigem Klebeband auf der Leiterplatte fixiert und mit einem weiteren Draht an den Masseanschluß der SMA-Buchse gelötet.

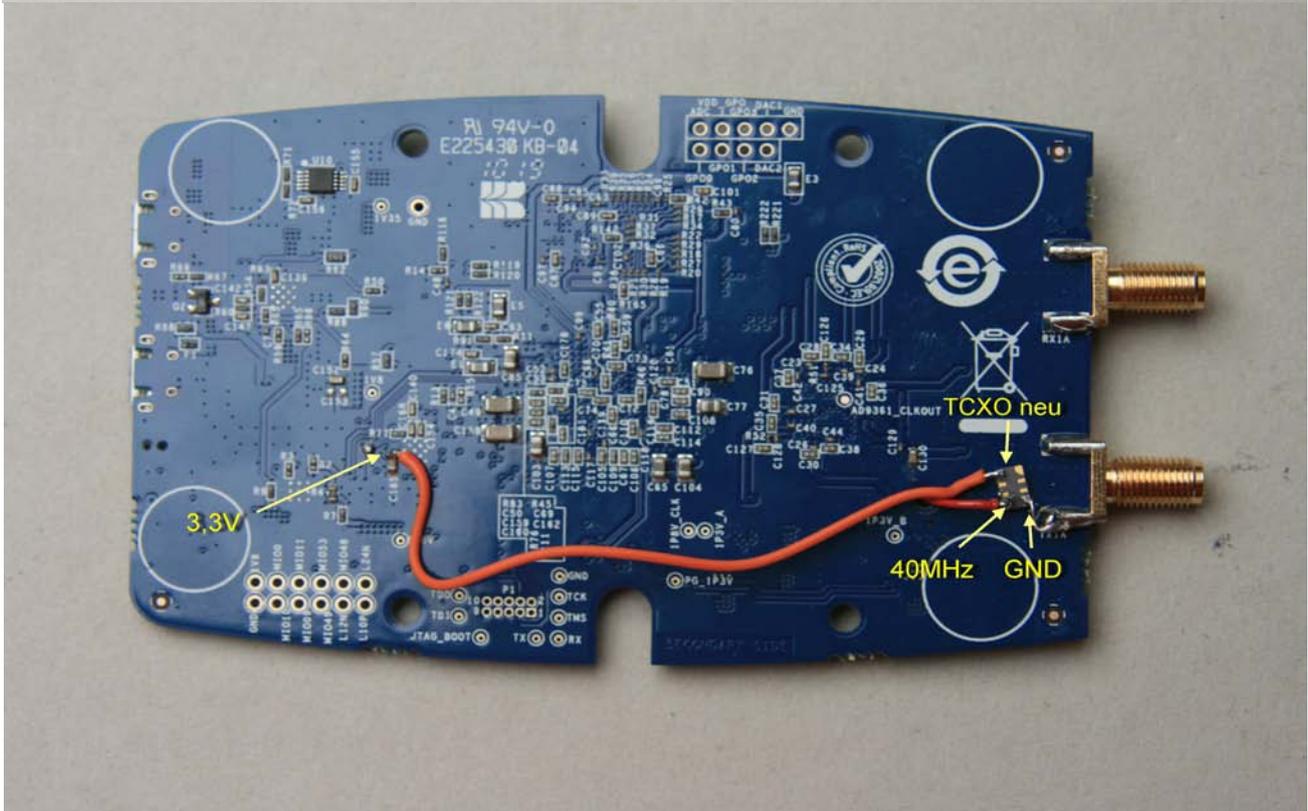
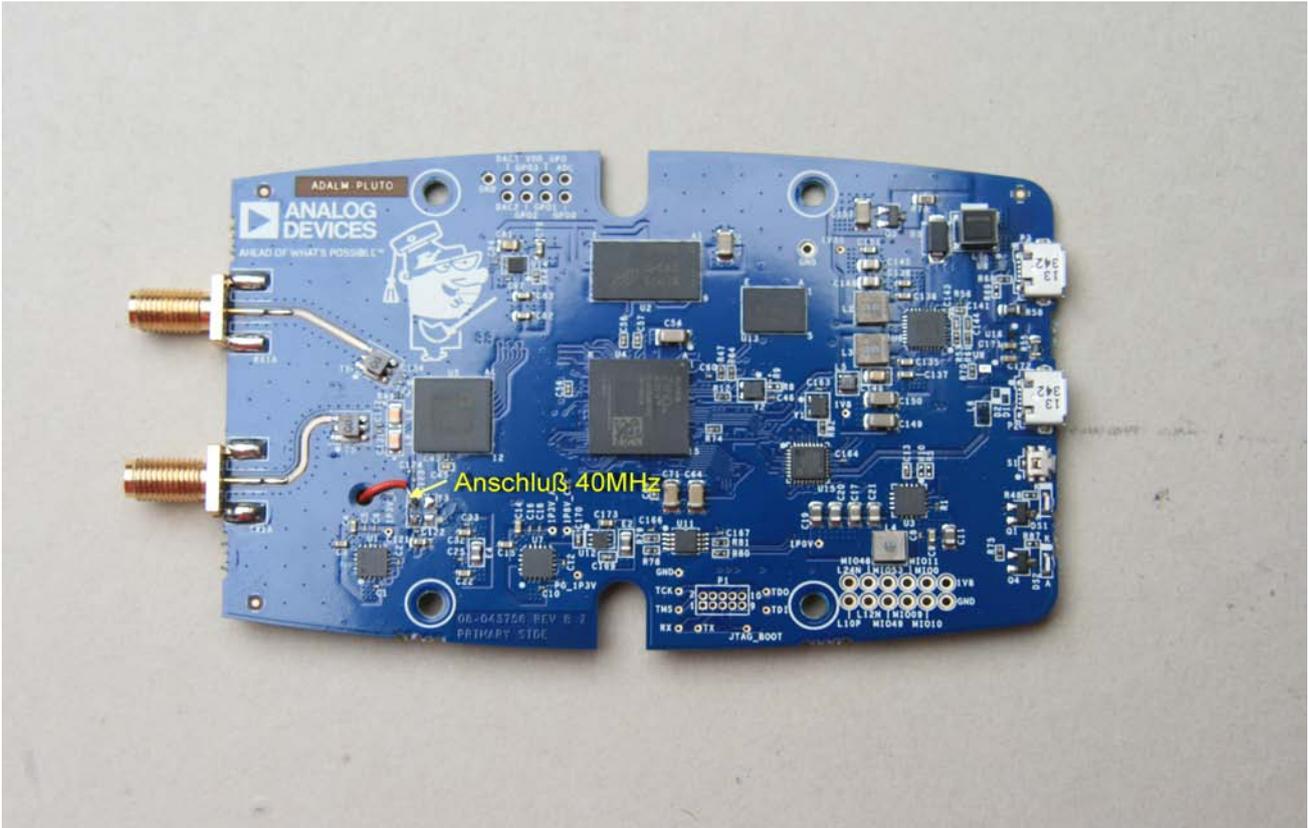
Auf der Unterseite befindet sich ein Punkt mit 3,3V an C165, von hier wurde ein weiterer Schaltdraht an den 3,3V Anschluss des TCXO geführt.

Der von der Oberseite kommende Draht wurde an den Ausgang des TCXO gelötet.

Damit ist der Umbau des Pluto beendet, die Fotos zeigen die einzelnen Umbauphasen.

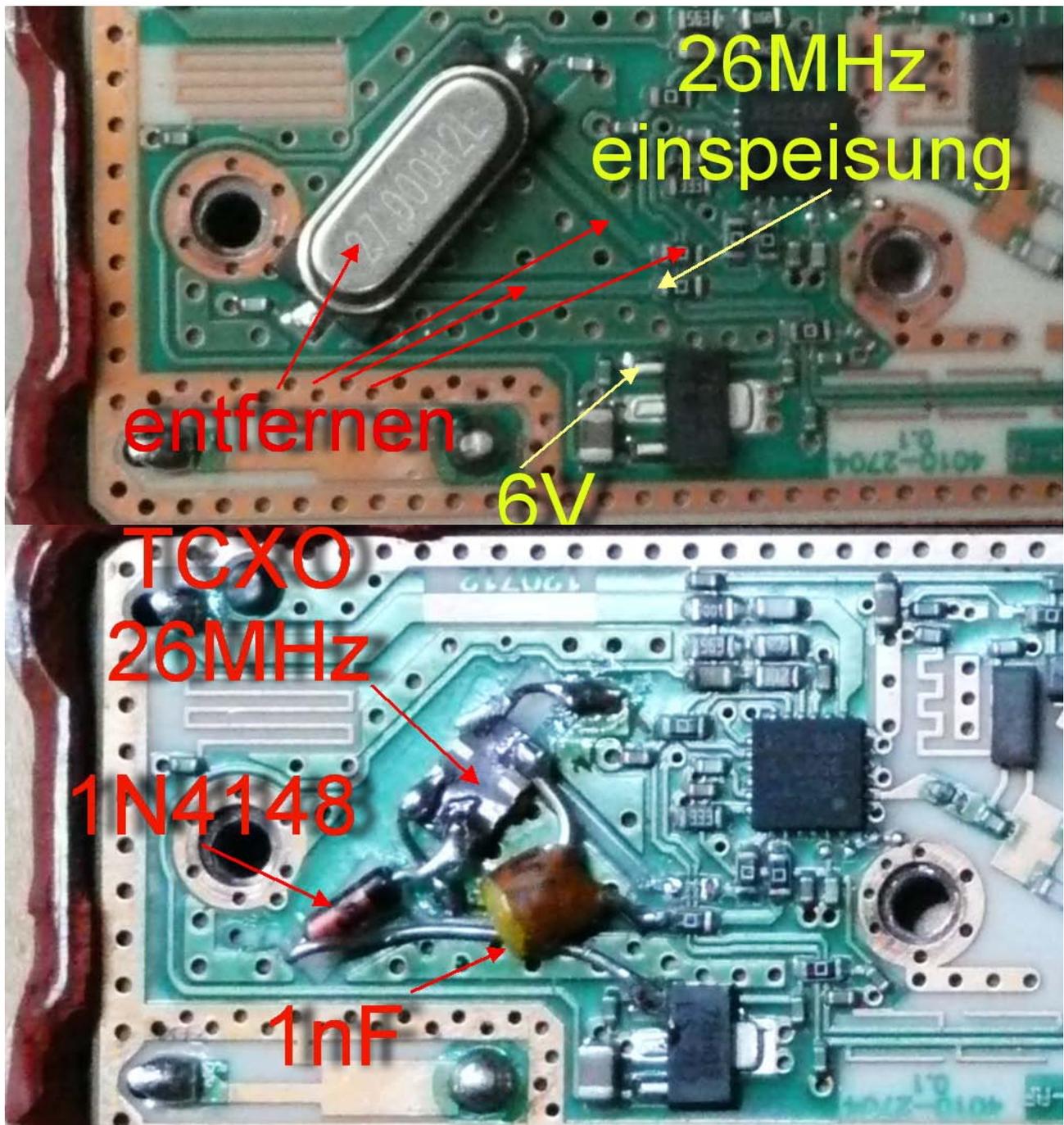
Der Umbau des Adalm Pluto auf TCXO mit 0,5ppm auf Unterseite:





## Der Umbau des LNB:

Das Kunststoffgehäuse wird geöffnet und entfernt. Das Metallgehäuse ist verschraubt und mit Vergussmasse abgedichtet. Die Schrauben werden freigelegt, die Vergussmasse mit einem Cutter aufgetrennt und der Deckel abgeschraubt. Bei einem Twin-LNB sind 2 Umsetzer enthalten, bei einem wird der Quarz ausgelötet, die Leiterbahn und das Koppel-C entfernt. An den anderen Quarzanschluß wird über einen 1nF-Kondensator das Ausgangssignal des TCXO eingespeist, die Stromversorgung erfolgt über eine 1N4148-Diode zur Spannungsreduzierung vom 6V Regler. Der Masseanschluß des TCXO wird mit der Massefläche der Leiterplatte verbunden, der 2. LNB wird nicht benutzt, kann aber z.B. für den TV-Empfang verwendet werden. Verwendet wurde ein 26MHz TCXO mit 0,2ppM Typ XNCLH26M000THJA2P0.



Wer den LNB nicht umbauen will, für den gibt es 2 Alternativen:

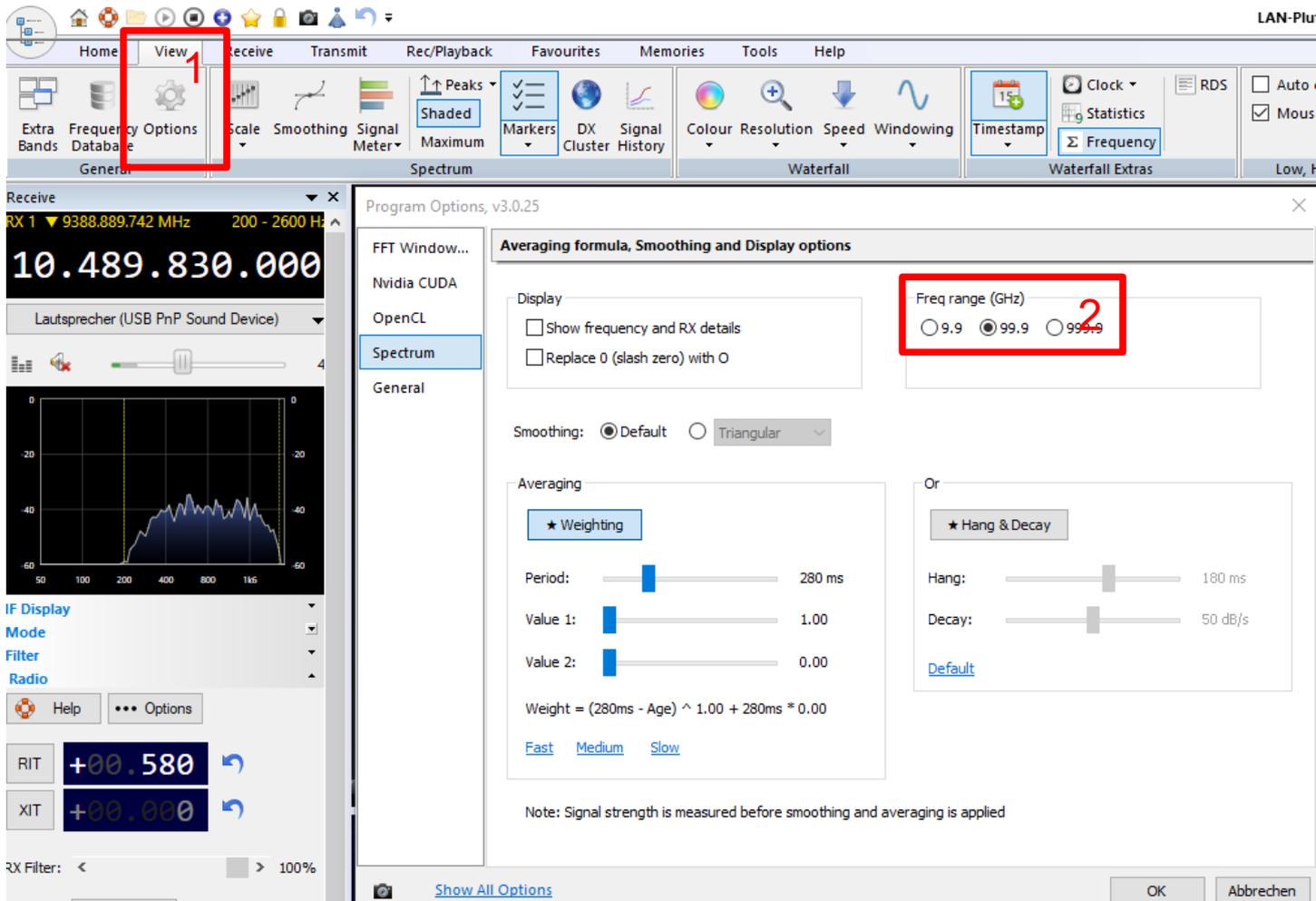
1. In der SDR-Console lässt sich die Frequenzdrift des LNB durch die Verwendung des Bakensignals von QO-100 zur Synchronisation kompensieren.
2. Es gibt LNB mit eingebautem TCXO, zum Beispiel den Bullseye LNB<sup>9</sup>.



Der Preis beträgt ca. 25€, allerdings hat der TCXO eine Abweichung von 2ppm, was aber geringer ist als der eines unmodifizierten LNB. Ich werde den LNB für meine Portabel-Station einsetzen

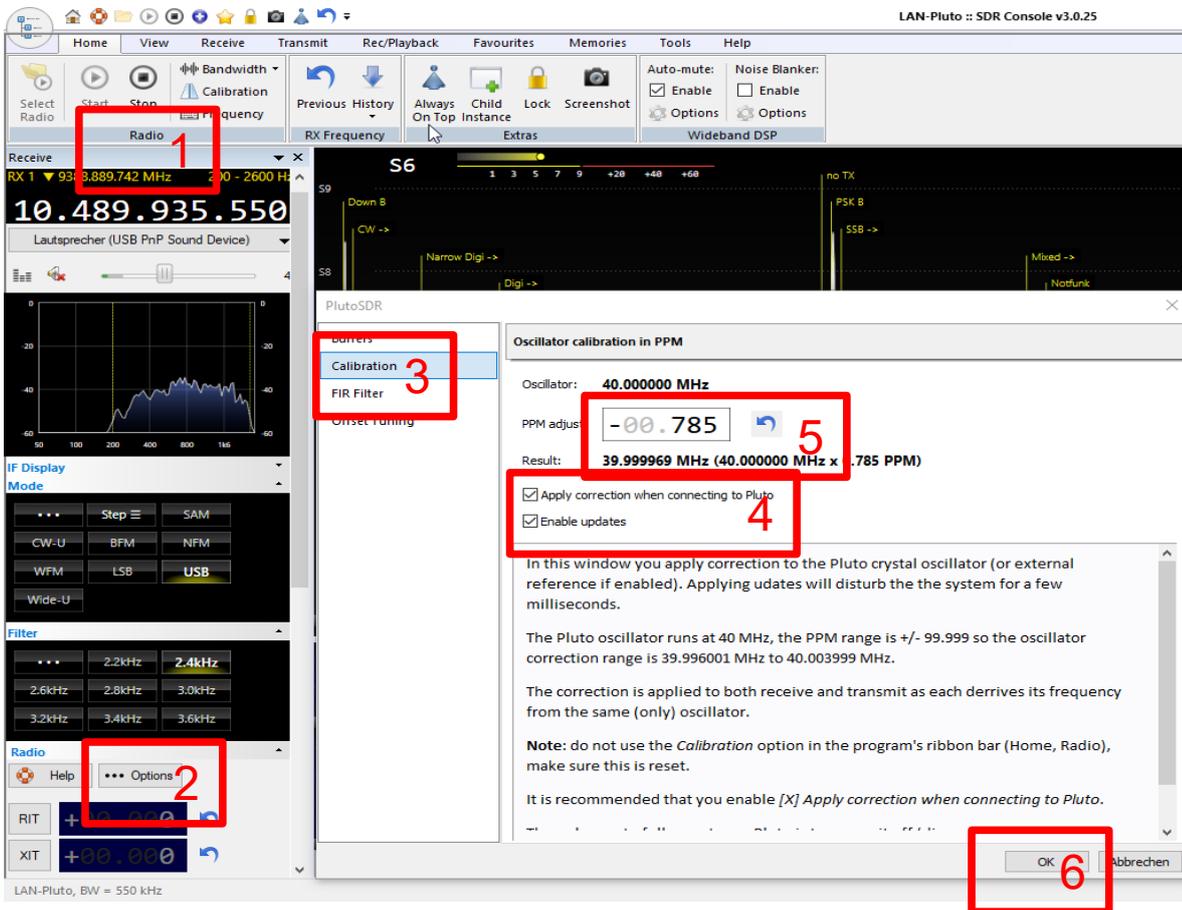
Jetzt bleibt noch die Frage, auf welcher Frequenz wird tatsächlich gesendet?

Zuerst sollte in der SDR-Console die Frequenzanzeige auf Werte >10GHz eingestellt werden. Unter **View**→**Options(1)** → **Spectrum** → **Freq range (GHz)** wird dazu der Eintrag **99,9 (2)** ausgewählt und mit **OK** gespeichert. Danach wird der Pluto neu gestartet.



## Abgleich Pluto

Zuerst ist der TCXO des Pluto auf Soll zu bringen. Das kann mit einem hochgenauen, beliebigen Signal erfolgen, zum Beispiel einem Bakensignal auf 2m, 70cm oder 23cm. Mit der SDR-Console erfolgt der Abgleich im Fenster **Radio(1)** → **Options(2)** → **Calibration.(3)**



Die Haken bei **Apply correction..** und **Enable updates(4)** sorgen für dauerhafte Anwendung bzw. sofortige Kontrolle des Ergebnisses.  
Nun wird mittels **PPM adjust(5)** der Pluto auf die richtige Empfangsfrequenz gezogen, wenn die Frequenz stimmt, wird das Fenster mit **OK(6)** verlassen

## Abgleich LNB

Wenn das erfolgreich war, kann nun die Frequenz des LNB für Betrieb über QO-100 korrigiert werden. Das Signal der Bake von 10489,500MHz wird vom LNB mit 9750 MHz runtergemischt, so dass es im Pluto auf 739,5 MHz zu hören ist. Die 9750 MHz werden es aber nicht genau sein, jetzt ist die Korrektur im Fenster **Select Radio(1)** → **Definitions(2)** → **Converter Selection Edit(3)** → **RX(4)**: erforderlich. Hier ist die Differenz der Empfangs- zur Bakenfrequenz zu ermitteln und bei 9750MHz zu berücksichtigen. Bei **TX** ist stets der Wert 8089.500.000 von QO-100 einzutragen.

The screenshot shows the SDR software interface with several windows open. Red boxes and numbers highlight the steps for adjusting the LNB frequency:

- 1:** The 'Select Radio' button in the top toolbar.
- 2:** The 'Definitions...' button in the 'Select Radio' window.
- 3:** The 'Converter selection' checkbox in the 'Radio Definitions' window.
- 4:** The 'RX' frequency input field in the 'Converter Definitions' window, set to 9388.889.742.
- 5:** The 'Save' button in the 'Converter Definitions' window.

The 'Select Radio' window shows a table of radio definitions:

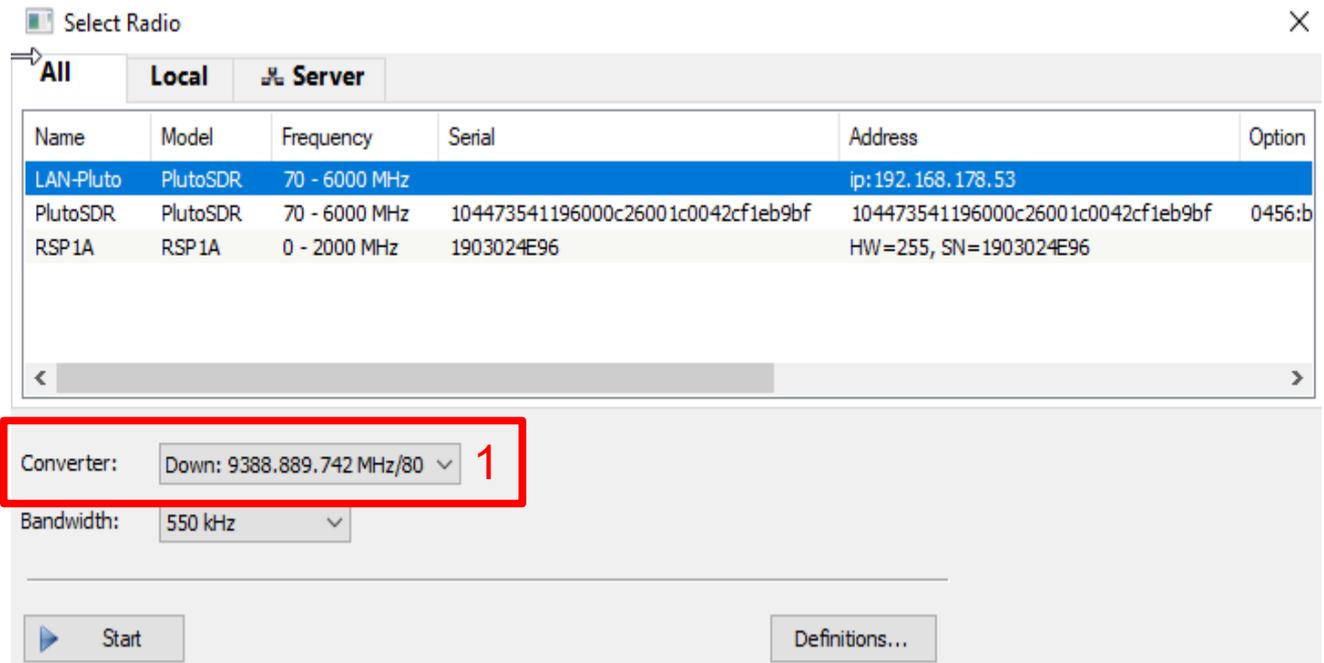
Name	Model	Frequency	Serial
LAN-Pluto	PlutoSDR	70 - 6000 MHz	
PlutoSDR	PlutoSDR	70 - 6000 MHz	104473541196000c26001c0042cf1eb9bf
SDRPlay RSP1A	SDRPlay RSP1A	0 - 2000 MHz	1903024E96

The 'Converter Definitions' window shows the following settings:

- Title: Down: 9388.889.742 MHz/8089.5 MHz
- Type:  Down-converter  Up-converter
- RX/TX:  RX  RX/TX
- RX: 9388.889.742
- TX: 8089.500.000

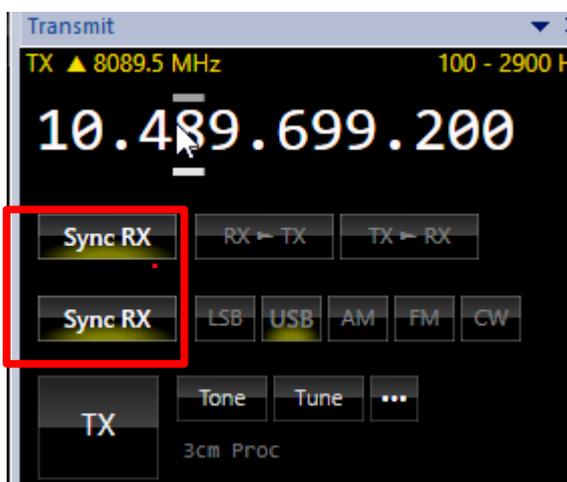
Dies gilt für einen „neueren“ LNB, der einen Quarz mit 25 MHz enthält und dessen Frequenz mit dem Faktor 390 vervielfacht wird ( $25 * 390 = 9750$ ). In meinem Beispiel wurden die 9750 MHz mit einem 27 MHz Quarz erzeugt, das ergibt einen Faktor von 361,1111. Wegen der besseren Beschaffung habe ich einen TCXO von 26 MHz eingesetzt, das ergibt dann eine Mischfrequenz von 9388,888889 MHz und eine Empfangsfrequenz bei 1100,6 MHz.

Die Fenster sind mit **Save(5)** zu verlassen und die SDR-Console mit der Auswahl **Converter (1)** zu starten.



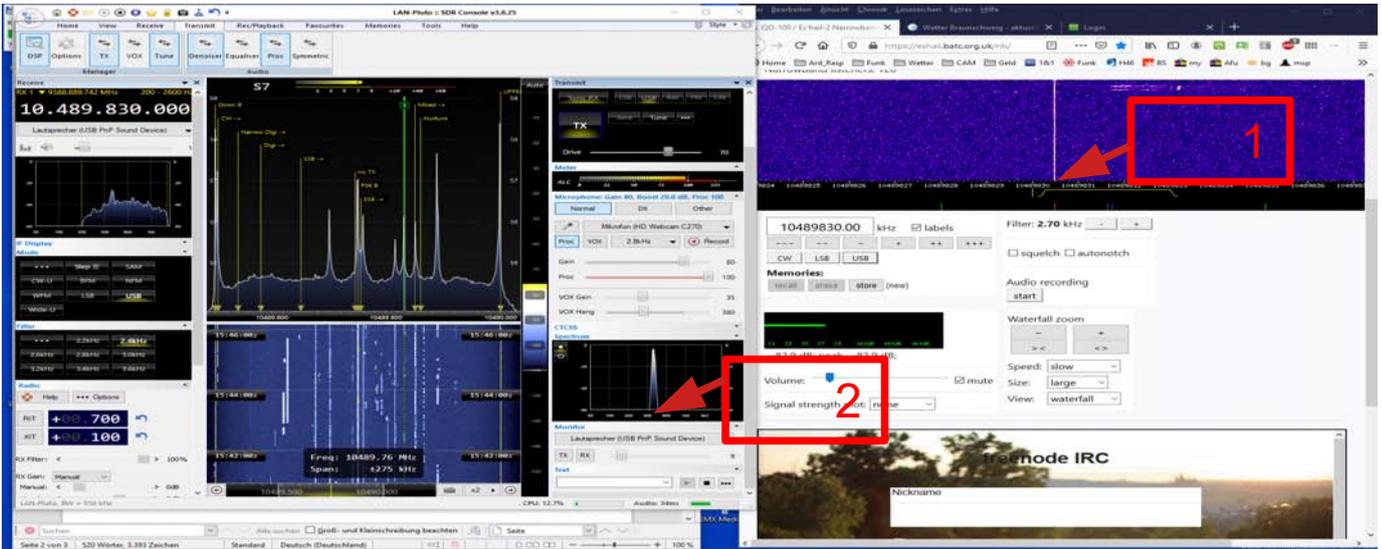
Um die eingestellten Ablagen zu aktivieren, ist eine Frequenz >10 GHz einzustellen! Damit ist der Grobabweich beendet und es kann nun der Feinabweich durchgeführt werden.

Um nicht sowohl Sender als auch Empfänger in der Frequenz einstellen zu müssen, gibt es im TX-Fenster die Möglichkeit, beide zu synchronisieren, indem man die beiden Button Sync RX für Frequenz und Betriebsart aktiviert.

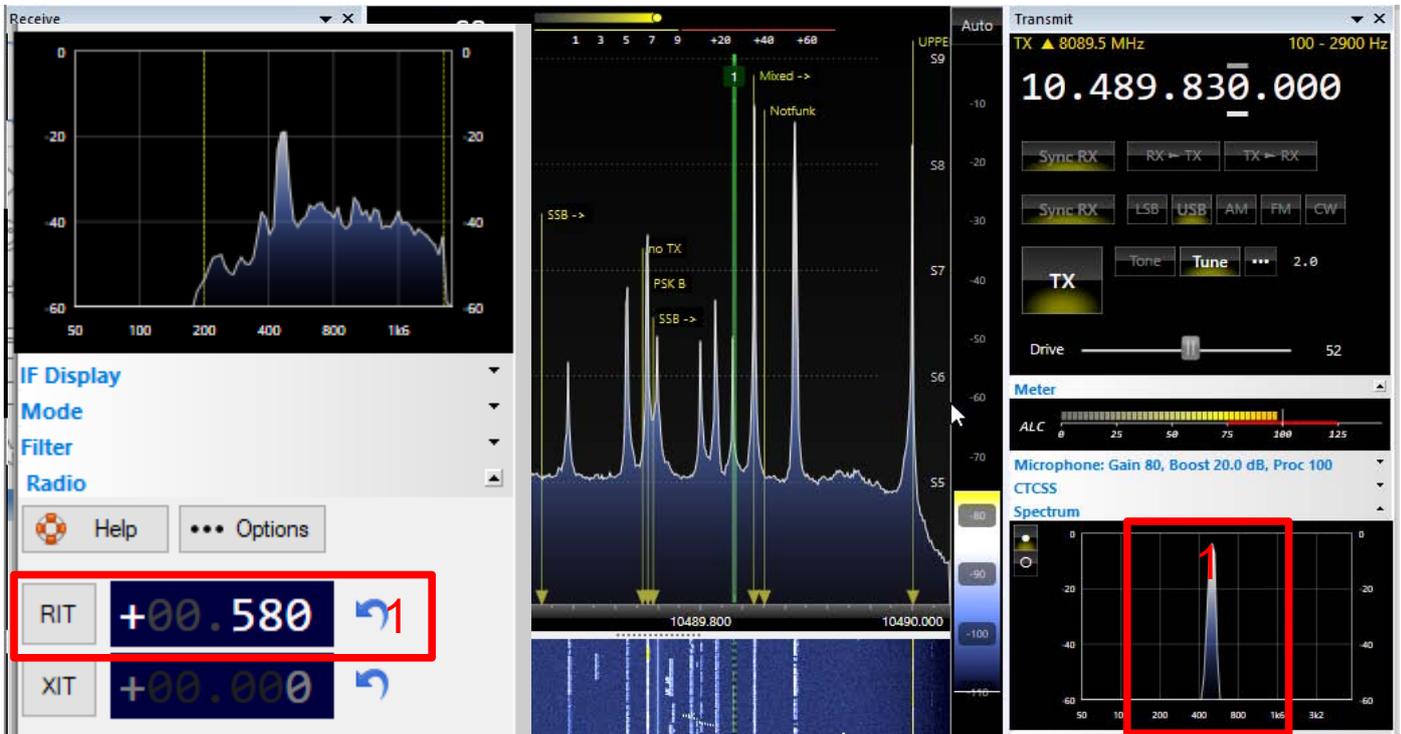


# Feinabgleich

Unter Zuhilfenahme des Websdr QO-100 <https://eshail.batc.org.uk/nb/> sucht man sich eine freie Frequenz, in der SDR-Console stellt man diese Frequenz ein und kontrolliert durch Aussenden eines Trägers mittels Tune die Übereinstimmung. Der Ton von ca. 500 Hz(2) erscheint dann im Websdr mit einer Ablage von 500 Hz von der eingestellten Frequenz, hier im Beispiel bei 10489830,500 kHz(1). Etwaige Abweichungen sind mit der zuerst beschriebenen Pluto-Calibration-Prozedur zu korrigieren.



Danach ist der Transceiver-Betrieb sicherzustellen. Dazu wird das gesendete Signal mit dem in der SDR-Console empfangenen Signal in Übereinstimmung gebracht, indem der **Sendeton(1)** im Spektrum des **Receive- Panels(2)** auf die gleiche Frequenz gebracht wird.



Dazu kann die **RIT-Funktion** des Receive-Panels genutzt werden, mit der so ermittelten Differenz kann danach in der Converter-Definition die Oszillatorfrequenz korrigiert werden.

**!!! Der beschriebene Weg sollte nur dann beschriftet werden, wenn keine anderen Messmittel mit ausreichender Genauigkeit zum Abgleich vorhanden sind und unter Rücksichtnahme auf andere Stationen und mit kleinstmöglicher Leistung erfolgen!!!**

Im laufenden Betrieb werden sich trotzdem u.a. durch Temperatureinflüsse etc. Abweichungen ergeben, diese können durch RIT- oder XIT-Korrektur ausgeglichen werden.

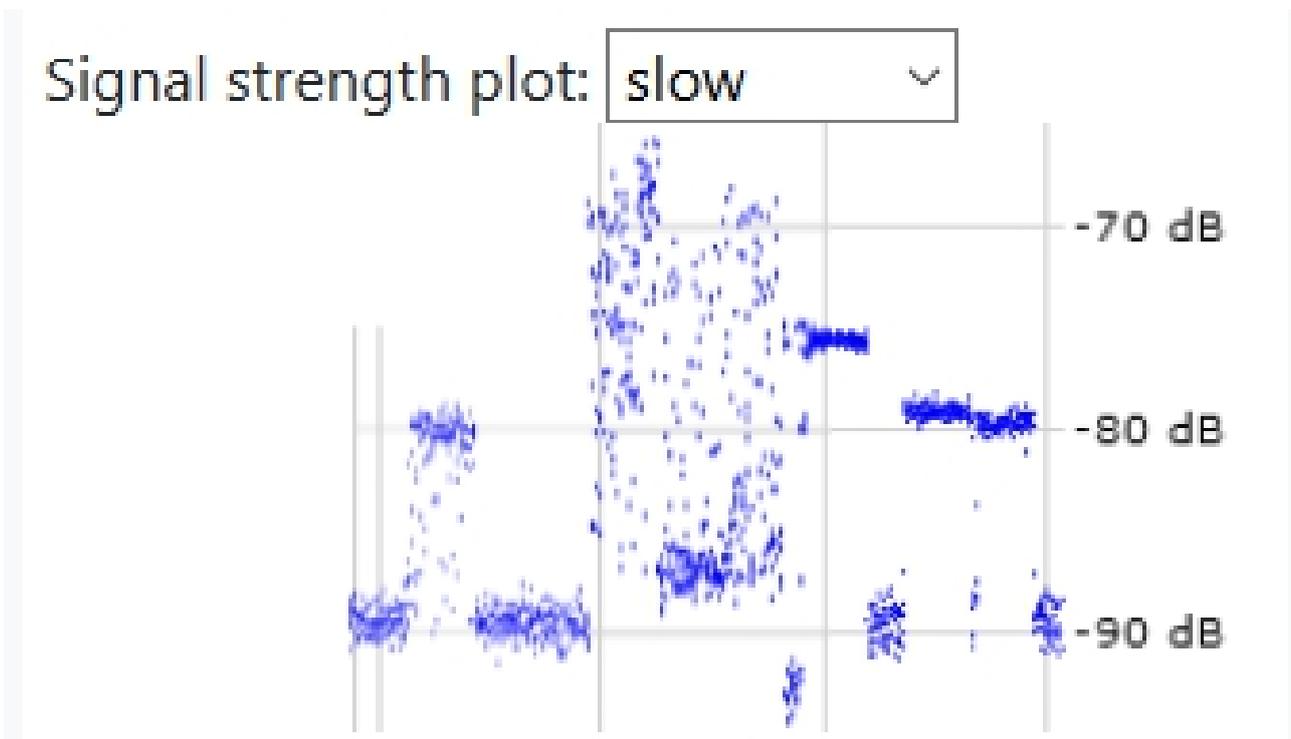
## Signalkontrolle



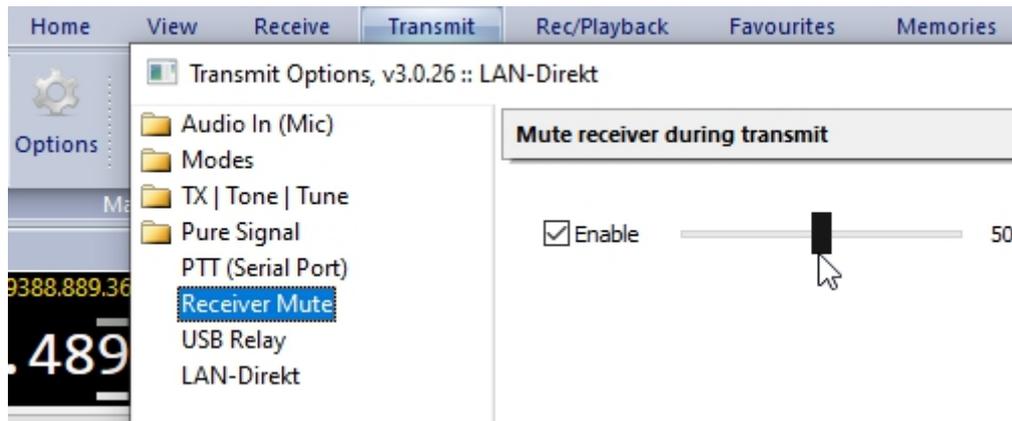
Nun spricht dem ersten qso nichts mehr entgegen, in der beschriebenen Konstellation kann die PA übersteuert werden, daher ist der Drive-Level zu reduzieren. Dies würde sich im Spektrum bei einem Zweitonsignal durch weitere Spektrallinien (s. Bild) zeigen. Bei mir ist die Einstellung des Drive-Level auf 70 optimal.

Der Anschluss des Pluto kann über die USB-Schnittstelle erfolgen, es sind hier jedoch Probleme mit der Stromversorgung aufgetreten, die sich im Einfrieren der SDR-Console äußern. Daher empfiehlt sich, den Pluto über den zweiten USB Anschluss mit einer stabilen 5V Spannung zu versorgen.

Das eigene Signal kann entweder mit der SDR-Console oder dem WEBSDR<sup>10</sup> empfangen werden, im Signalstärkeplot sieht man im ersten Teil das eigene SSB-Signal (-80dB) 10dB über dem Grundrauschen (-90dB), im 2. Teil eine andere, übersteuernde Station, im 3. Teil erst die Bake (-75dB), dann das eigene Einton(-78dB) und zum Schluss ein mit 3dB abgeschwächtes 2-Ton-Signal (-80dB) sehen.



Für den Funkbetrieb ist es ratsam, das eigene Signal mitzuhören, da die lange Signallaufzeit etwas irritiert, kann die Mithörlautstärke in der SDR-Console über ->Transmit -> Options → Receiver Mute individuell eingestellt werden:



Nun steht dem Funkbetrieb über QO-100 nichts mehr im Weg, die Station kann nun an ihrem entgeltigen Standort aufgebaut werden.

# Verkabelung:

Da bei mir vom PC bis zur Sat-Antenne auf dem Dach doch etliche Meter Kabel erforderlich sind (15m), schied die Unterbringung des Transceivers im Shack wegen der bei 2,4GHz doch erheblichen Kabeldämpfung aus. Ich steuere den Pluto über ein LAN-Kabel an, alle Komponenten sind in einem Gehäuse zusammen untergebracht.

Damit ist Satellitenbetrieb durch Unterbringung der Einheit auf dem Dachboden und der Ausseneinheit mit LNB und Helixantenne an der vorhandenen TV-Sat-Antenne mittels Doppel-LNB-Halter möglich.

Durch die Ansteuerung über LAN-Kabel kann man den Pluto über das Heimnetzwerk mit jedem PC verbinden, wenn man ihn an den Router anschließt. Wegen der exponierten Lage der Antenne auf dem Dach habe ich es vorgezogen, den Pluto direkt mit dem Funk-Laptop zu verbinden, der wiederum nur per WLAN mit dem Router verbunden ist, um hier nicht bei einer möglichen Überspannung durch Gewitter etc. nicht das gesamte Heimnetzwerk zu gefährden. Zumindest hat sich bei einem Blitzeinschlag im nähern Umfeld bisher nur einmal der Sendezweig des Pluto „aufgehängt“, was aber durch einen Neustart wieder behoben werden konnte.

# Ethernet-Anschluss

Ich habe den Pluto über einen USB-Ethernet-Adapter an den Router angeschlossen und die Adresse fest zugewiesen und dann die Adresse im Pluto direkt eingegeben. Dazu schliesst man den Pluto via USB-Kabel an und ändert im Pluto die Datei config.txt. (Der Pluto erscheint als Laufwerk im Explorer)

ipadrrr\_eth = **192.168.178.xx** (für xx eine freie Adresse im eigenen LAN nehmen)

→save

→ Usb-Datenträger Pluto auswerfen

Im PC:

Systemsteuerung → Netzwerk und Internet → Netzwerkverbindungen → Ethernet – Rechtsklick → Eigenschaften

Doppelklick Internetprotokoll, Version 4 (TCP/IPv4)

→ Folgende IP-Adresse verwenden **192.168.178.xy** → ok ->ok

So kann der Pluto über den Router von jedem PC im Heimnetz erreicht werden oder man schliesst den Router direkt an die Netzwerkbuchse des PC an, dann ist z.B. auch beim Portabelbetrieb diese Konstellation möglich.

Test: Im Browser **192.168..178.xx** eingeben, es sollte die Hilfeseite des Pluto erscheinen

ADALM-PLUTO On-board docu

192.168.178.53

**ANALOG DEVICES**  
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

Get Started Frameworks License Firmware Book Help and Support

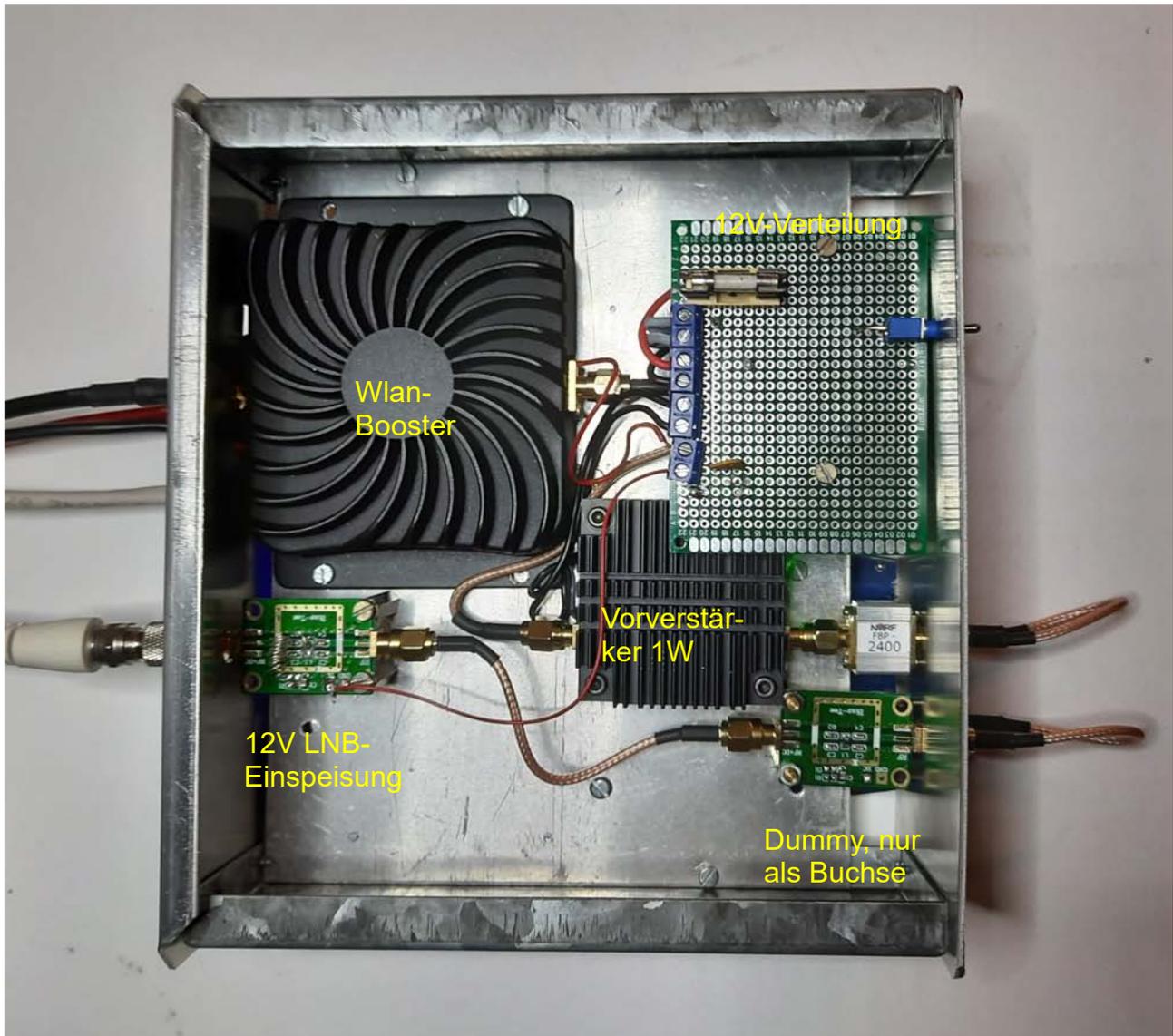
Book About Analog Devices

## Welcome to the **ADALM-PLUTO** Active Learning Module

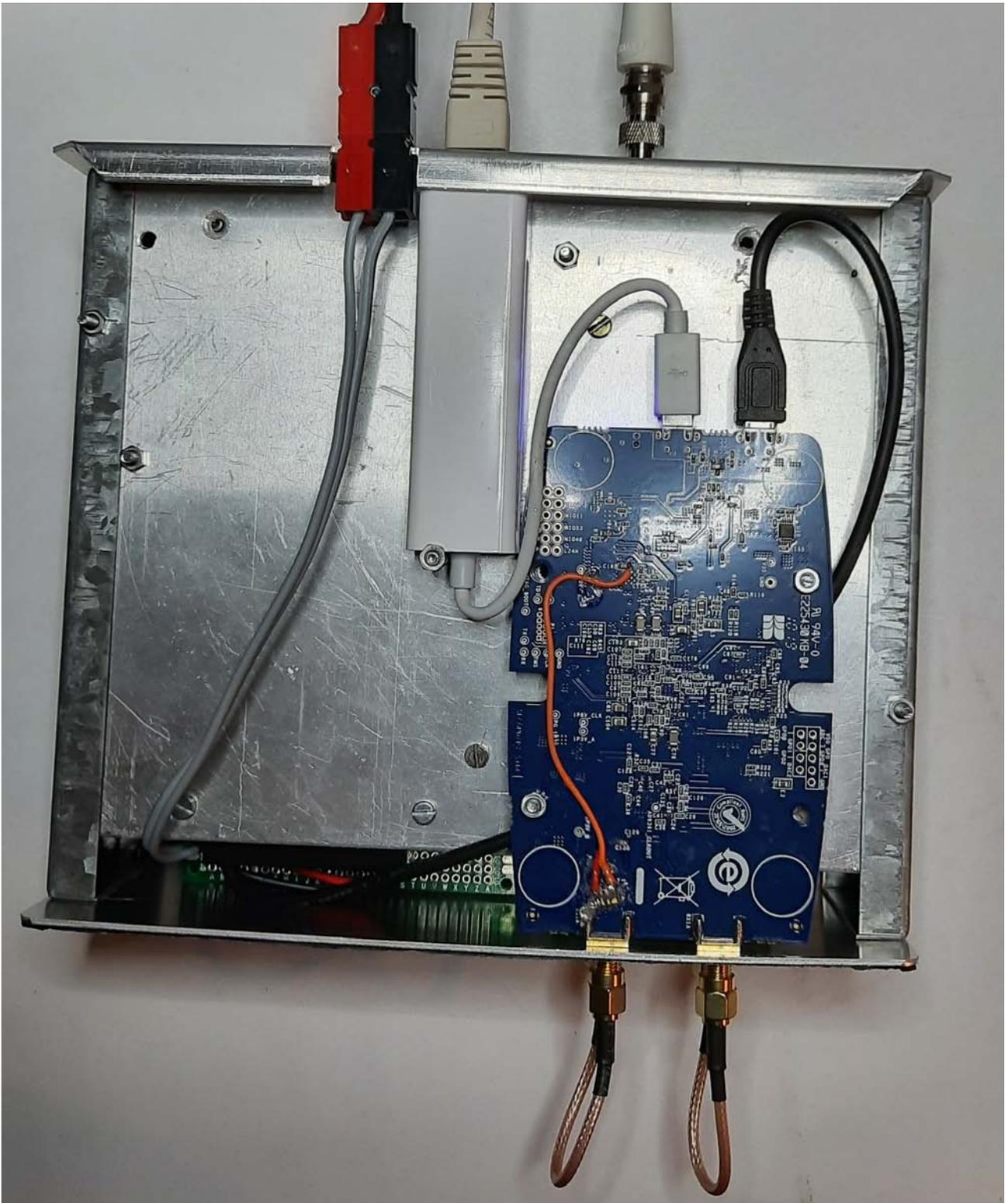
Thank you for purchasing the **ADALM-PLUTO** Active Learning Module (PlutoSDR). The easy-to-use PlutoSDR helps introduce the fundamentals of software-defined radio (SDR), radio frequency (RF), and wireless communications to everyone. Designed for users at all levels and all backgrounds, the PlutoSDR can be used as:

- A learning module for instructor-led or self-directed learning to develop a foundation in real-world RF and communications in the pursuit of science, technology, or engineering

# Gehäuseeinbau



Die PA ist direkt, anderen Komponenten mit 10mm M3-Gewindebolzen auf der Alu-Platte montiert und mit 10cm langen Koaxkabeln verbunden. Die Stromversorgung der Module erfolgt vom Powerpole-Anschluß über Schalter und Sicherung auf einer Lötunktplatine zu Schraubklemmen.



Die Verbindung zum Pluto auf der Unterseite ist über 2 Kabel auf der Frontplatte geführt, um direkt auch auf die Anschlüsse des Pluto zugreifen zu können. Ausserdem befindet sich der USB-Ethernetwandler auf der Unterseite.

# verwendete Bauteile:

**Station                      Bezeichnung                      Bezugsquelle      Preis**



Adalm Pluto incl. 2 TCXOs

TCXO 26MHz: XNCLH26M000THJA2P0  
TCXO 40MHz: XTCLH40M000THJA1P0

Digikey

174 €



Einspeiseweiche

Bias Tee Wideband 10-6000 MHz

Ebay,  
Funkamateurl

3 €



Bandpassfilter  
2,4GHz

√ 2.4G  
√ 2450MHz  
[2.4g 2450mhz RF Bandpass Filter SMA für Wifi Bluetooth Zigbee fbp-2400](#)

Ebay

20 €



Kabel N→RP-SMA

[1m Delock Antennenkabel N Stecker > RP-SMA Stecker Typ CFD200 50 Ohm schwarz](#)

Ebay

10 €



SMA-  
Verbindungskabel

5x 10 cm Länge SMA-Stecker an SMA-  
Stecker-Pigtail-Kabel

Ebay

5 €



Zwischenverstärker  
30dB

RF2126 RF Power Amplifier 1.8-2.2GHz  
30dB Gain 8-23V DC Wide Voltage Input

Ebay

14 €



WLAN-Pa

2.4GHz 8 Watt EP-AB003 Wifi Wireless  
Breitband Verstärker Wlan Signal Booster

Ebay

40 €



Spannungswandler  
**Meßhilfsmittel**

Waterproof 7-50V to 5V 2A micro USB  
Converter Regulator Step Down

Ebay

3 €



[RF Power Meter 5KHz-2700MHz Space  
Broadband RF Signal Meter Detector](#)

Leistungsanzeige

Ebay

13 €



1dB-40dB Fixed Attenuator SMA JK  
 Dämpfungsglied Anschluss DC-6 GHz 2W  
 50ohm (10, 20, 40dB)

Dämpfungsglieder

Ebay

15 €



RF Koaxial Directional Coupler 800 -  
 2500MHz 200Watt 10dB

Richtkoppler  
**Antenne**

Ebay

7 €

Spiegel

80cm

Ebay

30 €

Stativ

Alu

Amazon

10 €



<http://www.pabr.org/radio/Inblineup/Inblineup.en.html>  
 - alternativ Bullseye LNB

LNB

z.B. Pollin

3€

Ebay

25€

**Summe**

**347€**

Dies ist nur eine Auswahl der von mir verwendeten Komponenten, das Angebot verändert sich ständig und es sind durchaus andere Alternativen möglich.

## Hinweise:

Hier finden Sie noch das, was bei Nachbauten so aufgefallen ist.

Die Länge der Helixantenne mit 3,5 Windungen ist optimal, um den Spiegel komplett auszuleuchten. Mehr Windungen bringen zwar mehr Gewinn bei der Helix, aber der Spiegel wird nicht mehr vollständig ausgeleuchtet und der Gesamtgewinn steigt dadurch nicht an.

Wenn man die Sendeantenne neben den LNB montiert, mag das empfangene Signal minimal besser sein, weil die Helix und der Reflektor nicht mehr den LNB teilverschattet, aber sendeseitig geht das Signal dann an QO-100 vorbei und man wird nicht gehört.

## Weiterführende Links:

Die Links finden Sie auf der folgenden Seite, es gelten die im Disclaimer auf meiner Website <https://www.dk7ac.de/> aufgeführten Hinweise.

1. Website des Autors:

<https://www.dk7ac.de/>

2. Amsat-DL:

<https://amsat-dl.org/>

3. QO-100:

<https://amsat-dl.org/eshail-2-amsat-phase-4-a/>

4. DP0GVN:

<https://amsat-dl.org/wie-wird-die-antarktis-auf-qo-100-qrv/>

5. SDR-Console:

<https://www.sdr-radio.com/console>

6. Adalm-Pluto:

<https://www.analog.com/en/design-center/evaluation-hardware-and-software/evaluation-boards-kits/adalm-pluto.html>

7. LNB-Umbau:

<http://www.pabr.org/radio/lbnlineup/lbnlineup.en.html>

8. Helixantenne:

<https://saure.org/cq-nrw/2019/05/13/bauvorschlag-duo-feed-helix-lnb-fuer-hail-sat-qo-100-von-guenter-df2gb/>

9. Bullseye\_LNB:

<http://www.pabr.org/radio/otherlnb/otherlnb.en.html>

10. QO-100 Websdr:

<https://eshail.batc.org.uk/nb/>