



MIT EINFACHEN MITTELN QRV ÜBER

---

**ES´HAIL-2 (QO-100)**

**SEVERIN WIEDEMANN, DL9SW, FUNKAMATEUR**

**OV-ABEND C18 - 21.5.2019**

# DIE HERAUSFORDERUNG

- ▶ Entfernung Es´Hail-2 von der Erde ~ 36000 km (von München aus ~ 38200 km) - diese Strecke muss sowohl im Uplink auf 2.4 GHz und im Downlink auf 10 GHz überwunden werden
- ▶ Zur Verfügung stehende Sendeleistung - 1W WLAN-„Booster“ ~ 0.5 W PEP (gemessen)
- ▶ Downlink auf 10 GHz - zur Verfügung stehende Empfangsantenne einfache SAT-Schüssel Baumarkt 60 cm sowie TCXO LNB (Kuhne)
- ▶ Ziel: CW und SSB für weltweite Funkverbindungen über ES´Hail-2 mittels HackRF und GNURadio (beides war vorhanden)

# DER SATELLIT ES´HAIL-2

- ▶ Kommerzieller TV-Satellit des Landes Qatar
- ▶ Wurde am 15.12.2018 mittels Falcon 9 Rakete ins All geschossen  
Seit 14.2.2019 ist der Amateurfunk-Transponder in Betrieb
- ▶ Entwickelt von Mitsubishi Electric, Amateurfunk-Transponder in Zusammenarbeit mit Amsat-Deutschland entwickelt
- ▶ 24 Ku-Band und 11 Ka-Band Transponder
- ▶ Enthält eine Lineartransponder für Amateurfunk (250 kHz Narrow-Band sowie 8 MHz Broadband)
- ▶ Erster geostationärer Satellit, der für den Amateurfunk nutzbar ist

MIT EINFACHEN MITTELN QRV ÜBER ES´HAIL2 (QO-100)

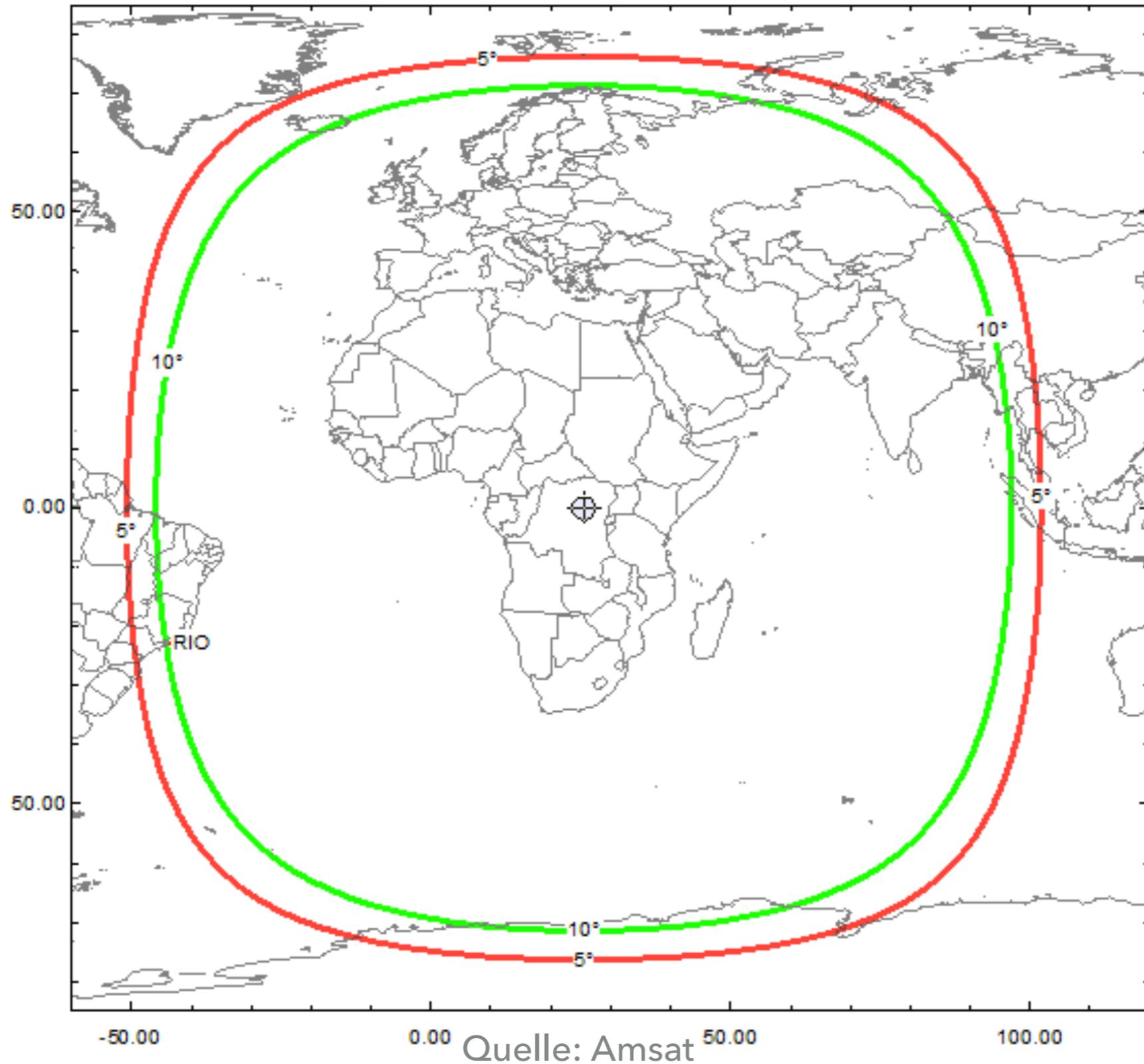
---

# DER SATELLIT ES´HAIL-2



Quelle: Amsat

# DER SATELLIT ES´HAIL-2



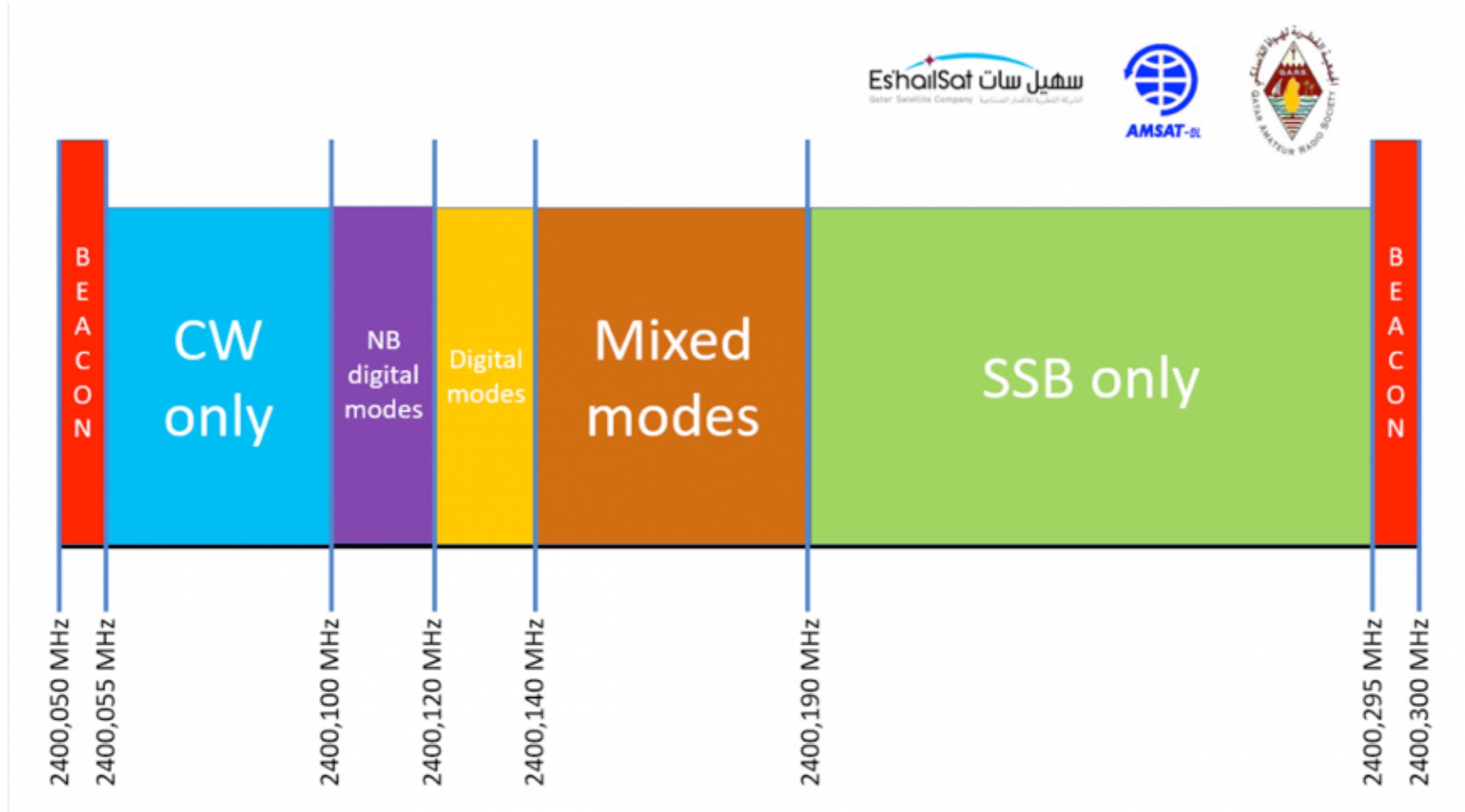
# DER SATELLIT ES´HAIL-2

Transponder	U/L FREQUENCY [MHz]				D/L FREQUENCY [MHz]				LO [MHz]	BW [MHz]
	Pol	Begin	Center	End	Pol	Begin	Center	End		
NB	RHCP	2400,05	2400,175	2400,3	V	10489,55	10489,675	10489,8	8089,5	0,25
WB	RHCP	2401,5	2405,5	2409,5	H	10491	10495	10499	8089,5	8

Empfohlene Parameter für Betrieb über NB-Transponder ES´Hail-2:

- ▶ Downlink: 60-75cm Spiegel, X-Band, Polarisation vertikal
- ▶ Uplink: 5-10 W PEP in 75cm Spiegel mit 22.5 dBi Gewinn im S-Band, Polarisation RHCP (rechtsdrehend Zirkular)

# DER SATELLIT ES´HAIL-2 BANDPLAN NB-TRANSPONDER



Quelle: Amsat

# DIE IDEE – HACKRF MIT GNURADIO

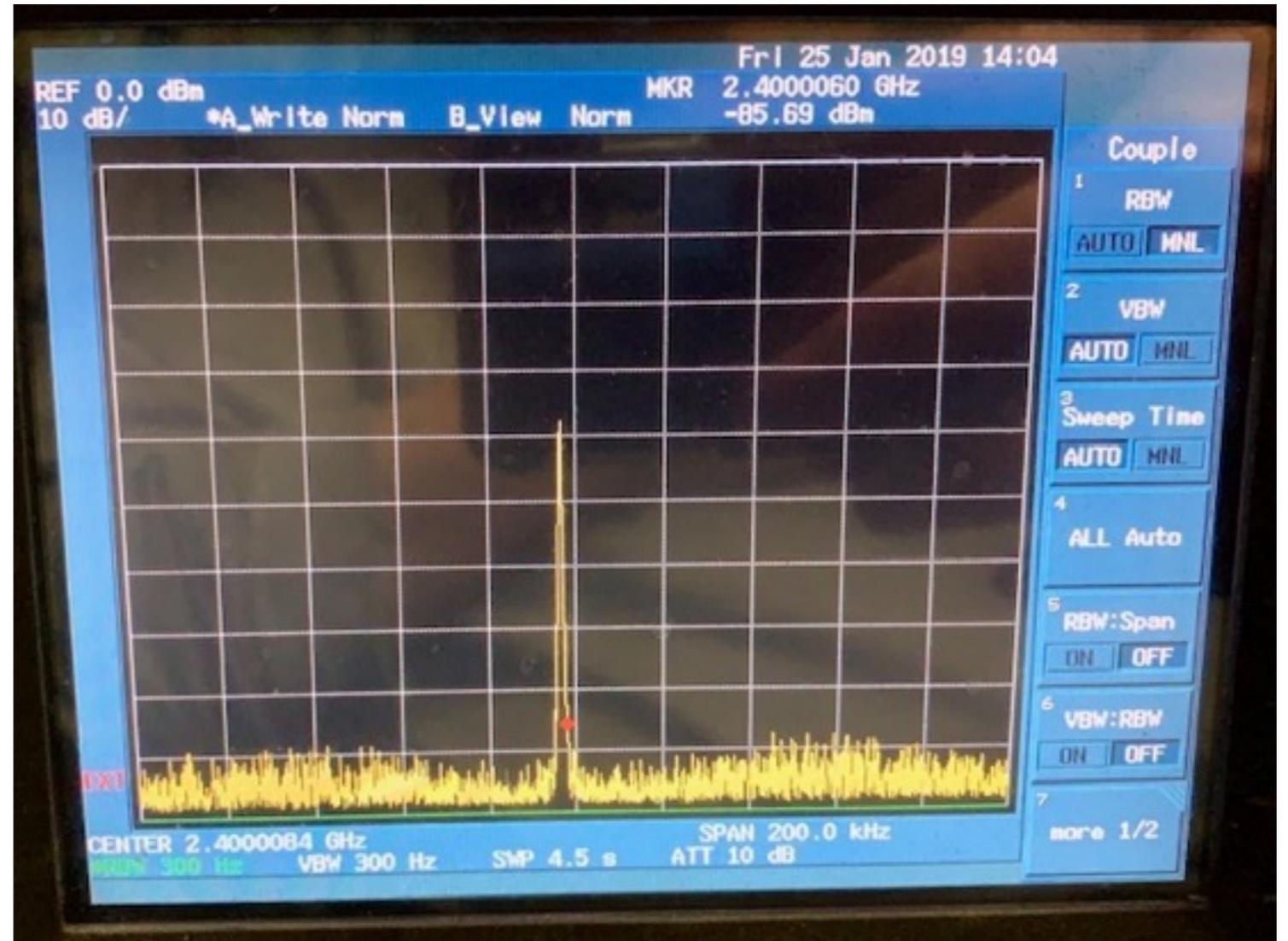


- ▶ 8-Bit Half-Duplex SDR-Transceiver
  - ▶ Bandbreite max. 20 MHz
  - ▶ Kann Signale von 1MHz bis 6GHz generieren
  - ▶ OpenSource Plattform (gut dokumentiert)
- 
- ▶ Freies Toolkit für Signalverarbeitung (I/Q)
  - ▶ Software-Defined-Radio Applikationen
  - ▶ GRC Flow-Graphs (einfache Bedienung auch für „nicht Coder“)



MIT EINFACHEN MITTELN QRV ÜBER ES´HAIL2 (QO-100)

# FUNKTIONIERT DAS ÜBERHAUPT?



Ja - man kann damit tatsächlich ein relativ stabiles Signal bei der gewünschten Frequenz generieren!

# DER ERSTVERSUCH



Pentoo-Linux  
mit gqrx als  
Empfänger



RTL-SDR-Stick

## Empfangsseite



Bias-T



LNB mit TCXO (Kuhne)



60cm Spiegel

## Morsetaste via seriell Port



GNURadio  
Script für  
Sender

## Sendeseite



HackRF



1W WLAN-Booster

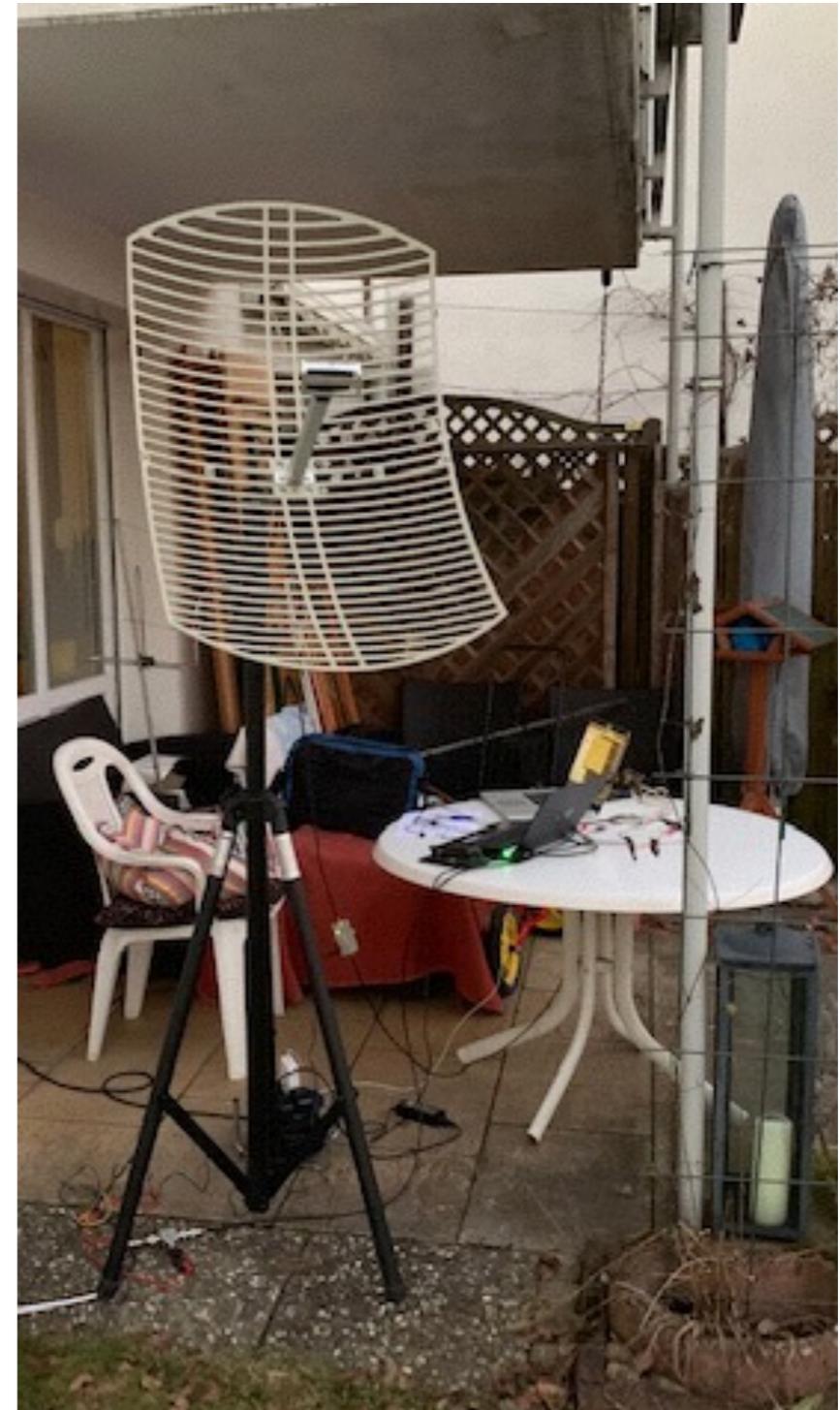


24dBi WLAN Grid  
horizontale Polarisation

MIT EINFACHEN MITTELN QRV ÜBER ES´HAIL2 (QO-100)

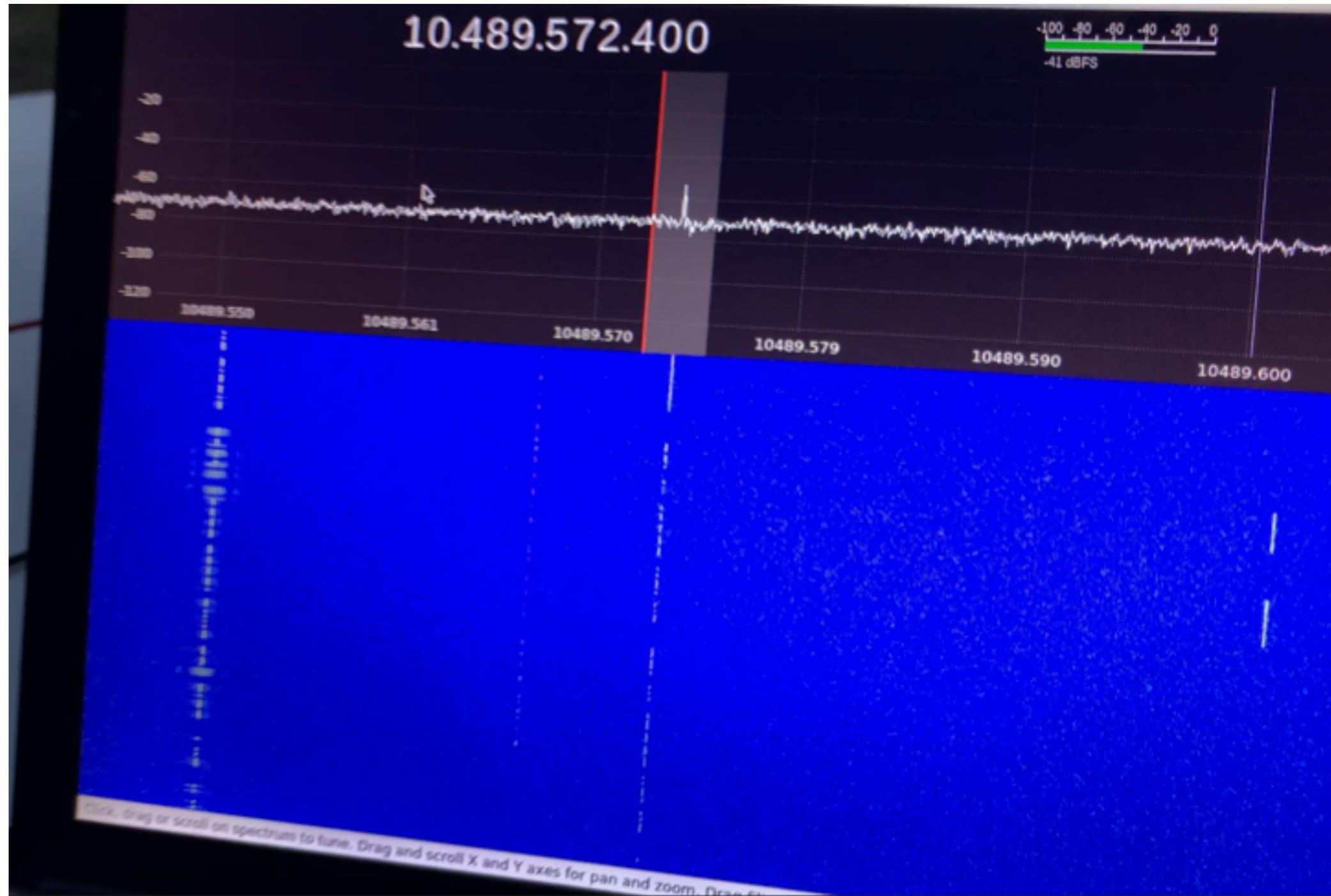
---

# PRAKTISCHER AUFBAU



MIT EINFACHEN MITTELN QRV ÜBER ES´HAIL2 (QO-100)

# ERGEBNISS – ES FUNKTIONIERT!



DL9SW zu Hause am 15.2.2019

# KOSTEN DER LÖSUNG

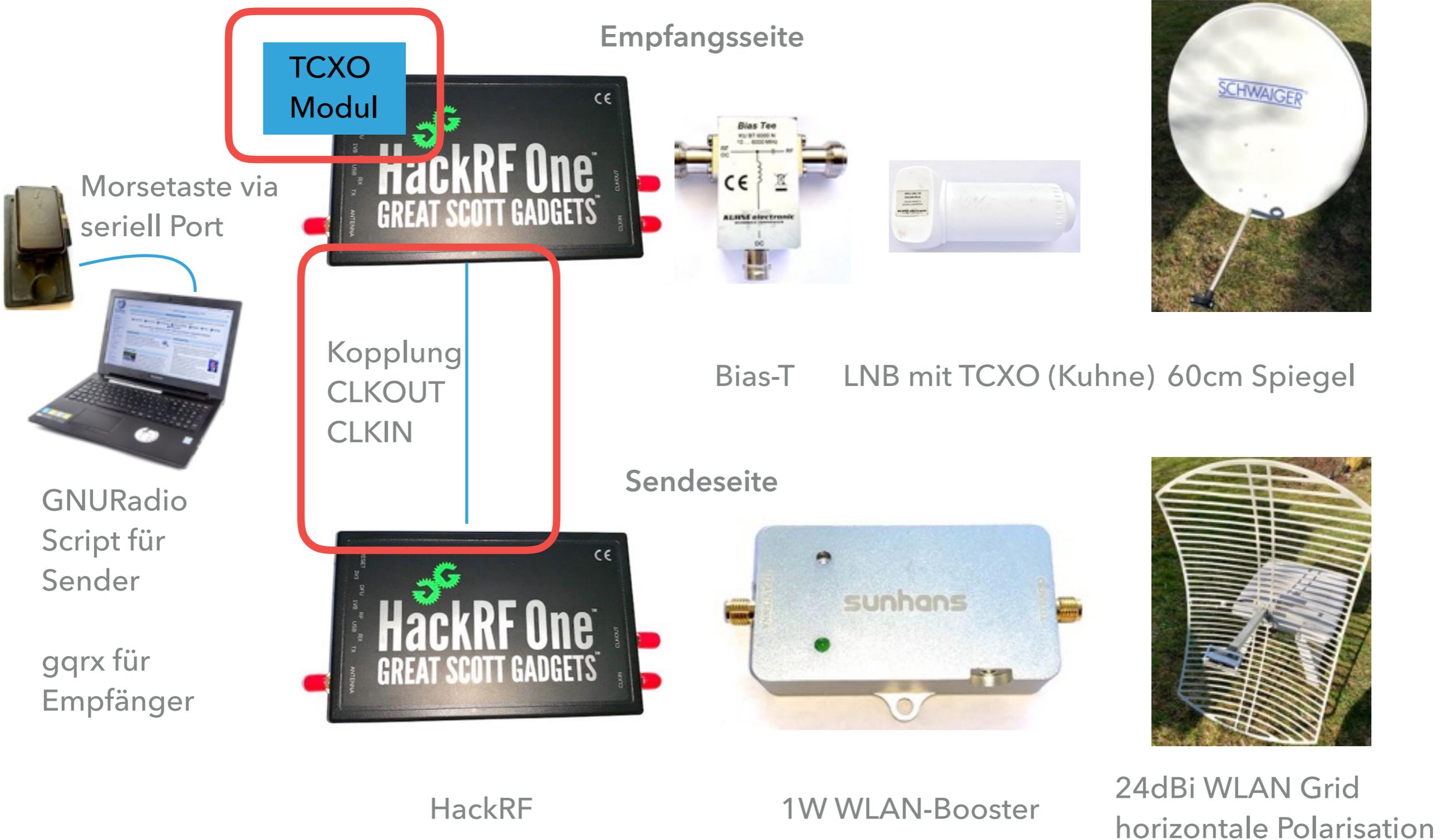
- ▶ HackRF ca. 260-280 EUR
- ▶ RTL-Stick mit TCXO ca. 30 EUR
- ▶ Bias-T (kann selber gebaut werden) sonst ca. 70 EUR
- ▶ SAT-Schüssel ca. 30-40 EUR (Baumarkt)
- ▶ LNB (Kuhne) ca. 70 EUR (nicht mehr erhältlich)  
Eigenbau/Umbau Ocatgon LNB und TCXO ca. 20-30 EUR
- ▶ WLAN-Grid-Antenne ca. 50-60 EUR (Internet)

Gesamtkosten (ohne Notebooks): ca. 400 EUR  
(bei Eigenbau LNB und Bias-T)

# WEITERE VERBESSERUNGEN

- ▶ HackRF wurde mit TCXO-Aufsteckmodul versehen - dadurch deutlich verbesserte Frequenzstabilität des Sendesignals (ansonsten HackRF „warmlaufen“ lassen - geht ebenfalls)
- ▶ Verwendung eines 2. HackRF für Empfang, da RTL-Stick leider nur begrenzte Frequenzschritte ermöglicht (problematisch bei SSB)
- ▶ Verwendung von nur einem Notebook mit 2 HackRF bzw. HackRF und RTL-Stick (funktioniert)
- ▶ 2 HackRF können via CLKIN/CLKOUT gekoppelt werden (bessere Frequenzstabilität)

# ALTERNATIVES VERBESSERTES SETUP



# WARUM NICHT AUCH SSB?



GNURadio  
Script SSB für  
Sender

gqrx für  
Empfänger

TCXO  
Modul



Kopplung  
CLKOUT  
CLKIN



HackRF

Empfangsseite



Bias-T



LNB mit TCXO (Kuhne)



60cm Spiegel

Sendeseite

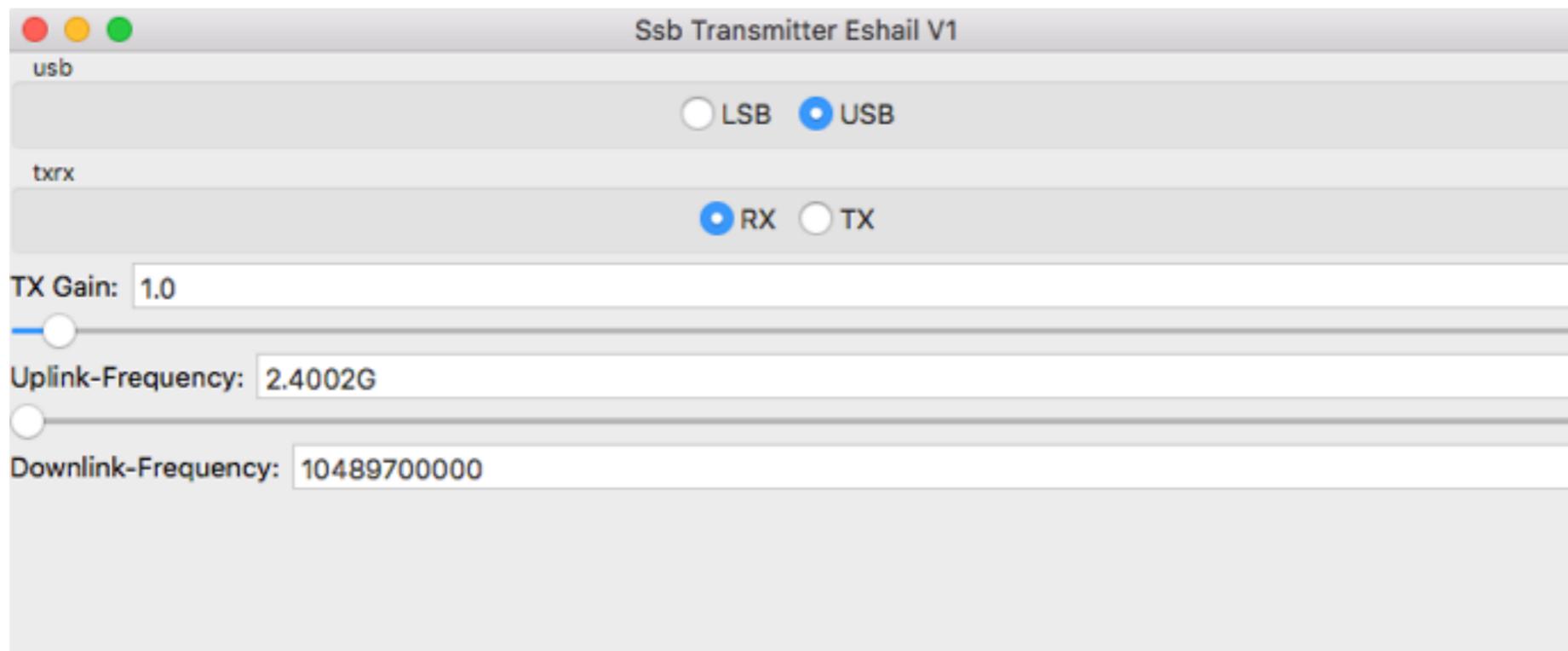
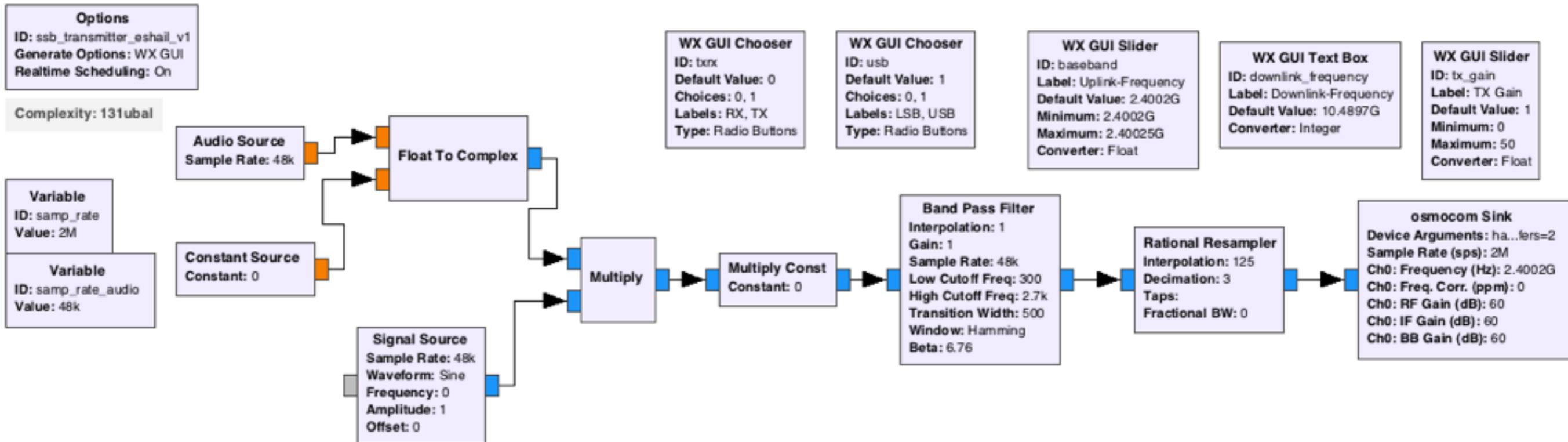


1W WLAN-Booster



24dBi WLAN Grid  
horizontale Polarisation

# SSB - IN GNURADIO KEIN PROBLEM



MIT EINFACHEN MITTELN QRV ÜBER ES´HAIL2 (QO-100)

# ES´HAIL2 PORTABLES SETUP



Make Munich - 2./3.3.2019

MIT EINFACHEN MITTELN QRV ÜBER ES´HAIL2 (QO-100)

---

# ES´HAIL2 PORTABLES SETUP



Pasinger Stadtpark am 17.3.2019

# WAS IST NOCH MÖGLICH

- ▶ Verwendung von Jack-Audio (OSX) oder Virtual-Audio-Cable für direkte Einspeisung von Digimodes (FLDigi, WSJT-X, SSTV etc.)
- ▶ WLAN-Verstärker mit 8W (für 40 EUR erhältlich) (DL3ED hat dies bereits erfolgreich getestet) - LNA für Ansteuerung erforderlich  
Damit SSB/SSTV etc. ohne Probleme möglich
- ▶ DATV evtl. möglich?

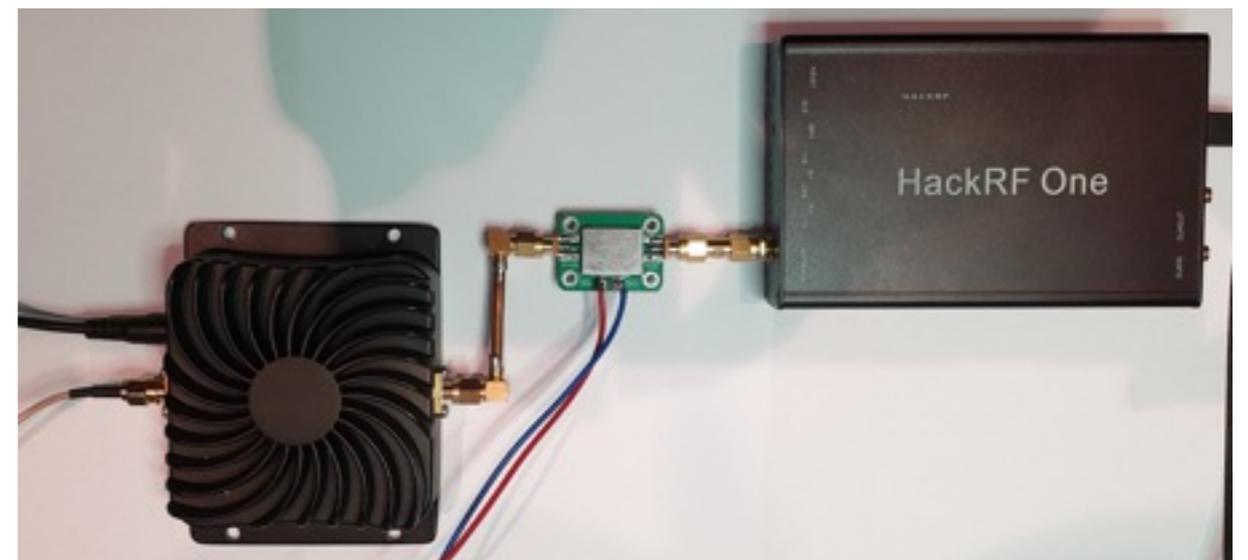


Foto: DL3ED

# WEN KONNTEN WIR ERREICHEN - BEISPIELE

## ▶ In CW

UA3TCF, Alex - 559 (LO26SU)

LZ1ZB, Vlad - 589 (KN12QO)

G3YJR, Graham - 559 (IO93FJ)

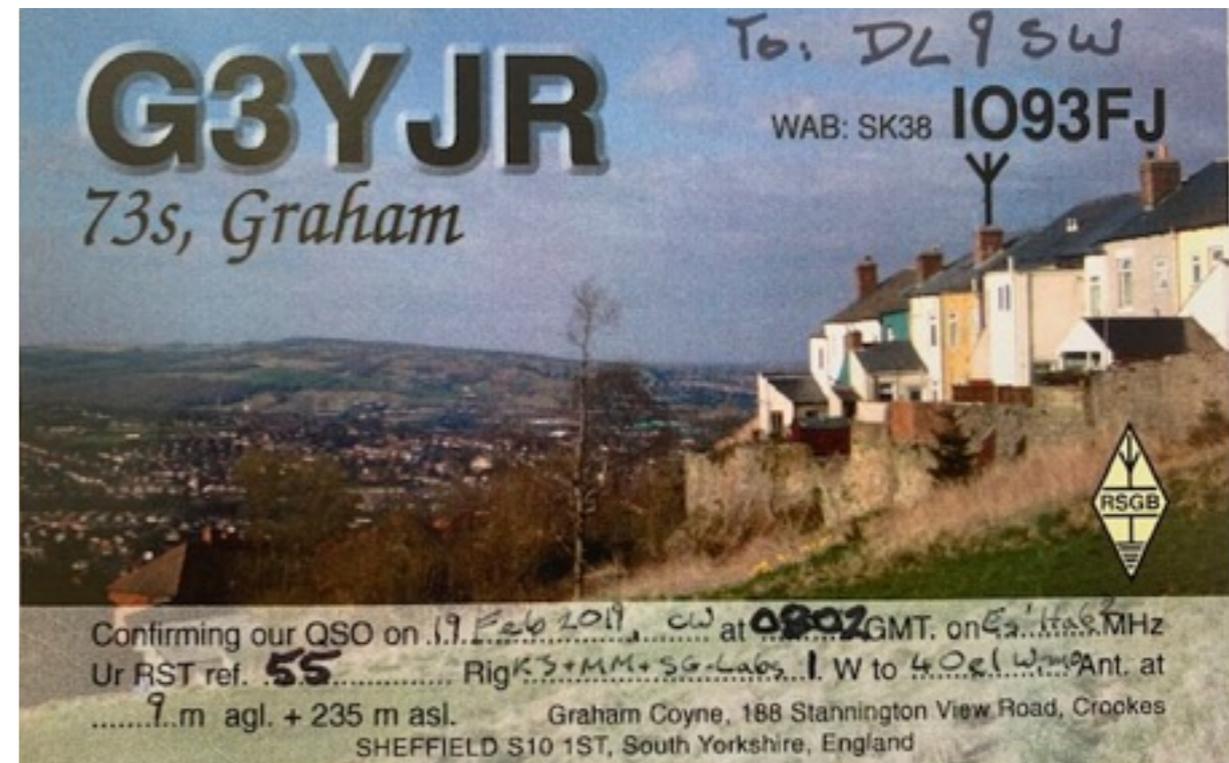
## ▶ IN SSB

S56LXB, Bostjan - 59 (JN65XU)

F4DXV, Jerome - 55 (JN04IU)

PY2RN, Ed - 56 (GG66LW, Sao Paulo)

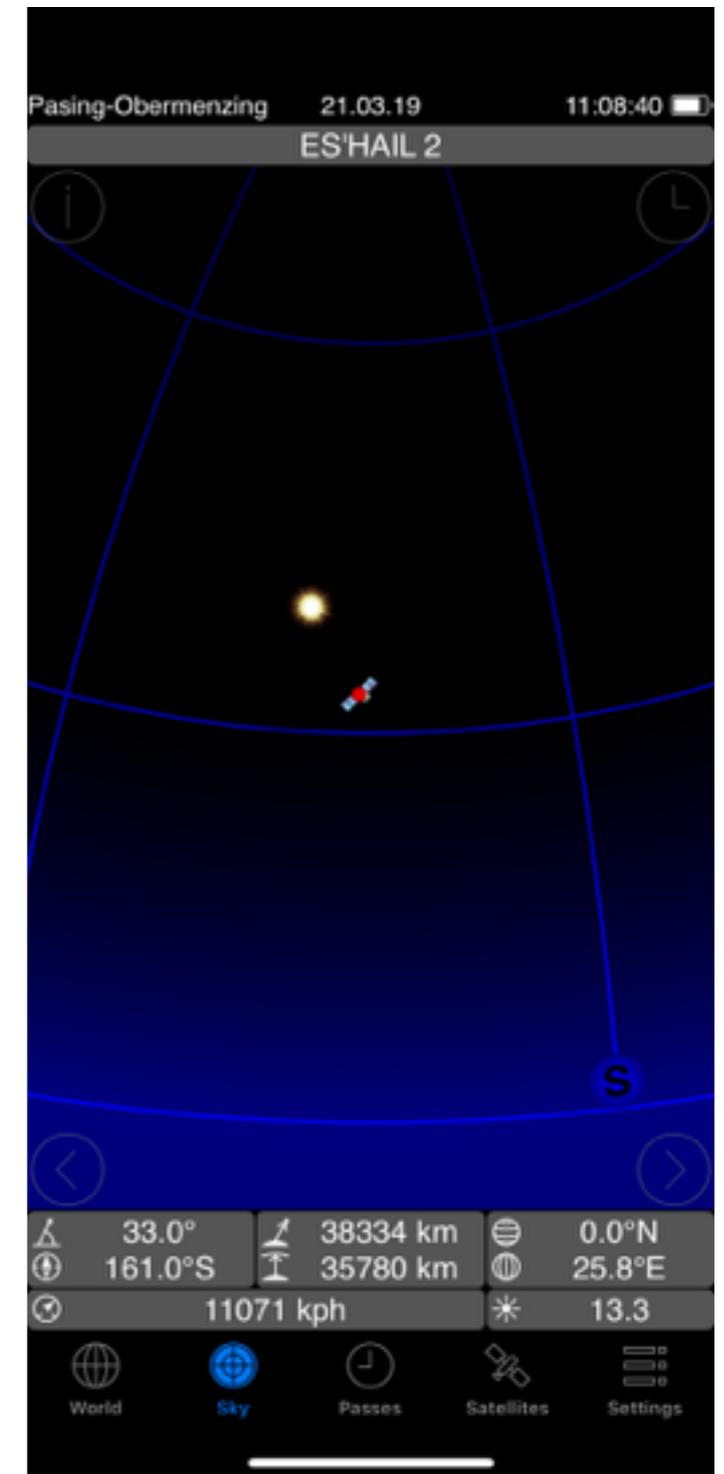
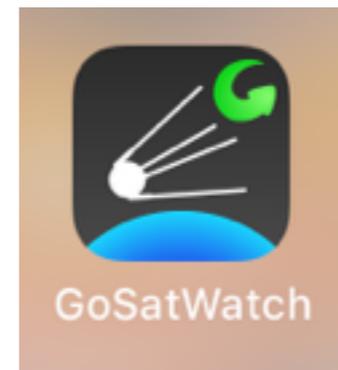
A75GR, Rasto - 55 (LL55SI, Doha)



Alles mit diesem Setup und 500 Milliwatt

## WIE RICHTE ICH DIE ANTENNEN AUS? PRAKTISCHE HILFSMITTEL UND ERFAHRUNGEN

- ▶ GoSatWatch - hilfreiches Tool um den Satelliten „virtuell“ im Raum „sehen zu können“  
gut für Abschätzung wo man ungefähr hinzielen muss  
Liefert Azimut und Elevation vom eigenen Standort zum Satelliten und weitere Informationen (Entfernung etc.)



## WIE RICHTE ICH DIE ANTENNEN AUS? PRAKTISCHE HILFSMITTEL UND ERFAHRUNGEN

- ▶ Clinometer  
Sehr hilfreiches Tool um die Elevation an den Antennen genau einstellen zu können
- ▶ Vorteil - Antenne muss nur noch in die richtige Richtung (Azimut) geschwenkt werden, wenn Elevationswinkel bereits stimmt



## WIE RICHTE ICH DIE ANTENNEN AUS? PRAKTISCHE HILFSMITTEL UND ERFAHRUNGEN

- ▶ Kompass-App  
grobe Einstellung des Azimut  
Feineinstellung mit gqrx („Glocke“  
des Lineartransponders ist bei  
breitbandiger Darstellung gut zu  
erkennen



# EIN PAAR DETAILS ZUM SETUP MIT GNURADIO FÜR CW

- ▶ Problemstellung: Wie kann man mit einer Morsetaste den Träger steuern und das in nahezu Echtzeit? Lokaler Feedback-Ton ist zwingend notwendig, da verzögertes CW kaum beherrschbar ist
- ▶ Lösung: Verwendung der Python Serial Library für Abfrage der seriellen Schnittstelle (DSR), Verwendung der Library PyGame für Abfrage von Tasten und Mausklicks sowie Generierung des lokalen Mithörtons mittels `pygame.mixer`  
Audio-Puffer mussten reduziert werden, damit Echtzeit möglich

# WEITERE ENTWICKLUNG DES SETUPS

- ▶ Roman (DO1QN) hat auf ein GNURadio Script verwiesen, mit dem man anhand der Upper-Beacon die Frequenz stabilisieren/korrigieren kann
- ▶ Integration CW und SSB Funktion in „sauberes“ GUI
- ▶ Kopplung von gqrx und GUI über TCP-IP - somit kann dann durch „klicken“ im Wasserfall von gqrx direkt auf die korrekte Sendefrequenz umgeschaltet werden
- ▶ Test mit verschiedenen Modis und Antennen - geht es noch einfacher?

## WEITERE INFORMATIONEN

- ▶ Weitere Details zur Lösung sowie Source-Codes unter <https://www.qrz.com/lookup/DL9SW>
- ▶ Wir planen ein WIKI in dem wir alle Informationen zu diesem Setup sowie Erweiterungen hierzu online stellen - Informationen hierüber in Kürze auf QRZ-Page (siehe voriger Punkt)
- ▶ <https://amsat-dl.org/eshail-2-amsat-phase-4-a/>
- ▶ <https://www.gnuradio.org/>

## WEITERE ANREGUNGEN

- ▶ Wir wünschen uns dass möglichst viele mitmachen und diese Ideen verbessern sowie neue Anwendungsmöglichkeiten schaffen
- ▶ Untersuchungen, wie sich Bewölkung/Regen/Schnee auf die Signalstärke auswirkt
- ▶ Wie „klein“ kann das Setup werden (Reicht evtl. auch ein 40cm Spiegel für den Empfang und eine Patch-Antenne zum senden?)
- ▶ Ist das Setup ggf. auch für internationalen Notfunk denkbar (weltweite Kommunikation möglich)

**FRAGEN?**

**VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!**

**SEVERIN WIEDEMANN  
DL9SW**