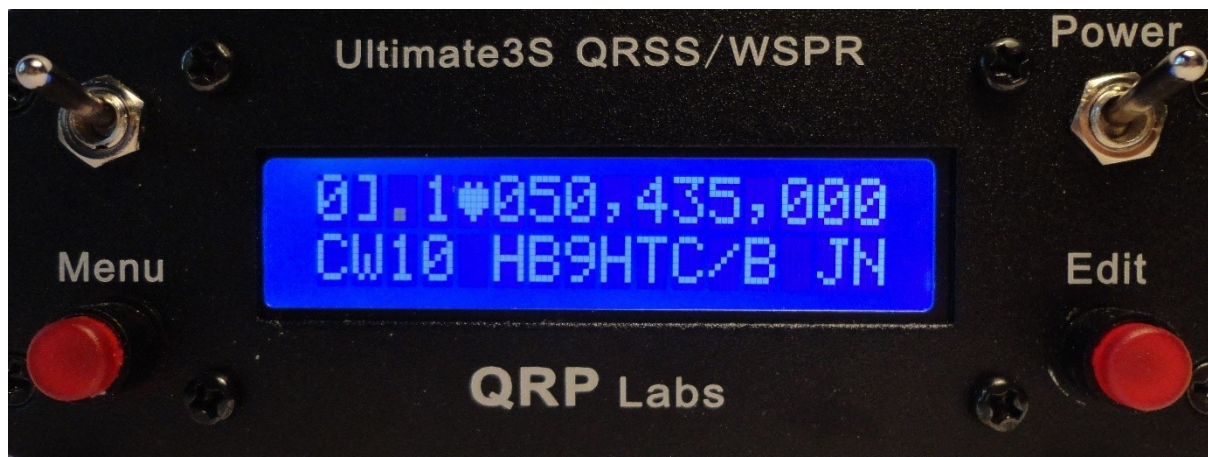


6m-Bake HB9HTC/B

von HB9BMD, Hugo



Inhaltsverzeichnis

1	Meine Motivation, eine 6m Bake zu bauen und zu betreiben.....	2
2	Technische Daten der Bake.....	2
3	Historie.....	3
4	Prinzip Schaltbild mit Kurzbeschreibung.....	3
5	Bilder mit Beschreibung.....	4
6	GPS Receiver.....	6
7	QTH der Bake und Voraussetzungen.....	7
8	Antennenwahl.....	8
9	Empfangsrapporte und QSL.....	10
10	Verantwortlichkeiten.....	11
11	Unterstützung und Danksagung.....	11
12	Ausblick.....	12
13	Fazit.....	12
14	Quellenverzeichnis.....	12
15	Schlussbemerkung.....	13

1 Meine Motivation, eine 6m Bake zu bauen und zu betreiben

Um die Ausbreitungsbedingungen auf dem 6m-Band zu prüfen, sind Baken ein ideales Mittel. Diese sind weltweit verstreut, und es ist immer wieder interessant zu beobachten, dass eine Bake an der vertikal polarisierten Antenne gehört wird, und an der horizontal polarisierten nicht, oder umgekehrt.

Für Kurzwelle benutzt man das Reverse Beacon Network (RBN), und spezielle Baken sind daher nicht notwendig, ausser vielleicht für 10m.

Da ich von Mai bis September sehr häufig auf 6m in CW arbeite, sind Baken für mich ein verlässliches Mittel, um die Ausbreitungsbedingungen zu beurteilen.

Früher nutzte ich die Bake auf dem Säntis. Hörte ich diese mit S4, und besser am Horizontaldipol, waren QSO's innerhalb Europa möglich. Leider ist diese Bake an diesem QTH nicht mehr in Betrieb.

Das HB9-Mittelland ist ein weisser Fleck bezüglich 6m Baken, und ich will das ändern. Bisher konnte ich davon profitieren, was andere gebaut und betrieben haben. Nun will ich auch etwas beisteuern.

Die technische Herausforderung, der Selbstbau und nicht zuletzt, ein solches Projekt zu Ende zu bringen, waren für mich Motivation genug.

Von der ersten Idee bis zur Umsetzung dauerte es gut 2 Jahre, und ich hatte dabei in technischer Hinsicht unglaublich viel gelernt, vor allem auch viel Ham Spirit erleben dürfen. Ja, den gibt es immer noch!

2 Technische Daten der Bake

Merkmal	Wert	Bemerkung
Frequenz	50.435 MHz	GPS gestützt
Modulation	A1A (CW)	
Geschwindigkeit	10 WpM	
Ausgangsleistung	3 W an 50 Ω	
Aussendung	_ Träger 10 Sek. _HB9HTC/B_JN37WJ_ (endlos)	
Antenne	Slim Jim	Mit Paralleldrahtleitung 450 Ω
Polarisation	Vertikal	
Aufbauhöhe	6.5 m	

3 Historie

Die erste Version der Bake konnte ich am 24.07.2021 in Betrieb nehmen. Schon drei Tage später erhielt ich einen Rapport aus Südspanien. Die Freude darüber war riesengross.

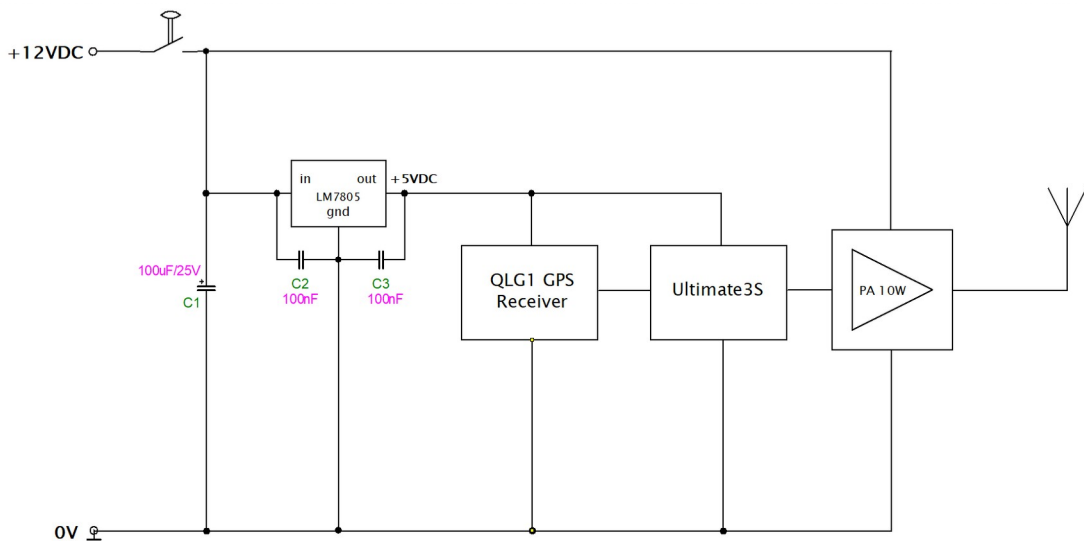
Diese Bake benötigte für die Kühlung der Endstufe einen Lüfter. Die Geräusche des Lüfters waren aber störend, so dass ich beschloss, eine neue Endstufe zu bauen, welche ohne zusätzliche Belüftung auskommt.

Die Wahl fiel auf die 10W PA von QRP-Labs. Dadurch entfiel auch die Temperaturüberwachung der Kühlerkörper mit der Abschaltel Elektronik.

An den Aufbau dieser 10W PA sollten sich nur sehr geübte Gerätebauer heranwagen. Der Aufbau ist sehr kompakt, und es müssen Toroidspulen mit mehreren Wicklungen gewickelt und phasenrichtig angeschlossen werden. Bei Bedarf unterstütze ich gerne mit meinen gemachten Erfahrungen.

Der Umbau der Bake benötigte wesentlich mehr Aufwand als ich geplant hatte.

4 Prinzip Schaltbild mit Kurzbeschreibung



Die Bake besteht im Wesentlichen aus den drei Modulen QLG1 GPS Receiver, Ultimate3S und dem HF-Linearverstärker 10W. Alle drei Module sind bei QRP-Labs erhältlich.

Über den Hauptschalter wird die +12VDC Speisung zugeführt. Die Bake benötigt im Sendebetrieb 1.2A und im Ruhezustand 250mA. Ein Spannungsregler LM7805 erzeugt die +5VDC für den Ultimate3S und den GPS Receiver. Im Ultimate3S sind alle Parameter für die Steuerung nichtflüchtig im EEPROM des ATmega328 Microcontrollers abgelegt: Frequenz, Modulationsart, Wahl des Tiefpassfilters, zu sendender Text, usw. Die Parametrisierung ist in den Unterlagen von QRP-Labs ausgezeichnet bebildert und erklärt. Der HF-Ausgang des Ultimate3S gibt maximal 110 mW ab, was für die Ansteuerung der PA mehr als genügend ist.

Die PA hat eine maximale Verstärkung von 22 dB bei 50 MHz, und ist auf 3 W Dauerstrich eingestellt. Dazu wird die Ausgangsleistung des Ultimate3S auf 20 mW eingestellt.

5 Bilder mit Beschreibung

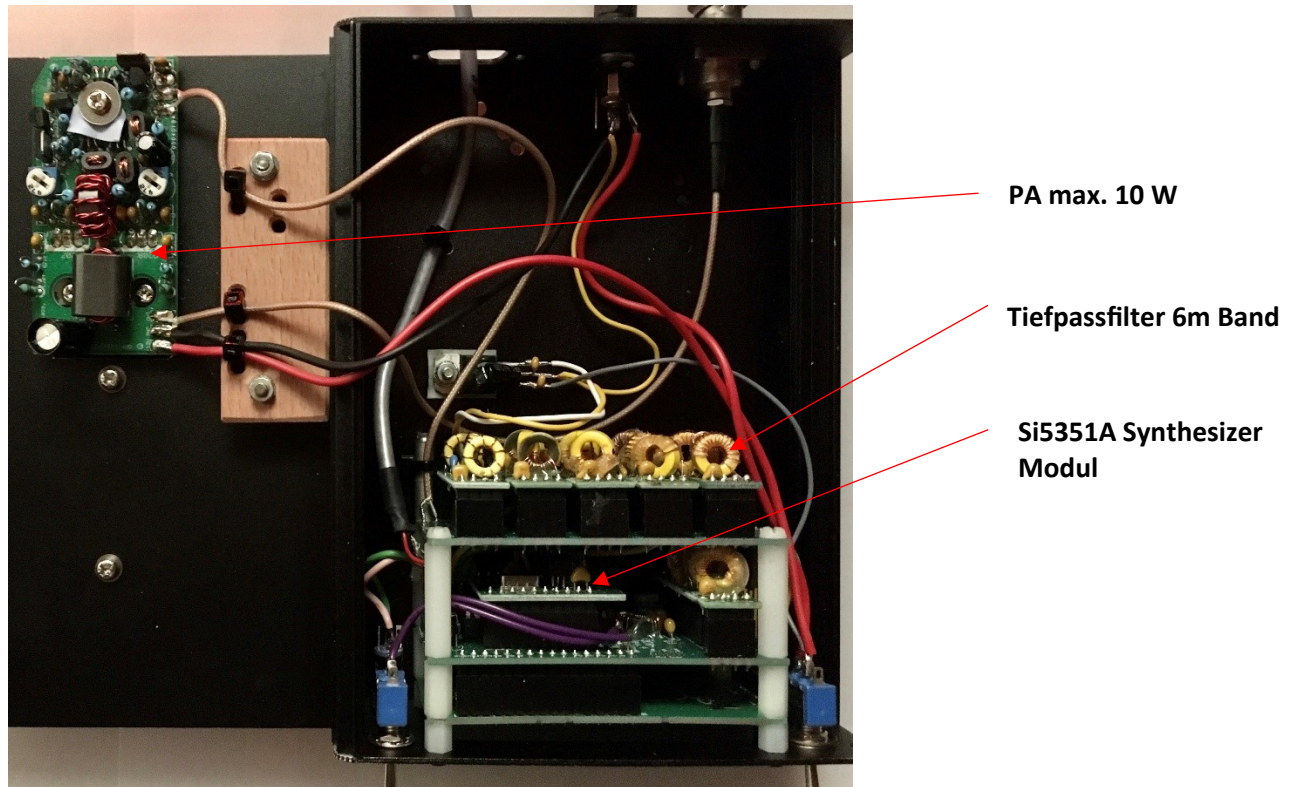


Abbildung 1 Gehäuse geöffnet

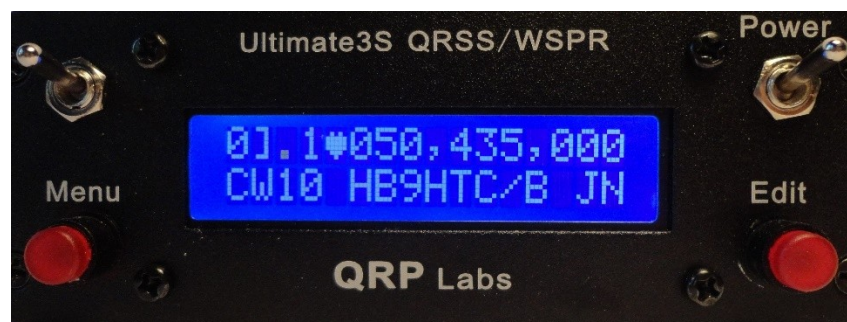


Abbildung 2 Frontseite der Bake

Schalter und Anzeigen im Display von links oben nach rechts unten

- Schalter links oben steht zur freien Verfügung: Hiermit wird die Displaybeleuchtung ein- und ausgeschaltet.
- Display „1“: Tiefpassfilter 6m ist aktiv.
- Display Symbol Herz: Das 1 pps Signal vom GPS wird empfangen.
- Display 50.435.000: Sendefrequenz der Bake.

- Display CW: Modulationsart A1A.
- Display 10: CW-Geschwindigkeit in WPM.
- Display HB9HTC/B JN ...: Ausgesendeter Text in einer Endlosschleife.
- Schalter links unten: Auswahl der Menüparameter.
- Schalter rechts unten: Einstellen der gewünschten Parameter.



Abbildung 3 Ansicht von oben mit dem gut dimensionierten Kühlkörper

Bei der Dauerleistung von 3 W ist die Temperatur des Kühlkörpers $< 45^{\circ}$ C bei Raumtemperatur.

Der Kühlkörper ist mit dem Oberteil des Gehäuses fest verschraubt, was zusätzliche Kühlfläche ergibt.

6 GPS Receiver

Um die Baken-Frequenz langfristig stabil zu halten, wird sie mit dem 1 pps Signal eines GPS-Empfängers kontinuierlich abgeglichen. Eine GPS Patch Antenne ist ins Gehäuse mit dem QLG1 GPS-Empfänger integriert.

Im Folgenden ist die Funktionsweise beschrieben. Die Erzeugung des Sendesignals erfolgt in einem "Programmable Any Frequency Generator" Si5351A von Silicon Labs Devices. Als Frequenzreferenz wird ein Quarzoszillator mit 27 MHz verwendet. Damit lassen sich Frequenzen bis circa 200 MHz generieren. Mit geeigneter Parametrierung wird damit die Baken Frequenz im 6m Band erzeugt.

Die Konstanz dieser Frequenz hängt von der Frequenzreferenz, dem 27 MHz Quarzoszillator, ab. Das Einschwingverhalten, der Temperaturgang und die Alterung spielen dabei eine Rolle. Ein gängiger Quarzoszillator (ohne Ofen zur Konstanthaltung der Temperatur) hat eine Abweichung von geschätzt ± 25 ppm über den Temperaturbereich von -40°C bis $+85^{\circ}\text{C}$. Da die Bake in einem geheizten Raum steht, ist sie so für praktische Zwecke perfekt einsetzbar.

Mit geringem Mehraufwand wurde jetzt die langfristige Konstanz der Frequenz durch Anbinden an eine GPS-Zeitbasis erheblich verbessert. Man spricht von einem GPS Disciplined Oscillator (GPSDO). Sobald der GPS-Empfänger genügend Satelliten empfängt, erzeugt er einen digitalen Impuls pro Sekunde (pps, Pulse per Second), welcher als langfristig stabiler Sollwert für eine Regelschleife genutzt wird.

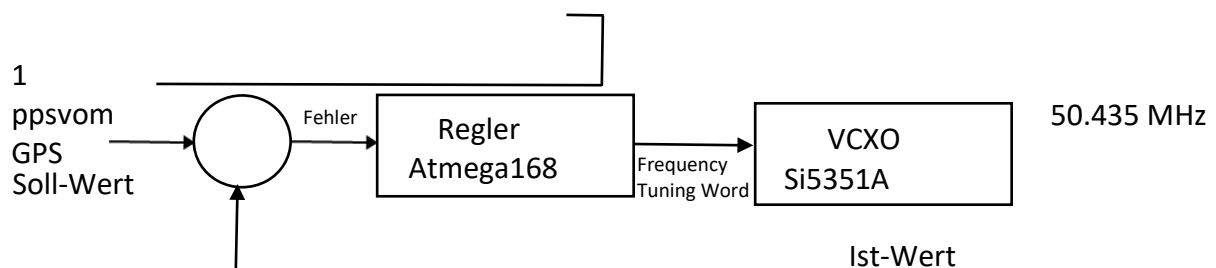


Abbildung Regelschleife zur Konstanthaltung der Frequenz

Das Signal vom Si5351A wird einem Zähler des Microcontrollers zugeführt, und während der Dauer zwischen zwei pps Impulsen gezählt. So erhält man den Ist-Wert. Die pps Impulse sind mit einem zufälligen Jitter behaftet, der durch Ausmitteln über eine gewisse Zeit eine weitere Verbesserung zulässt. Das Programm im Microcontroller korrigiert fortlaufend den Quarzoszillatorfehler durch Vergleich von Soll- und Ist-Wert und entsprechender kontinuierlicher Anpassung der Parametrierung des Si5351A Microcontroller.

Man kann sich die Funktion folgendermassen vorstellen:

Mit dem Ist-Wert des Oszillators wird ein Zeitintervall von vermeintlich einer Sekunde gebildet. Dieses 1 pps Signal wird mit dem präzisen 1 pps Signal, das vom GPS empfangen wird, verglichen. Mit diesem Fehlersignal wird der Lokaloszillator in kleinen Schritten durch Verstellen der Konfiguration des Si5351A korrigiert.

Die Kurzzeiteigenschaften des Oszillatorsignals werden durch den Quarzoszillator bestimmt. Die Langzeitkonstanz des Oszillatorsignals wird durch das GPS bestimmt. Bei Ausfall der GPS-Impulse läuft der Oszillator am Schwingquarz weiter.



Abbildung 4 QLG1 von QRP-Labs in separatem Gehäuse eingebaut

7 QTH der Bake und Voraussetzungen

Für das QTH einer Bake ist es wichtig, am gleichen Betreiberstandort nicht gleichzeitig auf dem Band zu funken, auf welchem die Bake betrieben wird. Die Bake müsste während dieser Zeit abgeschaltet werden.

Locator	JN37WJ
Ort	CH-4634 Wisen, Kanton Solothurn (Jurahöhe)
Höhe	724 müM

8 Antennenwahl

Es stellte sich die Frage, ob eine horizontal oder vertikal polarisierte Antenne verwendet werden soll. In den Bakenlisten sind beide etwa gleich häufig vertreten.

Schlussendlich entschied ich mich für eine vertikal polarisierte Antenne. Dies wegen der Rundstrahlcharakteristik, und auch aus Platzgründen.

Ein vertikaler Dipol scheiterte daran, dass das Koaxkabel rechtwinklig weggeführt werden müsste, was mechanisch zu aufwendig ist.

Da ich früher schon mehrfach die „Slim Jim“ Antenne gebaut hatte, und diese auch in den Bakenlisten öfters genannt wird, entschied ich mich für den Bau dieser Antenne.

Am QTH ist diese Antenne am Dachfirst aufgehängt (Abbildung 9).



Mantelwellensperre
mit RG-58 auf PVC-Rohr



Einspeisung Koax
an der 450 Ω Leitung



Fertige Antenne
mit Schutzrohr

Abbildungen 5-7 Details der Antennenkonstruktion

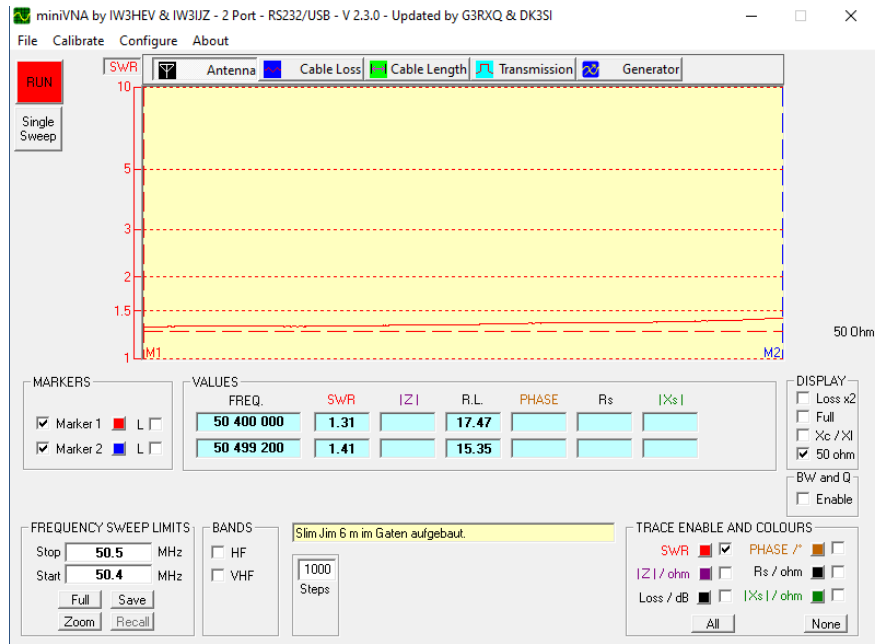


Abbildung 8 Gemessene Daten an der Slim Jim Antenne



Abbildung 9 Antenne am Dachfirst montiert am QTH in Wisen (SO).

9 Empfangsrapporte und QSL

Gerne erwarten wir Empfangsrapporte für die Auswertung der Bake.

Das Formular dazu ist unter [Helvetia Telegraphy Club HTC \(D1\) - 6m Bake HB9HTC/B \(clubdesk.com\)](https://clubdesk.com) auszufüllen und abzuschicken. Die Rapporte werden direkt an mich weitergeleitet.

Dabei kann auch vermerkt werden, ob eine QSL gewünscht wird. Selber müssen keine QSL-Karten geschickt werden.



HB9HTC/B

6m Beacon - Club Station

Helvetia Telegraphy Club / HTC
hb9htc.ch, QRZ.com



Switzerland
Loc: JN37WJ - CQ 14 ITU 28

HB9HTC/B

Confirming 6m SWL-Report

To Amateur Radio Station:

Via:

Specifications:
 Frequency: **50.435 MHz**
 Modulation: **A1A (CW)**
 Speed: 10 WpM
 Power: 3 W
 Beacon Message:
 carrier 10sec_HB9HTC/B_JN37WJ_ (cont.)
 Antenna: Slim Jim - with 450Ω ladder line
 Polarization: Vertical
 QTH Locator: JN37WJ (CH-4634 Wisen/SO)
 Altitude: 720 m.a.s.l
 Operating time: 24h

Date			Time	Signal report
Day	Month	Year	UT	RST dbm etc

We appreciated your signal report
and thank you 73

Beacon Team:
HB9BMD Hugo and HB9ARK Martin

10 Verantwortlichkeiten

Funktion	Wer	Bemerkung
Betreiber	HB9HTC, vertreten durch HB9AFH, Hugo Huber	Präsident HTC
Technischer Leiter HTC	HB9AFH, Hugo Huber	Kontakt zu Behörden
Erbauer der Bake und Projektverantwortlicher	HB9BMD, Hugo Ulrich	Technische Verantwortung
Projektverantwortlicher Stv.	HB9ARK, Martin Klaper	Technische Verantwortung

11 Unterstützung und Danksagung

Schon bald merkte ich, dass so ein Projekt im Alleingang nicht zu bewältigen ist, und der Standort der Bake nicht an meinem QTH sein konnte.

Notwendige technische Unterstützung, und Hilfe bei den administrativen Arbeiten erweiterten sehr schnell den Kreis der Mitwirkenden.

Da eine unbemannte Bake nur durch Vereine betrieben werden darf, war ich auf das Wohlwollen vom [Helvetia Telegraphy Club HTC](#) angewiesen, um das Rufzeichen HB9HTC/B benutzen zu dürfen.

Der positive GV-Entscheid von 2021 war dann die grosse Erleichterung für mich.

Mein aufrichtiger Dank geht an:

- Den Helvetia Telegraphy Club (HTC) mit seinem Präsidenten HB9AFH. Hugo hatte stets ein offenes Ohr für mich und das Projekt. Er managte den administrativen Teil des Projektes, die Eingabe ans Bakom und die Gestaltung der HTC-Website und QSL-Karte.
- HB9CJX/PP5ZX, Marco, für die tatkräftige Unterstützung bei der Gestaltung von HB9HTC/B auf www.qrz.com.
- HB9DST, Paul, für die englische Übersetzung.
- HB9ARK, Martin. Als ich Martin anfragte, das Amt als „Technischer Verantwortlicher Stv.“ zu übernehmen, sagte er mir sofort zu. Martin ist mit seinem immensen Know how und Ham Spirit ein wahrer Glücksfall. Praktischerweise wohnen wir auch noch im selben Dorf.
- DL2EWN, Harald, für die kostenlose Reparatur der 5 W PA, welche ich bei der ersten Version verbraten hatte. Das war Ham Spirit pur.
- G0UPL, Hans für die Beantwortung meiner Fragen zur Parametrisierung des Ultimate3S.
-

- HB9AYR, Werner, für das Ausleihen seines professionellen HF-Messplatzes.
- HB9BXQ, Renato, Koordinator der unbedienten Amateurfunkanlagen für die Unterstützung bei der Frequenzzuteilung, und den Kontakt mit der IARU-R1.
- Meinem guten Kollegen und inaktivem Funkamateurl, Rolf. Auf meine Anfrage hin war Rolf sofort bereit, die Antenne auf seinem Grundstück, und die Bake in seinem Haus zu platzieren. Ein weiterer Glücksfall.
- Meinen beiden Freunden René, leider auch inaktiver Funkamateurl, und Urs für die tatkräftige Mithilfe bei der Antennenmontage, und dem Aufbau der Bake am QTH.

12 Ausblick

Natürlich fallen einem im Verlaufe eines derartigen Projektes auch Verbesserungen und neue Ideen ein und es kommen wertvolle Inputs von OMs hinzu. Nachfolgend einige davon:

- Umschalten von einer horizontal auf eine vertikal polarisierte Antenne.
- Leistungsreduzierung z.B. 10W / 5W / 2.5W / 1W / 0.5W o.ä. auf jeweils beiden Antennen im Minutentakt.
- Synchronisierte Bake nach Vorgabe IARU.
- Die Liste lässt sich beliebig erweitern.

13 Fazit

Mit dem erreichten und vorliegenden Ergebnis bin ich vollauf zufrieden, und erwarte mit grosser Spannung die Empfangs-Rapporte. Es war für mich sehr inspirierend erleben zu dürfen, was wir im Amateurfunk alles selber bauen, betreiben und dabei erleben dürfen. Der Auf- und Zusammenbau des Ultimate3S und der Linear PA 10 W erforderte viel Geduld, Geschick und äusserste Konzentration. Mit Genugtuung darf ich sagen, dass ich bei diesem Projekt sehr viel gelernt und wertvolle Erfahrungen sammeln durfte. Ja, der Ham-Spirit lebt!

14 Quellenverzeichnis

- Ultimate 3S QRSS / WSPR und PA 10 W Lieferant QRP-Labs, <https://www.qrp-labs.com/>
- Baken-Liste, http://www.dl8wx.de/baken_50.htm
- Funkamateurl, FA 2/21 und 3/21, „Praxistipps zur Kühlung von Halbleiterbauelementen“

15 Schlussbemerkung

Der vorliegende Bericht ist auch unter [Helvetia Telegraphy Club HTC \(D1\) - 6m Bake HB9HTC/B \(clubdesk.com\)](#) abrufbar. Da sind auch immer die News zur Bake aufgeführt.

04. November 2021
HB9BMD, Hugo Ulrich
HB9ARK, Martin Klaper

Version V4