



Den Autor erreichen Sie unter: Peter Koch, DL5LD, dl5ld@darf.de

Unsere Satelliten QO-100 zu nutzen, macht richtig Spaß! Das beobachtet man im Narrowband (NB) zu jeder Tageszeit. Viele Funkamateure auf der ganzen Welt haben es geschafft und sind nun auf dem Satelliten QRV. Rauschfrei nach Indien und zu den Azoren, das hat doch schon was!

### Mein nächster Schritt

Für DATV, also digitales Amateurfunkfernsehen, hat der Satellit ein eigenes zweites Transponderband. Hier reizt es, dieses möglicherweise zu erobern. Allen, die QO-100 im Wideband (WB) nutzen wollen, möchte ich empfehlen, reichlich Erfahrungen im Narrowband zu sammeln. Der Schritt ins WB ist schon etwas anstrengender und braucht seine Zeit. Aber das soll natürlich nicht abschrecken, sondern im Gegenteil neugierig machen und motivieren. Es ist die Herausforderung, die zählt! Hier also ein Bericht meiner Erfahrungen.

## Betrieb im QO-100-Wideband

# DATV via QO-100

Peter Koch, DL5LD

Es ist lange her, da habe auch ich hier in der CQ DL ein paar Tipps zum Einstieg auf QO-100 gegeben. Inzwischen hat ein neues Abenteuer gelockt: DATV!

### Sind Sie bereit?

Das **Aufmacherbild** zeigt den ganzen Stolz des Autors, seine 2,4 m Prime-Fokus-Schüssel. Aber keine Sorge, DATV geht auch mit kleineren Antennen, ab etwa 1,2 m.

Das gesendete Fernsehen kann von Island bis Brasilien, in ganz Europa und Afrika und in Asien bis östlich von Indien empfangen werden.

Im Folgenden skizziere ich alle Schritte, die dies ermöglichen. Es ist ja immer eine gute Idee, mit der Empfangsseite zu beginnen, hier ganz nach dem Motto: „Erst sehen, dann senden“.

### Rund um die Schüssel

Grundsätzlich ist es sinnvoll, den WB-Empfang zumindest vorübergehend eine eigene Satellitenschüssel zu spendieren. Es gibt Funkamateure, die hierfür erfolgreich eine 85-cm-Schüssel verwenden, aber dann eben mit einem LNB, das nicht durch eine Dual-Sendeantenne teilabgedeckt oder sonstig beeinflusst wird. Ich empfehle dringend eine 1,25-m-Schüssel, damit man hier auf der sicheren Seite ist. Noch größere Schüsseln sind natürlich nur von Vorteil.

Bei 1,25 m kann man es später auch mit einem Dual-Feed versuchen. Wenn der LNB durch eine Helix-Sendeantenne blickt, verliert man gewiss etwa 3 dB des Empfangssignals. Im Narrowband ist das oft zu verkraften, aber im Wideband wird digital moduliert. Das bedeutet: Es geht oder es geht nicht. Darum ist etwas Reserve auf jeden Fall wichtig.

Mein Freund und Mitstreiter Jörn, DL1LO, ist mit einer 1,25-m-Schüssel und einer Helix, die räumlich knapp über dem LNB positioniert ist, sehr flott mit DATV QRV. Selbstverständlich muss die Schüssel sorgfältig ausgerichtet werden. Eine gute Zugänglichkeit erspart Muskelkater vom Leitersteigen und ist sicherer. Das Ausrichten kann prima mithilfe der Bakensignale auf dem Narrowband

erfolgen. Ich gehe davon aus, dass dieses dem motivierten Leser bereits zur Verfügung steht. Falls nicht, sollte man hier beginnen. Das als wohlgemeinter Tipp.

### Nun zum LNB

Das Signal wird von einem LNB aufgefangen. Hier sind bereits Standard-PLL-LNBs mit guter Verstärkung und niedriger Rauschzahl durchaus geeignet. Beruhigend: Auf Frequenzstabilität, wie im Narrowband mit SSB, kommt es im Wideband nicht so sehr an. Mein LNB lag jedoch etwa 200 kHz daneben. Damit stimmen später alle Frequenzangaben nicht. Das kann man mit angepassten „Offsets“ ändern, aber ich habe mir kurzerhand ein stabilisiertes „Bullenauge“ geleistet, um diesen Problemen aus dem Weg zu gehen. Stabilisierte TCXO-LNBs sind inzwischen gut verfügbar und nicht mehr so teuer wie früher. QO-100 hat auch im Wideband eine Bake. Das ist ein Datenstrom, der einen Fernsehfilm beinhaltet, s. **Bild 1**. Er wird rund um die Uhr gesendet, war jedoch auch schon mal gestört, also Geduld. Es geht dabei um den Start unseres Satelliten und die hierbei Beteiligten.

Die Frequenz der Bake ist 10 491,5 MHz. Der LNB erzeugt eine Mischfrequenz von  $LO = 9750$  MHz. Als Differenz ergeben sich 741,5 MHz.

### MiniTiuner als Empfänger

Ein normaler Sat-Receiver empfängt zwischen 950 und 2150 MHz. Mit unseren 741,5 MHz liegen wir also weit außerhalb des Empfangsbereichs. Nur ein Octagon 8008 kommt angeblich dorthin. Im Amateurfunk wird teilweise mit niedrigen Sample Rates gesendet, und weniger als 250 ks/s verarbeitet der Octagon auch nicht, habe ich gehört. Ich habe lange versucht, mit meinem RTL-Stick und der Software SDR-Angel den Satelliten im WB zu empfangen. Ohne Erfolg.

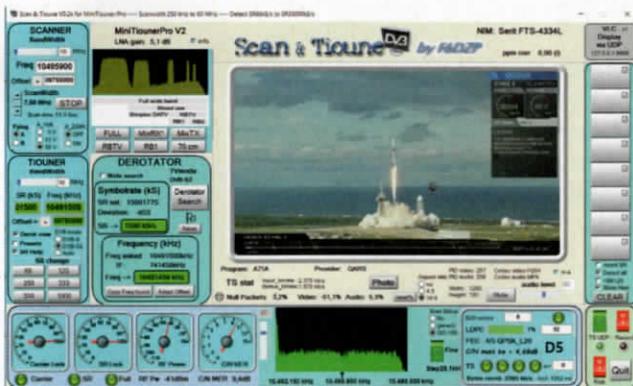


Bild 1: Das Bild von der empfangenen WB-Bake

Weiteres Experimentieren ist ja nicht ausgeschlossen. Aber wir gehen lieber einen Weg, der einfach und erfolgversprechend ist. Und das ist hier tatsächlich der MiniTiouner. Der MiniTiouner kommt locker auf die 741,5 MHz herunter und kann auch mit niedrigen Sample Rates zurecht kommen. Der Zusammenbau ist nicht sehr kompliziert, auch wenn die Bauanleitung eher knappgehalten ist. Der MiniTiouner wird über ein gutes A/B-USB-Kabel an den bitte nicht steinalten PC angeköpelt.

### Nice to have: ein Display

Der fertige MiniTiouner wurde in einem Gehäuse untergebracht. Mit fünf Drähten kann man intern ein kleines Display anschließen, auf welchem der Receiver dann über seinen aktuellen Empfang Auskunft gibt. Eine Schnittstelle auf dem Board des MiniTiouners ist vorhanden. Das Display ist also nicht zwingend notwendig, es ist nur „nice to have“. Wichtig ist, dass es mit 5 V Versorgungsspannung auskommt und über einen I<sup>2</sup>C-Anschluss verfügt. (Hier eingebaut habe ich: 1.8" Serial: UART/I<sup>2</sup>C/SPI Color TFT 160x128 Display+2 MB Flash Module for Arduino; statt 2 MB hat es sogar 4 MB.) Um das Display (**Bild 2**) zum Leben zu erwecken, muss es in der Datei Scan&Tioune.ini aktiviert werden.

### Kostenlose Software

Software bekommt man kostenlos von [www.vivadatv.org](http://www.vivadatv.org). Dort muss man sich registrieren, dann kann man im Wesentlichen drei Programme herunterladen:

- TestMyMinitiouner: Funktionstest der Hardware des Bausatzes
- MiniTioune\_Vxy: Decoder-Programm
- Scan&Tioune: Decoder-Programm mit Scanner, das Lieblingsprogramm vieler Funkamateure.

Natürlich testet man die Hardware zuerst mit TestMyTiouner. Dafür braucht man zwei möglichst kurze A/B-USB-Kabel.

Scan&Tioune ist per Scan&Tioune.ini-Datei für die Bake voreingestellt. Eventuell den Taster „Full“ anklicken. Nun sollte man das Bakensignal im Scan sehen und auch decodieren können.

Zur Kontrolle: Frequenz 10 491,5 MHz, Offset 9750 MHz, SR 1500 kS/s, FEC 4/5, QPSK und DVB-S2. Das Programm scant voreingestellt das gesamte Wideband, sodass man nun vielleicht schon die Aussendung anderer Afu-Stationen verfolgen kann.

Scan&Tioune ist ein mächtiges Programm mit sehr vielen Funktionen. Es ist nicht ganz einfach, damit umzugehen, aber Geduld und Probieren gehört ja zu unserem Hobby und macht das Ganze spannend.

### Vorbereitung auf das Senden

Es gibt Stationsbeschreibungen, die unglaublich klingen, was die Kleinheit der Schüssel angeht. Ich aber würde nach meiner Erfahrung sagen: Eine Schüssel mit 1,25 m sollte es mindestens sein. Dazu eine Sendeleistung von 100 W auf 2,4 GHz, das ist sicherlich ein realistischer Ansatz. Und möglich eine eigenständige Sendeantenne verwenden! Ansonsten sicherstellen, dass der Empfang weiterhin funktioniert.

Mit dem Feed haben wir ja bestimmt schon im NB herumgebastelt. Es darf gerne eine 4,5-Windungen-Helix sein, die hat sich in Zusammenarbeit mit einer 1,25-m-Schüssel bewährt. Gut zu rechtgebogen und mit einem nanoVNA-Netzwerkanalyser (oder vergleichbar) abgestimmt, funktioniert sie richtig gut. Andere verwenden einen POTY-Feed.

In **Bild 3** sieht man meinen Dualfeed mit „Bullenaug“ und 3,5-Wdg.-Helix am nanoVNA.

Vom Feed bis zur PA sollte man gutes Kabel – und so kurz wie möglich – verwenden, das bei 2,4 GHz eine möglichst geringe Dämpfung aufweist. Lieber ein paar Euro mehr ausgeben, als das Kabel nachher doch neu zu kaufen. Eine wichtige Erfahrung, die ich hier weitergeben möchte ...

### Nun die PA

Wie gesagt: 100 W halte ich persönlich für einen guten Wert bei einem 1,25-m-Spiegel. Weniger geht auch, mehr ist noch besser. Es ist in jedem Fall eine Linear-PA gefragt. Die Ansteuerleistung muss natürlich genau angepasst werden. Im einfachsten Fall reduziert man die Spannung oder es wird ein passendes Dämpfungsglied eingeschleift.

Problematisch ist immer die Verlustleistung. Die Power-FETs möchten gut gekühlt werden. Bis 100 W Output meist mit Luft, bei mehr Leistung auch mit Wasser. In den Aussendungen der anderen Funkamateure sind oft Bilder der Antennen und Stationsbeschreibungen als Laufschrift eingeblendet. Daran kann man sich eventuell orientieren. Das **Bild 4** zeigt eine 50-W-Linear-/Class-A PA für 12 V/14 A für 2,4 GHz. Die 100-W-PA möchte angesteuert werden.



Bild 2: Das Display im Gehäuse



Bild 3: Dualfeed mit „Bullenaug“ und 3,5-Wdg.-Helix am nanoVNA

Hierfür sind weitere „Zwischen-PAs“ notwendig, je nachdem, was an Leistung aus dem Modulator herauskommt. Alles sollte hochwertig sein. Mit SMA-Fertigkabeln kann man Überraschungen erleben! 2, 3 und sogar 8 dB Verlust bei 2,4 GHz habe ich schon gemessen.

### An die Symbol-Rate denken

Beim Senden spielt die Symbol-Rate (SR) eine Rolle: Je niedriger der Wert, desto schmaler und höher (= stärker) ist das Sendesignal, aber auch desto weniger Bildqualität kommt zustande. Bei geringer Sendeleistung kann man durchaus noch ein Fernsehbild senden, wenn man die SR herabsetzt. Ob das Spaß macht, weiß ich nicht. Die meisten Stationen senden derzeit mit einer SR von 333 kS/s.

### DVB-S2-Signalerzeugung

Aus den Filmdaten des Fernseh-Streams muss ein DVB-S2-Signal erzeugt werden. Dies übernehmen die Software auf dem PC und ein über LAN/WLAN angekoppleter Kleincomputer. Bei mir ist es ein modifizierter Adalm-Pluto, den man fertig kaufen kann. In den Kleincomputer musste ich zum Glück bisher noch nie hineinschauen. Es ist wohl ein

Linux-Rechner (ähnlich einem Raspberry Pi), der frequenzstabilisiert ist und besondere Software für DATV beinhaltet. Für mich ist es eine Art Blackbox, die man mit einer .ini-Datei anpassen kann, um sie z.B. ins heimische Netzwerk zu bringen. Und vor allem: der man per Software über die Ethernet-Schnittstelle die Sendefrequenz und anderes mitteilen kann.

Der Pluto generiert dann das Sendesignal auf 2,4 GHz. Die Ausgangsleistung

erreicht nach meiner Messung maximal -2 dBm, also etwa 0,4 mW. Das ist eine wichtige Orientierungshilfe für den Aufbau und die Auswahl der PA(s). Bei mir folgt eine Mini-PA, um das Signal bei Bedarf auf einige 10 mW zu bringen.

An dieser Stelle gibt es bei mir noch einige offene Fragen. Ich habe die PA SPF-5189 gekauft. Hiervon scheint es verschiedene Versionen zu geben. Meine Mini-PA hat keine aufgedruckte Typangabe. Es steht aber drauf „f = 5...6000 MHz, Gain 20 dB“. Diese PA funktioniert hier klaglos. Eine andere PA, die fast genauso aussieht, hat die Typenangabe SPF-5189Z aufgedruckt. Weiterhin ist „f = 50...4000 MHz“ angegeben. Diese PA lief aus unbekanntem Grund leider nicht.

Laut Datenblatt ist in beiden Fällen 5 V die maximal zulässige Betriebsspannung. Also gut aufpassen!

**Bild 5** zeigt den Adalm-Pluto mit nachgeschalteter MiniPA. Alternativen zum Pluto gibt es, aber damit habe ich keine Erfahrungen gemacht.

Nach meiner Meinung sorgt das Programm OBS-Video-Studio immer wieder für herzerfrischende Überraschungen. Es ist nicht so einfach zu bedienen, aber immerhin kostenlos. Und es kann sehr viel! Aus Bildern, Filmen, Texten, Musikdateien kann man sich damit sein „Fernsehprogramm“ zusammenmischen. Videokamera live und Mikrofon sind natürlich ein Muss, wenn man unserem Hobby gemäß kommunizieren will.

Im **Bild 6** eine Impression: Laptop mit OBS: Film, Laufschrift, Live-Kamera.

Zur Kopplung des Pluto über LAN muss man in OBS einen rtmp-String eingeben. Darin sind die Frequenz, die FEC und die Dämpfung, die der Pluto zwischen-

schalten soll, auswählbar. Das kann man hinbekommen, nicht schlecht! Mit der Dämpfung lässt sich ganz gut die Ansteuerung der PA ausbalancieren. Eine Übersteuerung führt zu etwas mehr Signalstärke, aber die Qualität des Datenstroms nimmt sichtbar ab. Wir senden ja digital! Da ist die Qualität des Datenstroms das wichtigste Kriterium. Mit Oberwellen wollen wir gar nicht erst anfangen.

Hier ein Tipp am Rande: In dem rtmp-Kommunikationsbefehl, der in OBS unter „Stream“ eingegeben werden muss, ist auch die Kommunikationsadresse, also die IP-Adresse des Plutos einzutragen. Der Pluto sollte darum eine feste IP-Adresse außerhalb des DHCP-Bereichs (des Routers) erhalten. Bei einer zufälligen Zuweisung über DHCP klappt sonst möglicherweise die Verbindung von OBS zum Pluto nicht mehr.

## Noch 'ne Schüssel

Eine gute Antenne ist der beste Verstärker, diese alte Weisheit gilt auch hier. Als bei eBay dann eine 2,4-m-Schüssel zu verkaufen war, hat es so gejuckt, dass ich auf Abenteuer-Tour nach Sachsen gefahren bin. Ich möchte anmerken, dass mir die Menschen, denen ich dort begegnet bin, so freundlich und hilfsbereit bei der Suche nach der Zieladresse geholfen haben, wie ich es aus unserem hohen Norden nicht unbedingt gewohnt war. Danke!

Zerlegt passte die Dish zentimetergenau in unseren Polo. Die nachträgliche „Baugenehmigung“ von der XYL zu bekommen, war nicht gerade einfach ... Dann aber: Fundament bauen und hoch damit!

„Papa, funkst du jetzt mit Außerirdischen?“ war die spontane Reaktion meiner Tochter beim ersten Blick auf die neue Schüssel (**Aufmacher**). In unserer kleinen Stadt ist das jedenfalls die größte Schüssel, soweit ich weiß. Aber ganz ruhig bleiben: Eine Schüsselgröße ab 1,25 m reicht auch.

## Fazit

Es hat lange gedauert, um auf dem Wideband QRV zu werden. Auch gab es Irrwege. Das Experimentieren hat aber jederzeit einen Heidenspaß gemacht. Vielen Dank an DL1LQ (u.a.) für das gemeinsame Erobern des Widebands.

Ich hoffe, dem einen oder anderen Funkamateurer mit meinem Erfahrungsbericht auf den Weg helfen zu können. Das Wideband ist auf jeden Fall eine spannende Herausforderung. Viel Erfolg! **CQDL**



Bild 4: 50-W-Linear-Class-A PA 12 V/14 A für 2,4 GHz



Bild 5: Der Adalm-Pluto mit nachgeschalteter Mini-PA



Bild 6: Laptop mit OBS: Film, Laufschrift, Live-Kamera