

Basisanwendungen für Amateurfunk

HackRF One als Schmalband-FM-Rx und -Tx

Gerhard Häring, DK6RH

Im letzten Artikel zum HackRF ging es vor allem um den Einstieg. Lange Zeit war es schwierig, GNU Radio auf einem gebräuchlichen Linux-System zu installieren. Inzwischen gibt es aber ein gut funktionierendes Skript für GNU Radio, und die benötigte Zusatzsoftware lässt sich auf einem häufig verwendeten Ubuntu 14.04 meist ohne Probleme einrichten.



Bild 1: Bevor man Versuche beginnt, prüft man mit dem Befehl „hackrf_info“ die Verbindung zum SDR

Das Skript ist im Wiki zum HackRF One im Internet zu finden und wird wie folgt installiert:

```
sudo add-apt-repository ppa:gqrx/releases
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
sudo apt-get install gqrx gnuradio gr-osmosdr hackrf
```

```
gerd@gerd-MS-7740a:~$ hackrf_info
Found HackRF board.
Board ID Number: 2 (HackRF One)
Firmware Version: git-44df9d1
Part ID Number: 0x00584749 0x00584749
Serial Number: 0x00000000 0x00000000 0x457863c8 0x254f671f
gerd@gerd-MS-7740a:~$
```

Hinein in die Praxis

Jede Befehlszeile wird einfach kopiert und in ein Terminalfenster eingefügt. Dann erfolgt die Ausführung unter Beachtung der jeweils erscheinenden Anweisungen.

Am sichersten funktioniert das Skript mit einer „frischen“ Ubuntu-Installation. Mit vorher installierten Teilen von GNU Radio kann es zu Konflikten kommen, für deren Lösung es kein Patentrezept gibt. Der erste Test von GNU Radio kann mit dem einfachen Tongenerator-Beispiel aus

dem ersten Artikel erfolgen. Das Prüfen der Verbindung zu HackRF erfolgt einfach von einem Terminal aus (**Bild 1**). Das mitgelieferte USB-Kabel sollte nicht durch ein wesentlich längeres ersetzt werden, um HF-Störungen zu vermeiden. Die Verwendung eines Ferritkerns für das USB-Kabel ist sicherlich sinnvoll.

Der FM-Empfänger

Als erstes Beispiel, das für den Funkamateurl sinnvoll sein könnte, möchte ich einen Schmalband-FM-Empfänger für 2 m vorstellen. Er soll die in DL gängigen Relais empfangen können.

Es gibt im Internet einige Beispiele von GNU Radio-Flowcharts für Empfänger aller möglichen Betriebsarten. Diese sind aber sehr oft für die SDR-Geräte der Firma Ettus ausgelegt. Die Ettus-Geräte sind sehr professionell und preisintensiv. Ich persönlich bin immer etwas skeptisch bei größeren finanziellen Risiken im Hobbybereich und konnte mich daher noch nicht zu einem günstigen Ettus USRP1 (Grundpreis ca. 675 €, mit notwendigen Daughterboards und Versand bestimmt 200 € mehr) durchringen.

Übrigens: Viele Internet-Beispiele funktionieren einfach bei mir nicht! Wie sie bei dem, der sie in Netz gestellt hat, funktionieren, ist mir immer wieder ein Rätsel. Die oben genannten Beispiele können aber als Anregung verwendet werden, sie funktionieren in der Regel aber nicht mit dem HackRF. Der verwendet nämlich einen anderen Empfänger- bzw. Senderblock, osmocom Source bzw. osmocom Sink (**Bild 2**). Diese Blöcke erfordern u.a. andere Abtastraten.

Bild 3 zeigt einen FM-Empfänger, der mit GNU Radio-Companion erstellt wurde. Links ist der eigentliche Empfänger (osmocom Source) zu erkennen, sein Ausgangssignal geht an einen Mischer. Rein mathematisch gesehen, multipliziert dieser die beiden Eingangssignale. Beim genauen Hinsehen erkennt man, dass der Oszillator eine negative Frequenz erzeugt. Für die hier vorliegende

Bild 3: Ein mit GNU Radio-Companion erstellter FM-Empfänger

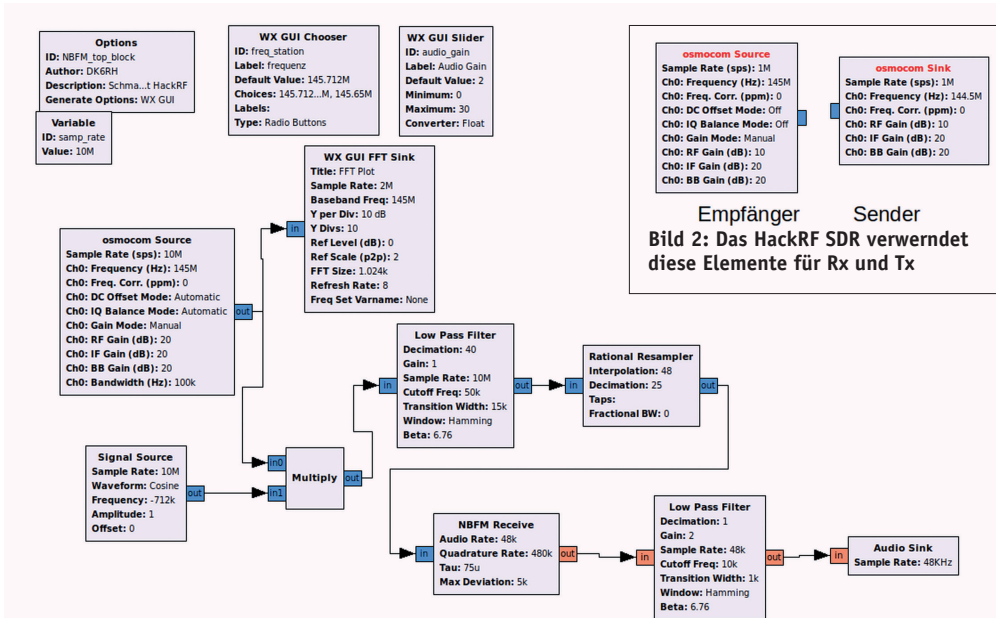


Bild 2: Das HackRF SDR verwendet diese Elemente für Rx und Tx

Zur Person



Gerhard Häring, DK6RH

Funkamateure seit 1972, studierte Elektrotechnik und ist Berufsschullehrer.

Interessen: Selbstbau, Mikroprozessortechnik, Linux, SDR

Anschrift:
E-Mail: dk6rh@darcc.de

softwaremäßige (also mathematische) Signalverarbeitung hat dies keine Bedeutung. Wie beim herkömmlichen „Hardware“-Empfänger erfolgt mit der Oszillatorfrequenz die Senderabstimmung (Bild 4). Mit dem Auswahlfeld (WX GUI Chooser) kann die gewünschte Frequenz ausgewählt werden. Hier sind nur die Kanalfrequenzen angegeben, die in meiner Region erreicht werden können. Natürlich sind auch andere Frequenzen möglich. Das Mischsignal geht auf einen Tiefpass, der den niederfrequenten Anteil herausfiltert. Zusammen mit dem Rational Resampler wird die erforderliche Abtastrate von 480 ks/s erreicht. Dieses Signal kann dann im NBFM Receive Block (der eigentliche FM-Empfänger) weiterverarbeitet werden und gelangt über ein weiteres Tiefpassfilter, in dem auch die Lautstärkeeinstellung erfolgt, an die Soundkarte.

Bild 5 zeigt die grafische Benutzeroberfläche (GUI) des FM-Empfängers.

Ein FM-Sender

Grundsätzlich ist das HackRF ein Halbduplex-Transceiver, man kann also damit auch senden. Zunächst möchte ich den grundsätzlichen Aufbau und die Wirkungsweise eines FM-Senders für Testzwecke vorstellen, s. Bild 6. Das eigentliche Tonsignal für den Testbetrieb liefert eine wav-Datei, die man leicht selbst erstellen kann. Man schließt an die Soundkarte ein Mikrofon an und zeichnet beispielsweise mit dem Linux-Programm Audacity einen Testspruch auf, dieser wird in der Datei test.wav abgespeichert. Das NF-Signal wird am Eingang des NBFM-Transmit-Blockes eingespeist. Über den Rational Resampler wird die Abtastrate auf den Wert 1,92 MS/s erhöht. Anschließend wird mit einer 187-kHz-Schwingung gemischt und der Sender, hier osmocomb Sink, angesteuert. Die Ausgangsfrequenz beträgt in unserem Fall 145,9 MHz – 0,187 MHz = 145,712 MHz; das ist die Empfangsfrequenz meines nächsten Relais‘.

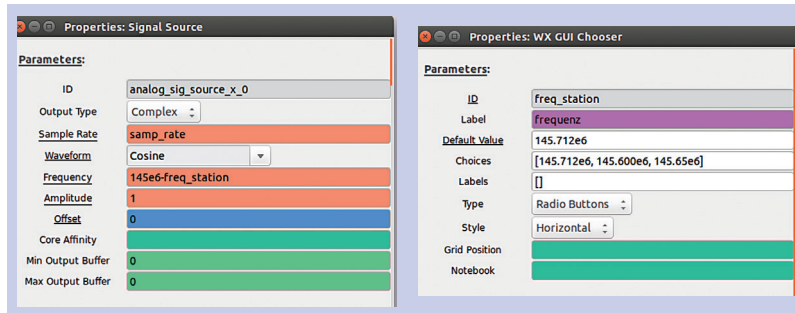


Bild 4: Über Konfigurationsdialoge werden die Elemente parametrisiert

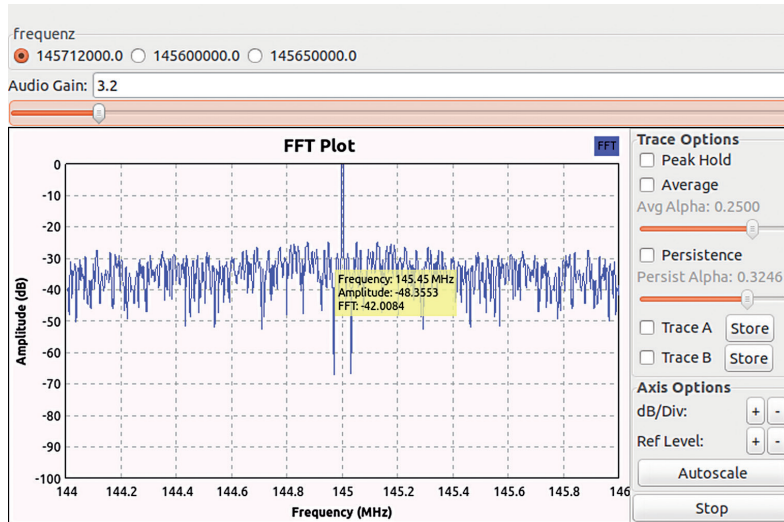


Bild 5: Grafische Benutzeroberfläche (GUI) des Rx

Natürlich habe ich den Sender sofort getestet, auf dem Relais aber gar nichts gehört. Ich überlegte: Sendeleistung ist 5...10 dBm bzw. 3...10 mW, 15 m Koaxkabel zu meiner Unterdach-Grundplane, Verluste an Steckern usw., eine kleine Endstufe fehlt ... Der Sender wird daher am einfachsten mit einem 2-m-Empfänger getestet. Man verbindet den Antennenanschluss des HackRF am besten über ein Dämpfungsglied (z.B. 40 dB) damit. So kann zumindest die Sendequalität leicht festgestellt werden. Damit ist eine erste Anwendung für den Amateurfunk mit HackRF erstellt. Die jeweiligen grc-Dateien (GNU Radio-Dateien) können vom DARC-Server geholt werden.

Nicht zu vergessen

Es gibt aber noch zwei Schwachstellen: zum einen die technischen Daten des HackRF, insbesondere die Empfängerempfindlichkeit und die geringe Sendeleistung. Hier könnten ein Vorverstärker in der Antennenleitung bzw. eine Sendendstufe weiterhelfen. Zum anderen liegt eine weitere Schwierigkeit darin, dass das HackRF nur einen Antennenanschluss hat. Somit ist eine externe Send-/Empfangs-Umschaltung notwendig. Wenn dies hard- und softwaremäßig bewerkstelligt werden kann, ist aus dem HackRF ein richtiger Transceiver geworden. Dies soll in einem späteren Artikel behandelt werden.

Bezug des HackRF one auch über

DARC VERLAG
Erfahrung verbindet

DARC Verlag GmbH
Lindenallee 6
34225 Baunatal
verlag@darccverlag.de
www.darccverlag.de

Bild 6: Aufbau eines FM-Senders

