

„Getting Started“

Der neue SDR-Transceiver HackRF One

Gerhard Häring, DK6RH

Seit kurzem gibt es den SDR-Transceiver HackRF One, der sich mit Software wie SDR# oder GnuRadio programmieren lässt. Was kann er, wie geht man damit um?



Michael Ossmann hat diese SDR-Plattform entwickelt, die sowohl zum Empfangen als auch zum Senden geeignet ist. Sie wird über die USB-Schnittstelle am PC angeschlossen.

Technische Daten

Hier die wichtigsten Eigenschaften:

- Frequenzbereich 10...6000 MHz
- Halbduplex-Transceiver
- Abtastrate max. 20 MS/s
- Betriebsspannung über USB

Ich habe bis jetzt einige grundlegende Versuche damit erfolgreich vorgenommen. Der nominelle Frequenzbereich kann nach unten mindestens bis zum 80-m-Band überschritten werden, nach oben habe ich nur bis zum 70-cm-Band getestet. Bezüglich Empfängerempfindlichkeit scheinen aktuelle Transceiver besser zu sein. Ein Vorverstärker oder ein Preselector verbessern die Empfangseigenschaften vermutlich deutlich. Die Sendeleistung ist frequenzabhängig und naturgemäß (USB-Speisung) recht gering, um die 5 dBm. Ein großer Vorteil ist, dass der Transceiver wie jedes SDR-Gerät an jede bekannte Modulationsart angepasst und auch universell eingesetzt werden kann. Im Folgenden möchte ich eine Starthilfe zur Inbetriebnahme geben



Zur Person

Gerhard Häring, DK6RH

Funkamateurliebling seit 1972, studierte Elektrotechnik und ist Berufsschullehrer.

Interessen: Selbstbau, Mikroprozessortechnik, Linux, SDR

Anschrift:
E-Mail: dk6rh@darv.de

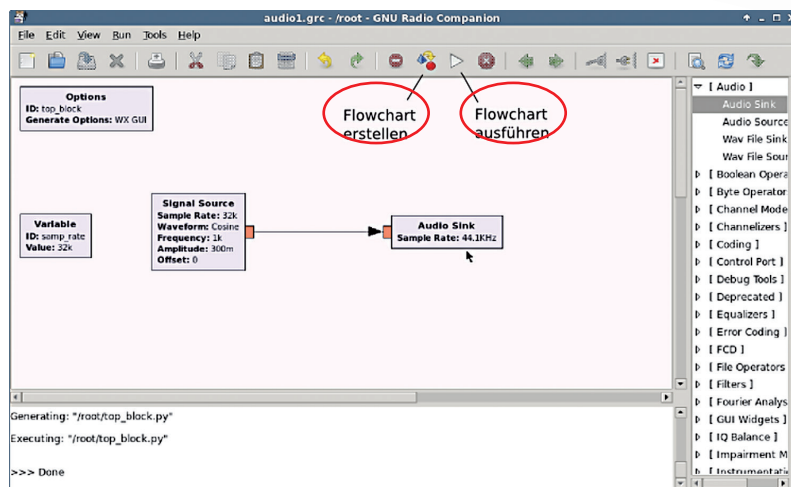


Bild 3: So zeigt sich die Anwendung GNU Radio im Applications-Menü unter Development

und Möglichkeiten zur Gerätenutzung zeigen.

Auf den Zahn geföhlt

HackRF One ist eine OpenSource-Plattform, die mit Linux sehr gut zusammenarbeitet. Für Windows-PCs gibt es die Software SDR# und SDR-Radio, die für den HackRF One geeignet sind, wenn auch (derzeit) nur für den Empfang. Um den HackRF One richtig zu nutzen, ist ein Einstieg in Linux unumgänglich. Der Entwickler empfiehlt die Verwendung der Linux-Distribution von Pentoo. Auf seiner Webseite finden sich einige sehr sehenswerte Videos, die den Umgang mit HackRF One und grundlegende Punkte zum Thema SDR erklären, allerdings nur in Englisch. Pentoo Linux bietet volle Unterstützung für HackRF und das Software-Entwicklungswerkzeug GNU Radio. Da ich schon Erfahrungen mit der Linux-Distribution Ubuntu hatte, wollte ich zunächst auf einer Ubuntu-Plattform (hier aktuelle Version 14.04) die HackRF-Software und GNU Radio installieren.

Dies gelingt zwar, der Weg über Pentoo ist aber wesentlich bequemer. Besonders wenn man dem Rat des Entwicklers folgt und Pentoo auf einem USB-Stick oder einer DVD installiert und von dort bootet. Das hört sich zunächst schlimmer an, als es ist. Auch als nicht-hauptberuflicher Systembetreuer hat man dies in ca. einer Stunde mit Download erledigt. Voraussetzung ist ein Rechner mit normalem Windows-Betriebssystem, z.B. XP oder Win7 oder höher.

Zuerst benötigt man einen USB-Stick mit mindestens 8 GB und das Programm unetbootin z.B. von www.heise.de/software. Damit kann das Betriebssystem Pentoo auf dem USB-Stick installiert werden. Die Linux-Distribution Pentoo holt

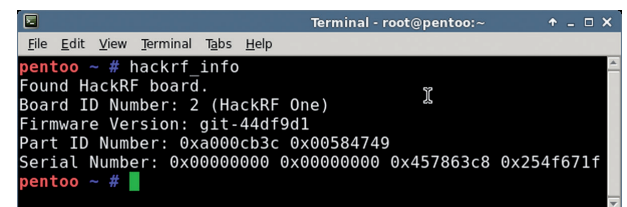


Bild 2: Die Informationen des HackRF One

Bezug des HackRF one auch über



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

Gerät ist möglicherweise erst ab Ende Februar lieferbar.



Bild 1: Das Monitor-Icon liegt unten am Bildrand

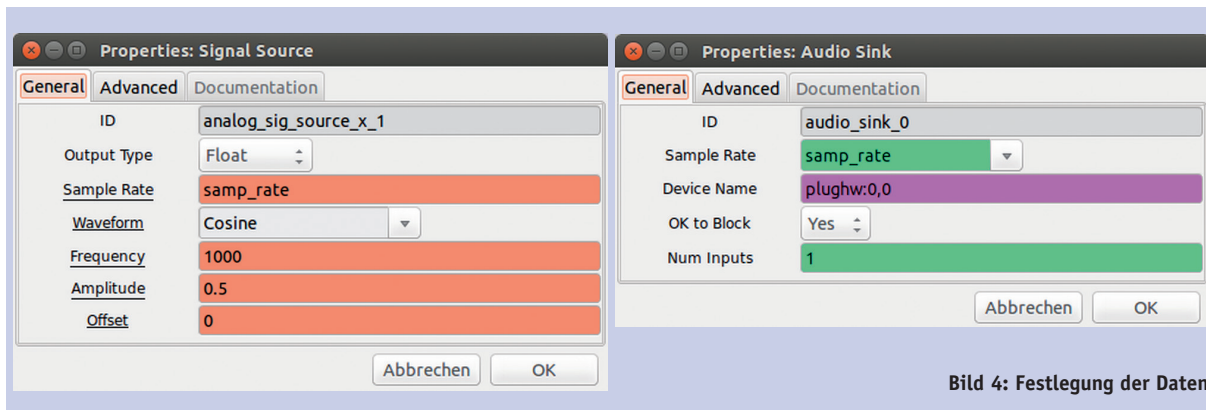


Bild 4: Festlegung der Daten

man sich von www.pentoo.ch; ich habe die 64-Bit-Version gewählt. Man erhält eine sog. ISO-Datei, unetbootin kommt damit gut zurecht und kopiert alle erforderlichen Dateien auf den Stick.

Alle modernen PCs können von USB gebootet werden, wenn man dies im BIOS umstellt. Das ist völlig gefahrlos, die Daten auf dem PC werden nicht verändert, und ohne USB-Stick startet der PC wieder ganz normal.

Pentoo startet recht fix, man wird dazwischen nach dem gewünschten Tastatur-Layout gefragt. Ich habe zwar die deutsche Tastatur gewählt, der Erfolg war aber gering. Am Ende fragt Pentoo, ob Netzwerkbetrieb gestartet werden soll. Das ist für den HackRF-Betrieb nicht notwendig, will man es dennoch, muss man das Kommando `dhcpcd eth0` eingeben. Pentoo holt sich dann vom vorhandenen DHCP-Server eine IP-Adresse und startet den Netzwerkbetrieb.

Nun ist man auf der sog. Kommandozeilenebene wie früher bei MS-DOS. Geübte „Linuxer“ haben damit wenig Probleme, Windows-Fans aber schon. Mit

dem Kommando `startx` wird die grafische Oberfläche `xfce` gestartet. Die erste Hürde ist genommen, wir sind in Linux, die Maus „geht“. Am unteren Bildschirmrand liegen sechs Icons, darunter ein Monitor, das „Terminal“ (Bild 1).

So geht es weiter

Wir verbinden den HackRF One mit einer USB-Schnittstelle und starten das „Terminal“. Einige LEDs am HackRF leuchten auf. Wir geben das Kommando `hackrf_info` ein und bestätigen mit Enter. Wichtig: Pentoo-Linux verwendet standardmäßig eine amerikanische Tastatur. Eine Änderung ist mir noch nicht gelungen. Die amerikanische Tastaturbelegung findet man bei <http://de.wikipedia.org/wiki/Tastaturbelegung#USA>.

Der HackRF One wird erkannt und gibt seine Infos ab (Bild 2).

Wir haben Verbindung zum HackRF aufgenommen! Das war die zweite Hürde.

Beenden von Pentoo

Alle Linux-Versionen wollen „ordentlich“ heruntergefahren werden. Bei

Pentoo muss man auf den Root-Button ganz rechts oben klicken, es erscheint ein kleines Menü, wo man „Shut Down“ anklickt. Man kann auch im Applications-Menü auf „Log Out“ klicken und dann wieder auf „Shut Down“.

Mit Log Out verlässt man die grafische Oberfläche, auf der Kommandozeilenebene kann man mit dem Befehl `init 0` ausschalten.

GNU Radio ist ein freies Software-Entwicklungswerkzeug zur Erstellung von SDRs. GNU Radio ist lizenziert unter GNU GPL Lizenz, der Quellcode ist frei verfügbar.

In Pentoo Linux findet man die Anwendung GNU Radio im Applications-Menü/Development mit der Bezeichnung GRC (GNU Radio Companion). Es erscheint eine Darstellung gemäß Bild 3.

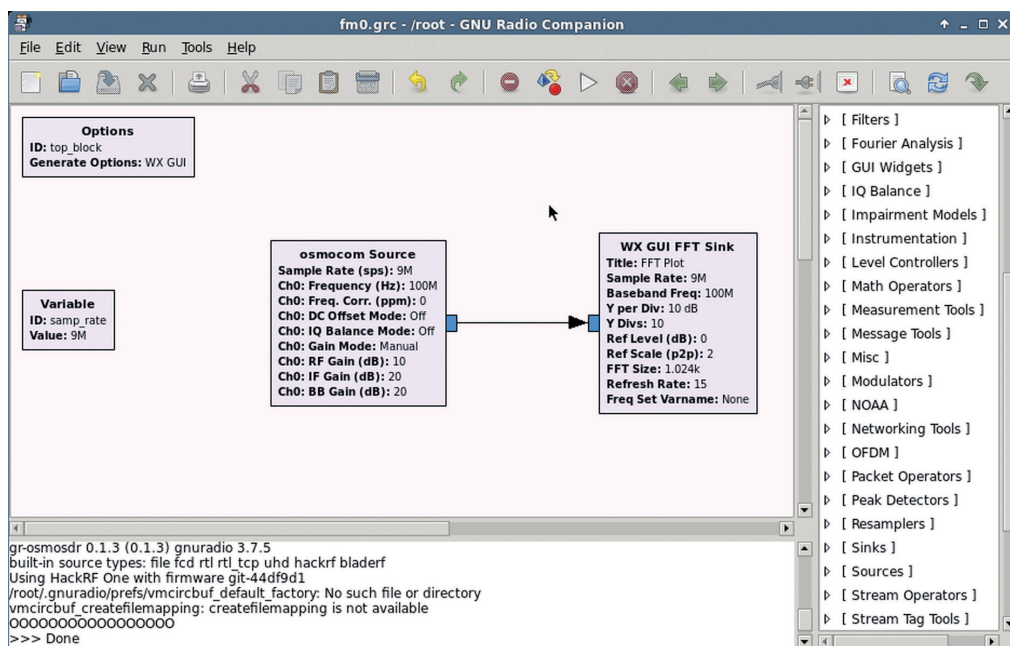
Grundgedanke ist: Jedes Kommunikationsgerät besteht aus Blöcken, z.B. Mischer, Oszillator usw. Diese können in einem Blockschaltbild dargestellt werden. Dies lässt sich – stark vereinfacht – mit GNU Radio nachbilden und heißt hier „Flowchart“. Rechts sieht man die Blöcke, z.B. Filter und Mixer; diese schiebt man in die Arbeitsfläche, verändert die entsprechenden Eigenschaften (Doppelklick) und verbindet sie untereinander. Das Programm übersetzt diese Darstellung und führt die Schritte aus. Anleitungen für GNU Radio gibt es zahlreich im Internet. An einem einfachen Beispiel soll die Arbeitsweise gezeigt werden.

GNU Radio als NF-Generator

Bild 3 zeigt einen einfachen NF-Generator: Eine Signalquelle (Signal Source) erzeugt ein Sinussignal, welches die Soundkarte (Audio Sink) wiedergibt. Die Fenster in Bild 4 zeigen die von mir gewählten Eigenschaften der Blöcke.

Das Anklicken des Symbols „Flowchart erstellen“ erzeugt das zugehörige Python-Programm. Beim erstmaligen Erstellen

Bild 5: Die Anwendung nach Neustart



speichert GNU Radio die Flowchart, der Benutzer wird aufgefordert, einen Dateinamen einzugeben. Anschließend kann das Programm mit einem Klick auf das Symbol „Flowchart ausführen“ gestartet werden. Es sollte ein 1000-Hz-Ton hörbar sein. Ein Klick auf das Stopp-Symbol (rechts neben „Flowchart ausführen“) beendet das Programm. Die Lautstärke kann durch Verkleinern des Wertes Amplitude in der Signal Source verringert werden. Den Erfolg erkennt man wieder nach „Erstellen“ und „Ausführen“. Damit lässt sich ein einfaches GNU Radio-Programm erstellen und ausführen. Und somit ist die dritte Hürde genommen.

Noch ein Beispiel

Wie man mit GNU Radio eine Anwendung, nämlich ein FM-Radio, realisieren kann, zeigt das folgende Beispiel. Wir starten GNU Radio neu und erstellen zunächst eine Anwendung gemäß **Bild 5**. Die verwendeten Blöcke sollen nun kurz erklärt werden:

• **Osmocom Source**

Dieser Block ist im Teil „Sources“ zu finden. Er stellt die Signalquelle dar, also den HackRF One, und wird auf 100 MHz (100e6 eingeben) eingestellt. Die Sample Rate stellt man am besten in der Variablen samp_rate ein, hier 9 MHz (9e6). In diesem Fall gilt sie für alle Blöcke.

• **WX GUI FFT Sink**

Dieser Block ist in der Abteilung „Instrumentation“ zu finden. Damit kann der gesamte Abtastbereich (9 MHz) wie mit einem Spektrumanalysator dargestellt werden. Die Baseband-Frequenz sollte auf 100 MHz eingestellt werden.

Vor dem Starten der Anwendung muss die Datei am besten unter den Namen fm0.grc gespeichert werden. Es erscheint das Spektrum (**Bild 6**) von 95,5 bis 104,5 MHz (Abtastrate: 9 MHz!) mit den eingestellten 100 MHz in der Mitte. Der stärkste Sender liegt bei 99,9 MHz. Diesen wollen wir in nächsten Schritt empfangen.

Der dargestellte FM-Empfänger wurde auf einem Ubuntu-14.04-Rechner erstellt (**Bild 7**), funktioniert aber auf Pentoo genauso.

• **Signal Source**

Dies ist der bekannte Oszillator, man findet ihn in GNU Radio rechts in der Blockauflistung ganz unten bei „Waveform Generators“. Er wird auf 100 kHz (100e3) eingestellt: 100 MHz – 99,9 MHz = 100 kHz!

• **Multiply**

Dieser Block ist in der Abteilung „Math Operators“ enthalten, er arbeitet hier als Mischer und muss nicht konfiguriert werden.

• **Lowpass Filter**

Dieses Tiefpassfilter lässt nur den niederfrequenten Anteil des Mischergebnisses durch. Einstellungen: Decimation (Verringerung der Abtastrate, Division) 50, Gain (Verstärkung) 1, Cut Off Frequency 75k (75e3 eingeben), Transition Width (Durchgangsbandbreite) 25k.

• **Rational Resampler**

Dieser Block dient zur Anpassung der Abtastrate. Einstellungen: Interpolation (Vergrößerung der Abtastrate, Multiplikation) 12, Decimation (Verringerung der Abtastrate, Division) 5.

• **WBFM Receive**

Der Breitband-FM-Receiver ist im Teil „Modulators“ zu finden. Dies ist der eigentliche FM-Empfänger. Die Quadratur-Rate muss auf 480k (480e3) und die Audio Decimation (NF Abtastrate) auf den Wert 10 eingestellt werden.

• **Audio Sink**

Das Signal läuft bis zur „Senke“ (Soundkarte des PCs). Die Abtastrate ist meist etwa 44 kHz. Bei manchen Soundkarten sollte als Device Name der Ausdruck plughw:0,0 eingegeben werden. Im Normalfall müsste jetzt der FM-Sender zu hören sein. Falls verzerrt, muss die Oszillatorfrequenz (Signal Source)

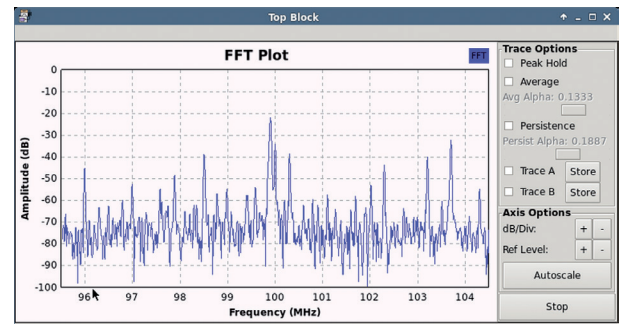


Bild 6: Die FFT-Darstellung im 9 MHz breiten Empfangsbereich

korrigiert werden. Wenn das Symbol „Flowchart erstellen“ grau ist, liegt wahrscheinlich irgendwo ein Einstellungsfehler vor. Diese Stelle ist in der Flowchart rot gekennzeichnet. Und damit haben wir die vierte und letzte Hürde genommen; wir haben eine erste Anwendung von HackRF One als SDR-Radio erstellt.

Ein Hinweis zum Schluss:

Dieser Artikel wurde Ende Oktober 2014 verfasst. Inzwischen wurde es etwas ruhiger um den HackRF One. Mit gebräuchlichen Windows-Programmen wie SDR-Radio und SDR# liefert das Gerät gute Ergebnisse als Empfänger. Beide Programme sind aber derzeit nur für den Empfang geeignet. Sie bieten dem ambitionierten Funkamateure auch wenig Möglichkeiten das HackRF One per Programm abzuändern.

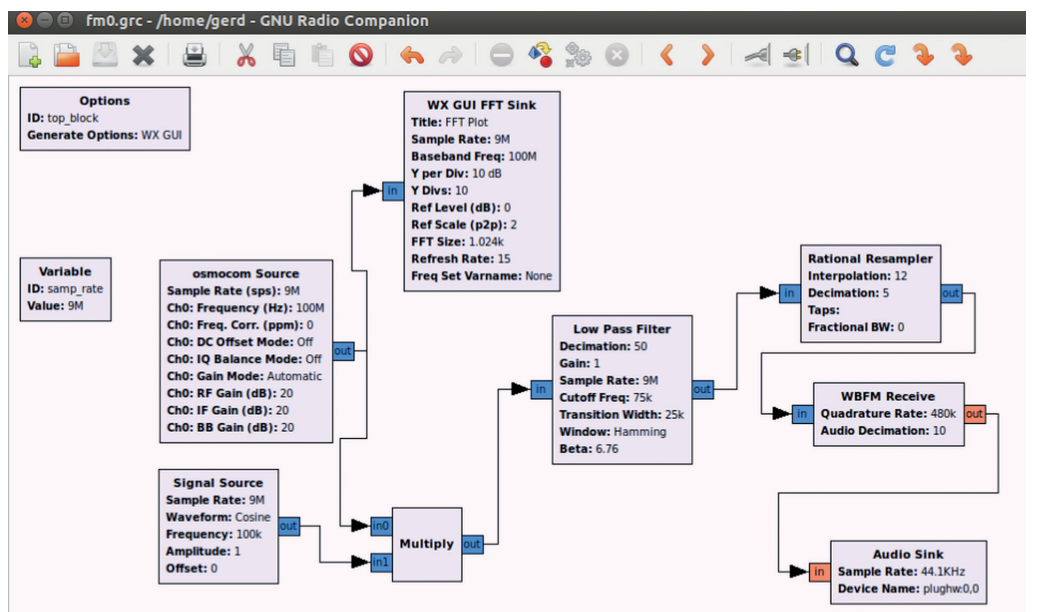
Wie viele andere Funkamateure bin auch ich noch in der Experimentierphase auf diesem Gebiet tätig. Ich möchte anderen Funkamateuren mit diesem Artikel eine Anregung bieten und bin für konstruktive Kritik immer aufgeschlossen.



Weitere technische Details finden sich auf www.wimo.de.

In der nächsten CQ DL-Ausgabe lesen Sie, wie man diesen SDR-Trx als Schmalband-FM-Rx/Tx einsetzt.

Bild 7: Gesamtdarstellung des FM-Radios



Literatur und Bezugsquellen

- [1] <https://greatscottgadgets.com/hackrf>
- [2] www.wimo.com/hackrf-sdr-transceiver_d.html
- [3] www.pentoo.ch
- [4] <http://gnuradio.org/redmine/projects/gnuradio/wiki>