

Bedienungsanleitung für COHIRADIA

Autor: Hermann Scharfetter

Emails: hermann.scharfetter@tugraz.at

Datum: 12.02.2022

Zu dieser Dokumentation existiert auch ein [Video-Tutorial](#).

Inhalt

1	Projekt-Kurzbeschreibung	1
2	Benötigte Hardware	2
3	Installation der Software auf dem STEMLAB125-14	2
4	Wiedergabe-App Cohiradia_Player_v1.1.exe vorbereiten	4
5	Zusammenbau der Hardware.....	4
6	Abspielen des Breitbandsignals und Wiedergabe auf dem Radio	4
6.1	Inbetriebnahme und Programmstart	4
7	Anhang A: Datenformat	6
7.1	Funktionsweise des SDR	6
7.2	Benennungskonvention	7
7.3	Details des Datenformats und Größenreduktion	7

1 PROJEKT-KURZBESCHREIBUNG

COHIRADIA steht als Akronym für **CON**servation of **H**istorical **RA**diofrequency bands by **D**igital **A**rchiving (Konservierung historischer Radiofrequenzbänder durch digitale Archivierung).

Ziel ist es, interessierten Rundfunkfreunden und Sammlern die Möglichkeit zu geben, auf historischen Radioempfängern Original-Radiosignale einzuspielen, die in der Vergangenheit aufgezeichnet worden sind. Diese Signale sollen nicht nur einen einzelnen Sender, sondern ein ganzes Frequenzband mit allen darin enthaltenen Rundfunkstationen auf den zum Aufnahmezeitpunkt bestehenden Trägerfrequenzen repräsentieren. Im Archiv des Autors gibt es derzeit z.T. mehrstündige Aufzeichnungen aus den Jahren 2006 – 2009 sowie wieder ab 2021 auf Lang- Mittel und Kurzwelle bis 40 MHz. Die Daten wurden bis 2009 analog auf einem Videorecorder aufgezeichnet und 2021 mit einem STEMLAB125-14 Software Defined Radio von RedPitaya mit 14 Bit Auflösung digitalisiert, alle Aufnahmen ab 2021 wurden dann direkt digital mit demselben Gerät produziert.

Die Daten können von jeder Person abgespielt werden die ebenfalls über ein STEMLAB125-14 von RedPitaya verfügt. Dieser kleine Single-Board-Computer kann für derzeit ca. 400 Euro von mehreren

Internet-Händlern gekauft werden. Die nötige Hard-und Software sowie alle Installationsschritte werden in diesem Dokument beschrieben. Derzeit gibt es eine erste, einigermaßen benutzerfreundlich Software für das Abspielen der Datenfiles unter Windows. Die Sourcen wurden vom Autor in Python geschrieben und es ist geplant, sie in nächster Zeit als open-Source Projekt auf GITHUB zu veröffentlichen. Damit könnte man sie dann auch auf LINUX portieren.

Fürs Aufnehmen ist eine graphische Benutzeroberfläche in Planung. Derzeit existiert dafür erst ein sehr einfaches Python-Script das von Pavel Demin von RedPitaya geschrieben wurde (https://github.com/pavel-demin/red-pitaya-notes/tree/master/projects/sdr_transceiver_wide/client).

Die Bedienung dieser Software ist etwas unhandlich, da man das Script unter Python von der Kommandozeile aus aufrufen muss. Einigermaßen PC-erfahrene HobbyistInnen könnten aber jetzt schon Versuche mit dieser einfachen Version durchführen.

2 BENÖTIGTE HARDWARE

(1) RedPitaya STEMLAB125-14 Grundpaket bestehend aus:

- STEMLAB125-14 Hauptgerät
- STEMLAB-Steckernetzteil
- LAN-Kabel
- SD-Karte mit typ. 16GB

(2) Optional: Gehäuse für das STEMLAB

(3) AM-Radio mit externem Eingang für ‚Antenne‘ und ‚Erde‘

(4) Steckeradapter und Koax-Kabel zum Koppeln zwischen SMA-Ausgang des Stemplab und Hf-Trenntransformator

(5) PC mit ausreichend Plattenspeicher für die Datenfiles.

(6) Hf-Trenntransformator (z.B. ein Balun) mit geeignetem Übersetzungsverhältnis vom 50Ω-Ausgang des STEMLAB auf das Radio. Üblicherweise funktioniert eine Impedanztransformation 1:9 bis 1:16 (Windungsverhältnis 1:3 bzw. 1:4) für typische Röhrengeräte. An sich kann jeder für den jeweiligen Frequenzbereich geeignete Balun verwendet werden, wenn Primär und Sekundärseite vollständig getrennt sind (keine gemeinsame Masse !) Der Autor verwendet in seinem [Video-Tutorial](#) einen Schalenkerntrafo mit Windungszahlverhältnis 1:4, Induktivität auf der niederohmigen Seite 64μH, Induktivität auf der hochohmigen Seite (Radio): ca 1 mH.

3 INSTALLATION DER SOFTWARE AUF DEM STEMLAB125-14

Normalerweise wird beim Kauf eines STEMLAB125-14 eine SD-Karte mit dem Betriebssystem (Ubuntu) mitgeliefert. Diese muss man nun in den SD-Kartenslot des STEMLAB einschieben. Sollte man nicht über diese SD-Karte verfügen, muss man sich selbst eine erstellen, die Anleitung dazu sowie die benötigte Image-Datei findet sich auf:

<https://redpitaya.readthedocs.io/en/latest/quickStart/SDcard/SDcard.html>

Danach kann man das STEMLAB mit dem Internet verbinden und ein Installationskript aufrufen, das freundlicherweise von Ueli Kurmann erstellt wurde. Die Verbindung kann entweder per Ethernet-Kabel oder per WLAN-Dongle über einen gängigen Router erfolgen. Dann müssen folgende Schritte unternommen werden:

- (1) Auf dem PC einen Webbrowser (z.B. Mozilla Firefox) auf dem PC starten. Auf dem Webbrowser im Adressfeld `http://rp-#####.local` eingeben, wobei ##### für

die MAC-Adresse steht (z.B. rp-f03e25.local). Die MAC-Adresse ist auf dem Ethernet-Stecker jedes STEMLAB aufgedruckt.

- (2) Warten bis die STEMLAB-Apps im Webbrowser geladen werden (das kann manchmal etwas dauern). Der Anblick sollte etwa wie in der nebenstehenden Abbildung sein.



- (3) Danach den Folder „System“ öffnen und dort die App „Network Manager“ aufrufen und dort die vom Router vergebene IP Adresse auslesen.



- (4) Unter Windows ein Eingabeaufforderungs-Fenster öffnen und sich per ssh auf dem STEMLAB125-15 mit der vom Router vergebenen IP-Adresse einloggen, Username und Passwort sind ‚root‘ und ‚root‘. (Port = port22). Typischer Aufruf:

```
ssh root@###.###.###.###, Password: root
```

###.###.###.### ist die IP-Adresse.

- (5) Nachdem sich Ubuntu mit dem Kommandozeilen-Prompt gemeldet hat, am besten gleich ein Systemupdate mit `apt update` durchführen danach mit `apt upgrade` die Pakete installieren.

- (6) Nach dem Upgrade den folgenden Befehl in einer Zeile eingeben:

```
curl --silent --cookie "SCHLUESSEL=1"  
https://cohiradia.radiomuseum.org/install.sh | bash
```

Damit führt das STEMLAB das Installationskript aus und legt ein Directory mit den nötigen Shell-Scripts, dem Serverprogramm und dem Bit-File für das FPGA an.

- (7) Nach erfolgreicher Installation das STEMLAB ordnungsgemäß herunterfahren mit dem Befehl:

```
halt
```

Wenn die Konsole meldet, dass die Verbindung geschlossen wurde und die rote blinkende Heartbeat-LED am STEMLAB erloschen ist kann das Netzteil des Geräts wieder abgesteckt werden

Danach ist das System für den Gebrauch im Sinne von COHIRADIA bereit.

4 WIEDERGABE-APP COHIRADIA_PLAYER_V1.1.EXE VORBEREITEN

- (1) Das ZIP-File ‚cohiradia_v1‘.zip vom Radiomuseum herunterladen und auf dem lokalen PC speichern
- (2) Das File auf ein lokales Directory (ich nenne es ~\LOCAL) entpacken. Hier werden die Files Cohiradia_Player_v1.1 und COHIRADIA_Bedienungsanleitung_V#.pdf (# ist die Versionsnummer) angelegt.
- (3) Nun muss nur noch das gewünschte AM-Breitband-Datenfile, z.B. RM2006clip_fcorr_i16_C_lo1100_r1250_c0.dat vom Radiomuseum heruntergeladen und gespeichert werden. Es empfiehlt sich, auch dieses File in dasselbe Directory ~\LOCAL speichert, weil man es dann von der Wiedergabe-App aus am bequemsten finden kann (Default-Suchpfad).

5 ZUSAMMENBAU DER HARDWARE

- (1) Das STEMLAB vom Router trennen und über das LAN-Kabel direkt mit der LAN-Buchse des PC verbinden. **)
- (2) SMA-Ausgangsbuchse ‚OUT1‘ über ein 50Ω-Koaxkabel mit der niederohmigen Seite des Hf-Trenntrafos /Baluns verbinden.
- (3) Antenneneingang des AM-Radios mit der hochohmigen Seite des Hf-Trenntrafos/Baluns verbinden.
- (4) Steckernetzteil des STEMLAB am Mikro-USB-Port für ‚Power‘ anschließen. Alternativ kann das STEMLAB auch über ein geeignetes Mikro-USB-Kabel direkt von einem USB-Port des PC aus versorgt werden.

Siehe dazu auch das [Video-Tutorial](#).

**) Alternativ zum LAN-Kabel kann laut Hersteller auch eine WLAN-Verbindung eingerichtet werden, wenn ein WLAN-Dongle mitgekauft wurde. Diese Option hat der Autor selbst jedoch noch nicht ausprobiert.

Als zweite Alternative kann das STEMLAB wahrscheinlich auch am Router verbleiben, allerdings müsste dann als IP-Adresse die vom Router zugewiesene benutzt werden. Dieser Modus wird vermutlich in der Praxis selten verwendet, da das zu bespielende Radio wahrscheinlich nicht gleich neben dem Router steht. Auch diese Betriebsart wurde vom Autor nicht getestet.

6 ABSPIELN DES BREITBANDSIGNALS UND WIEDERGABE AUF DEM RADIO

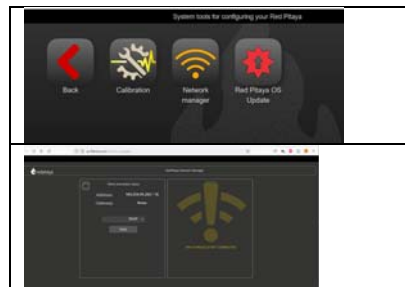
6.1 ERSTE INBETRIEBNAHME UND KONFIGURATION DER WIEDERGABE-APP

- (8) RP Steckernetzteil ans Netz schließen, RP fährt hoch, warten, bis die gelbe LED nicht mehr flackert und der ‚Heartbeat‘ (rote) LED regelmäßig blinkt;
- (9) Bei Verwendung einer direkten Ethernet-Verbindung über das LAN-Kabel sicherheitshalber das WLAN deaktivieren, da ansonsten u.U. Verbindungsfehler zwischen STEMLAB und PC auftreten können. Dies ist nicht immer der Fall, das Problem tritt aber beim System des Autors leider sehr häufig auf.
- (10) Einen Webbrowser (z.B. Mozilla Firefox) auf dem PC starten. Auf dem Webbrowser im Adressfeld `http://rp-#####.local` eingeben, wobei ##### für die MAC-Adresse steht (z.B. `rp-f03e25.local`). Die MAC-Adresse ist auf dem Ethernet-Stecker jedes STEMLAB aufgedruckt.

- (11) Warten bis die STEMLAB-Apps im Webbrowser geladen werden (das kann manchmal etwas dauern). Der Anblick sollte etwa wie in der nebenstehenden Abbildung sein.



- (12) Danach den Folder „System“ öffnen und dort die App „Network Manager“ aufrufen und dort die STATISCHE IP Adresse auslesen bzw. eine neue STATISCHE Adresse eingeben. Diese Adresse sollte sich von der unter Kapitel (3) vom Router zugewiesenen unterscheiden und wird für den Betrieb mit der COHIRADIA-App benötigt. Normalerweise beginnen diese Adressen mit 169.254.....



- (13) Die App Cohiradia_Player_v1.1.exe aus dem Verzeichnis `~\LOCAL` starten. Beim ersten Mal wird man sofort aufgefordert, die korrekte IP-Adresse einzugeben. Das kann mit dem Button ‚Set IP Address‘ und danach ‚Save IP-Address‘ bewerkstelligt werden. Diese Einstellung bleibt für weitere Aufrufe im Konfigurationsfile ‚config_SLsettings.txt‘ gespeichert. Es kann auch passieren, dass das Programm beim ersten Aufruf vom Virens scanner blockiert wird, dann muss man es als vertrauenswürdig freigeben.

6.2 BEDIENUNG DER WIEDERGABE-APP

Die Bedienung der App sollte an sich intuitiv sein. Mit dem Button ‚Load File‘ kann man das Datenfile laden, wenn man das allerdings nicht tut, wird man auch beim Drücken auf der Play-Taste aufgefordert, ein File zu wählen. Gleichzeitig werden einige Aufnahmeparameter wie Spielzeit, Filegröße, Bandmittenfrequenz und Breite des Bandes im Anzeigefenster rechts vom Tastenfeld angezeigt.

Die Play-Taste startet die Abspielung bei Aufnahmebeginn. Gleichzeitig wird die Abspielzeit im über dem Tastenfeld liegenden Zeitanzeige-Fenster („time:“) angezeigt. Nun wird das Radiosignal übertragen und die Sender können auf dem Radio durchgestimmt und angehört werden.

Die Wiedergabe läuft bis zum Drücken der Stop-Taste.

Mit den >> und << Tasten kann man schneller vor- und zurückspielen. Bei einzelnen Klicks geht das schrittweise (derzeit 5s Schritte). Wenn man diese Tasten gedrückt hält, wird automatisch vor/zurückgespult solange die Taste gedrückt bleibt. Möchte man an eine bestimmte Stelle in der Aufnahme springen, kann man die Abspielung über die Pause-Taste anhalten und dann die Wunschzeit im Zeitanzeige-Fenster eingeben. Man muss die Eingabe allerdings durch Drücken der ENTER-Taste abschließen, sonst wird der Wert nicht übernommen.

Will man das Programm beenden, empfiehlt es sich, vorher ein Shutdown des STEMLAB durchzuführen. Da auf dem STEMLAB125-14 ein LINUX Betriebssystem läuft, sollte man das Gerät nicht einfach durch Trennen der Energieversorgung abschalten, sondern kontrolliert herunterfahren. Laut vielen Internetberichten ist das File System von Pavel Demin zwar schreibgeschützt, dennoch kann es unter ungünstigen Bedingungen angeblich zu Beschädigungen des Filesystems kommen. Solche werden zwar sehr selten beobachtet (ist dem Autor noch nicht passiert), aber sicher ist sicher. Daher empfiehlt der Autor, das LINUX immer durch Drücken des Buttons ‚SHUTDOWN‘ niederzufahren und darauf zu warten, dass die rote ‚Heartbeat‘-LED auf dem STEMLAB zu blinken aufhört, bzw. die Meldung über erfolgte Abmeldung als Popup-Message angezeigt wird. Danach kann man beruhigt das Programm über die Closebox beenden und den Versorgungsstecker des STEMLAB ziehen.

Siehe dazu auch das [Video-Tutorial](#).

7 ANHANG A: DATENFORMAT

7.1 FUNKTIONSWEISE DES SDR

Die Funktion des SDR wurde von Pavel Demin auf <http://pavel-demin.github.io/red-pitaya-notes/sdr-transceiver-wide/> grob beschrieben. Das System mischt beim Aufzeichnen die Originaldaten ins Basisband herunter, wobei der Autor als Lokaloszillatorfrequenz LO immer etwa die Bandmittenfrequenz wählt. Bei MW sind das 1.1MHz. Die heruntergemischten Daten werden dann mit der Samplingrate ‚rate‘ abgetastet und als 64bit COMPLEX-Zahlen an den PC geschickt. Die Abtastrate bestimmt dabei die Bandbreite des Rundfunk-Bandes. Da es sich um komplexe Abtastung handelt, ist die Bandbreite genau die Samplingrate ‚rate‘. Diese Rate kann in 6 Stufen eingestellt werden, bei MW-Bändern empfiehlt sich typischerweise 1.25 MS/s, was dann 1.25 MHz Breite ergibt. Mit LO = 1.1 MHz reicht das Band dann von 475 kHz – 1725 kHz, also mehr als ausreichend. Für Langwelle reichen 250kS/s, daher sind die Files dort auch viel kleiner. Maximal kann eine Bandbreite von 2.5MHz verwendet werden.

Beim Abspielen wird das Signal wieder hinaufgemischt. Da man sich LO aussuchen kann, kann man die Signale auf im Rahmen der Gerätespezifikation (max 60 MHz) in jedes beliebige Band mischen. Man könnte also auch LW-Daten auf einem MW-Empfänger wiedergeben. Typischerweise benutzt man aber die LO-Frequenz, die beim Aufzeichnen verwendet wurde.

7.2 FILENAMENSKONVENTION

Aus dem vorhin Geschriebenen ergibt sich eine Filenamens-Konvention des Autors, bei der LO, und ‚rate‘ im Filenamens aufscheinen:

```
RECORDINGNAME_fcrr_i16_C_loxxxx_ryyyy_c0.dat
```

RECORDINGNAME ist eine Bezeichnung, die an sich frei wählbar ist und die Aufzeichnung benennt. Hier wurde noch kein Standard festgelegt. Im ersten im RM verfügbaren file lautet dieser Teil ‚RM2006clip‘, da es ein Ausschnitt aus einer Aufzeichnung aus dem Jahr 2006 ist, zu dem es einen Durchstimmvideo-Clip im Radiomuseum gibt.

Der Bezeichner ‚_fcrr‘ kennzeichnet, dass beim Digitalisieren der originalen Videoaufzeichnung die Trägerfrequenzen korrigiert werden mussten, da der verwendete Videorecorder diese um 3% zu niedrig wiedergibt. Leichte Abweichungen von der exakten Frequenz sind also noch möglich, aber sehr gering.

Die Zeichenfolge ‚_i16_C_lo1100_r1250_c0‘ bedeutet:

_i16_C: Die Daten wurden als 2x16 bit COMPLEX abgespeichert,

_lo1100: die Lokaloszillatorfrequenz LO (Bandmittenfrequenz) betrug xxxx kHz

_r1250: die Abtastrate ‚rate‘ war yyyy kS/s

_c0: es wurde kein Frequenzkorrekturoffset benutzt (das wurde vom Autor bisher immer so gewählt, hat also eigentlich keine Bedeutung und dient lediglich als interner Code für künftige Abspielprogramme)

Konkretes Beispiel:

```
Filename = RM2006clip _i16_C_lo1100_r1250_c0.dat
```

_lo1100: die Lokaloszillatorfrequenz LO (Bandmittenfrequenz) betrug 1100 kHz (also 1.1 MHz),

_r1250: die Abtastrate ‚rate‘ war 1250 kS/s (also 1.25 MS/s)

_c0: keine Frequenz-Offsetkorrektur

Diese Filenamenskonvention ist unbedingt beizubehalten, da diese Parameter vom Abspielprogramm automatisch aus dem Filenamens extrahiert werden. Werden die entscheidenden Felder auf unzulässige Werte geändert, erfolgt beim Laden des Files eine Fehlermeldung.

7.3 DETAILS DES DATENFORMATS UND GRÖßENREDUKTION

Das SDR auf dem RedPitaya STEMLAB125-14 liest die Daten defaultmäßig als 64-bit COMPLEX-Samples mit einer Samplingrate ‚rate‘ ein. Jeder Sampling-Wert besteht also aus zwei 32-bit-Worten (float32), die jeweils Real- und Imaginärteil des Datenpunktes darstellen. Da das STEMLAB125-14 aber nur 14 bit

Auflösung hat, genügen zur Speicherung der Daten auch 2x 16bit je Sample. Ansonsten wären die Files unnötigerweise doppelt so groß. Daher werden die Daten bei der Aufnahme auf 2x 16bit komprimiert und beim Abspielen vom Python-Script wieder auf 2x32bit expandiert, bevor sie an das FPGA geschickt werden. Die entsprechende Codemodifikation wurde dem Autor von Pavel Demin im Forumsblog <https://forum.redpitaya.com/viewtopic.php?f=7&t=1030&hilit=medium+wave&start=20> beschrieben.