Radio-Tracking.eu
Automated Radio Tracking

radio-tracking.eu – Tutorial

von Werner Dreckmann DH4KAV
Version 1.8.0 (Stand 21.07.2019)

Vorwort

Radio-tracking.eu und die gleichlautende Website sind ein Open-Source-Projekt von Ralf Zeidler DJ9RZ zur automatisierten Erfassung von Markierungssendern für die Tiertelemetrie. Das Projekt bietet zahlreiche Möglichkeiten. Habitatüberwachung, Richtungsortung, Triangulation, selbst der Anschluss von IR-Kameras und Ultraschallmikrofonen sind möglich.

Auf all diese technischen Details will das Tutorial nicht eingehen.* Es soll aber dem Anwender ermöglichen, eine automatische Empfangsstation einzurichten, welche in der Lage ist, die beim alljährlichen Fledermauszug verwendeten Frequenzen zu überwachen und im Rahmen dieses Citizen-Science-Projekts einen Beitrag zur Erforschung der Zugrouten der migrierender Fledermausarten zu leisten.

Viele Funkamateure haben viel leistungsfähigere Antennen und Empfänger als das hier vorgestellte „low cost"-Konzept. Radio-tracking.eu „hört" aber automatisiert die ganze Nacht auf mehreren Frequenzen und braucht keinen Schlaf. Allein dies und eine (hoffentlich) wachsende Dichte der Stationen erhöhen die Wahrscheinlichkeit ein besendertes Tier während der Durchreise zu empfangen.

Die Daten der so festgestellten Überflüge werden dem Projekt „Fledermauszug Deutschland" (www.fledermauszug-deutschland.de) zur Verfügung gestellt und ergänzen neben den Wiederfunden beringter Tiere und Netzfängen die dazu erforderliche Datenbasis.

Die Besenderungen werden voraussichtlich ab dem 18.08.2019 durchgeführt werden. Genaue Termine und Frequenzen werden auf der Website des Arbeitskreises Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V. (http://www.fledermaus-aksa.de/) bekanntgegeben.

Neuerungen im aktuellen Tutorial sind der Bezug auf die Image-Version 4.2 und die aktualisierte LoggerMap App Version 1.3 für das Datenanalyse Tool „R". Eine grundlegende Überarbeitung der Benutzeroberfläche für den Pi ist erst für 2020 zu erwarten. Zudem sind viele Erfahrungen bei der letztjährigen Messkampagne mit in das Tutorial eingeflossen.

Fallstricke, auf die ich gestoßen bin, sind im Text nochmals besonders farblich hervorgehoben, gefundene Programmfehler sind rot kommentiert.

*)Schulungen zu weitergehenden Funktionen werden auf der Website https://radio-tracking.eu/news angekündigt.

INHALT

1. Welche Hardware wird benötigt?

2. Welche Software wird benötigt?

2.1. Win32 Disk Imager

2.2. Das radio-tracking.eu – Image

2.3. Die Analysis Web App

3. Einrichten des Empfangssystems

3.1. Vorbereiten der microSD-Karte

3.2. Das Image auf die microSD-Karte „brennen“

3.3. Kontaktaufnahme mit dem Raspberry Pi

3.4. Erste Empfangsversuche

3.5. Einbindung in das heimische WLAN

3.6. Updates installieren

4. Der Logger

4.1. Die Einstellungen des Loggers

4.1.1. Receiver Settings

4.1.2. Antenna Settings

4.1.3. Detection Settings

4.1.4. Timer Settings

4.1.5. Database Settings

4.2. Starten des Loggers

4.3. Wo sind die Daten?

4.4. Öffnen der Log-Datei

4.5. Öffnen abgespeicherter Log-Dateien mit Excel

5. Datenanalyse

5.1. Installation des Programms „R“

5.2. Erneuter Start von „R“ und der Logger App

5.3. Beispiel für eine Datenanalyse

5.4. Plausibilitätsprüfung

5.5. Datenbank

6. Datenkoordination

7. Antennen

8. Remote-Zugang

8.1 Remote über das Internet

8.2 Remote über das HAMnet

9. FAQs

1. Welche Hardware wird benötigt?

Bezeichnung	Preis ca. [€]	Bezugsquelle (Vorschlag)
Raspberry Pi 3B, 3B+ oder 3A+	25 – 45 €	http://amzn.to/2Bx64YX
RTL-USB-Dongle mit Chipsatz R820T, oder R820T2 (E4000 funktioniert auch, aber nicht empfohlen)	10 – 180 €	http://amzn.to/2BvYeyB
Netzteil für Raspberry Pi mit Mini-USB Anschluss (min. 2,5 A)	8 -15 €	http://goo.gl/SXe4BP
Adapter SMA(m) auf BNC (f)	4 – 7 €	https://goo.gl/JwSHSw
Micro SD-Karte 16GB	5 – 7 €	https://t1p.de/fh6a
Kühlkörper für Raspberry Pi zum Aufkleben	2 – 5 €	https://t1p.de/kfb0

Anhand der oben genannten Bezugsquellen kann der komplette Materialsatz für < 90 € zusammengestellt werden. Womöglich findet sich aber auch noch das eine oder andere Teil in der heimischen Bastelkiste.

Der Pi2 ist nicht geeignet. Dem widersprechende Angaben beruhten darauf, dass lediglich die Spectrogram-Funktion getestet wurde

Als Empfänger hat sich der NooElec NESDR Smart bewährt, der mit einem massiven Aluminiumgehäuse und einem sehr guten Preis/Leistungs-Verhältnis daherkommt. Speziell für die Tiertelemetrie optimierte Empfängersticks gibt es bei Telemetrieservice-Dessau (www.telemetrie-service.de) – die spielen aber in einer anderen Preisklasse.

Selbstverständlich wird auch noch eine geeignete Antenne benötigt. Diesem Thema wird aber noch ein eigenes Kapitel gewidmet, da die Möglichkeiten zur Installation einer solchen höchst unterschiedlich sein können.

2. Welche Software wird benötigt?

Bevor ihr die angegebenen Links benutzt, schaut bitte auf Ralf Zeidlers Seite radio-tracking.eu nach, ob es Links zu aktuelleren Versionen gibt. Alle in diesem Tutorial genannten Beschreibungen beziehen sich auf die Installation unter Windows™-Betriebssystemen, obwohl die Installation unter Linux grundsätzlich auch möglich ist.

2.1. Win32 Disk Imager

Quellen:

https://www.heise.de/download/product/win32-disk-imager-92033

http://www.chip.de/downloads/Win32-Disk-Imager_46121030.html

http://www.computerbild.de/download/Win32-Disk-Imager-5459603.html

Diese Software wird benötigt um das Betriebssystem für den Raspberry Pi und die radio-tracking.eu-Software als Image auf die SD-Karte zu brennen.

2.2. Das radio-tracking.eu – Image

Es Enthält alles was der Raspberry Pi braucht um als automatisierte Telemetriestation zu arbeiten und kann über die Seite https://radio-tracking.eu/software/download heruntergeladen werden. Wer den Pi Zero einsetzen will sollte Version 4 verwenden, Ver. 4.2 ist für 3B, 3B+ und 3A+ geeignet. Gegenüber der Ver 3 findet die Software auch auf einer 8 GB besser 16 GB microSD-Karte Platz.

Nach dem „Auspacken“ dieser Datei liegt die Image-Datei paur_4_2_shrunk.img vor.

Solltet ihr die Datei nicht auspacken können, findet ihr ein entsprechendes Programm auf der Seite https://www.7-zip.org/

Auch wenn selten neue Versionen des Images erscheinen - so gibt es doch regelmäßige Updates, die direkt auf den Raspberry heruntergeladen werden können. Das Prozedere ist in Kapitel 3.6. beschrieben.

2.3. Die Analysis Web App

Damit werden die gesammelten Daten später gefiltert und ausgewertet. Sie besteht aus der Datenanalyse-Software „R“ Aktuelle Version zur Zeit der Aktualisierung dieses Manuals 3.6.1 vom Juli 2019

https://cran.r-project.org/bin/windows/base/

und einer von Ralf dafür geschriebenen Applikation, die man hier herunterladen kann

https://github.com/radiotrackingeu/logger_app/archive/master.zip

Auch von dieser App ist im April 2019 eine aktualisierte Version hinterlegt wurden.

3. Einrichten des Empfangssystems

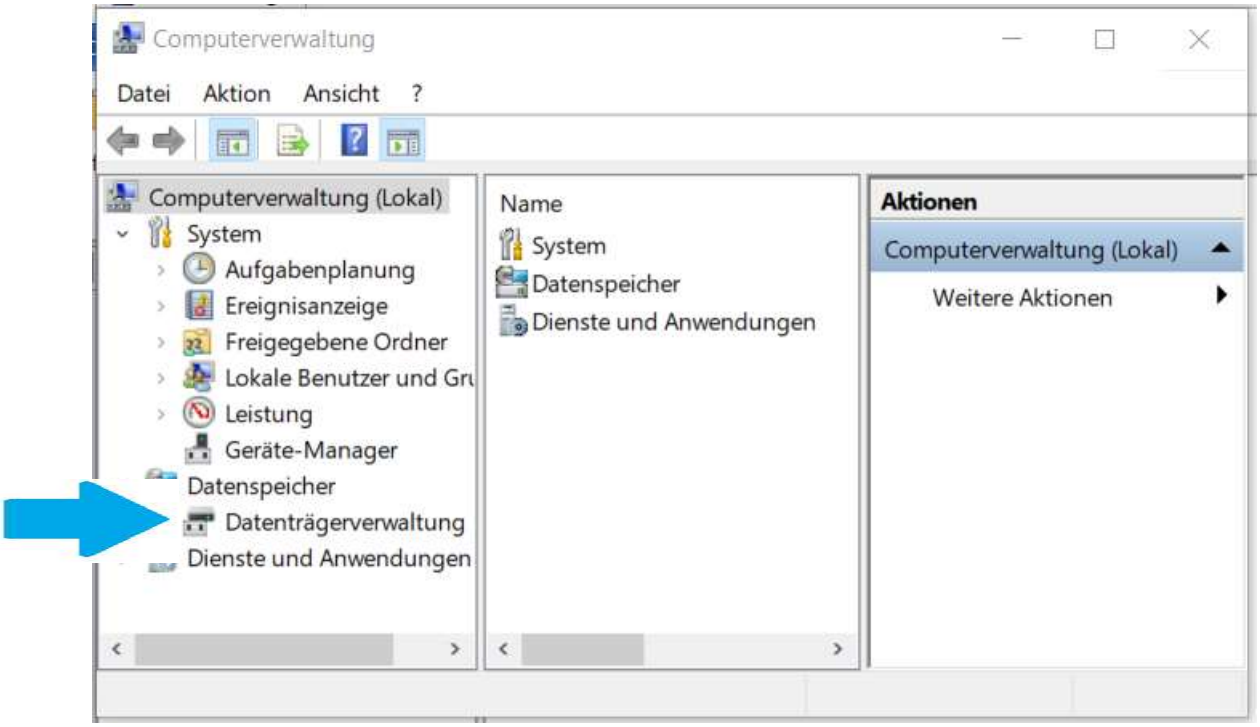
3.1. Vorbereiten der microSD-Karte

Der Raspberry Pi benötigt erst mal seine Betriebssoftware, die auf einer Micro-SD-Karte hinterlegt wird. Bitte verwendet eine 16GB-Karte, damit auch für spätere Softwareupdates und für eure Daten genügend Platz ist. Damit ihr die Software von eurem Rechner aus aufspielen könnt ist ein Adapter auf das normale SD-Karten-Format notwendig, der ist meist schon bei der micro-SD-Karte dabei.

Wenn die Karte flammneu ist, könnt Ihr schon mit dem nächsten Punkt auf Seite 5 weitermachen. Wenn die Karte schon anderweitig genutzt wurde, empfehle ich erst mal die Karte „plattzumachen".

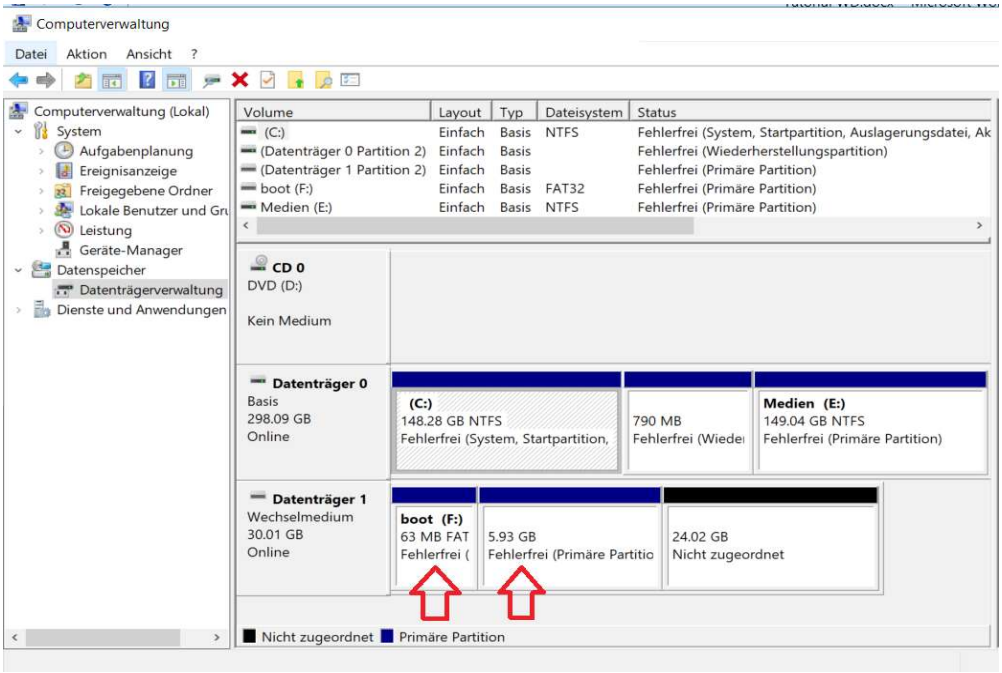
Dazu zunächst die Karte in den Rechner einsetzen. Anschließende Aufforderungen, die Karte zu formatieren, könnt ihr getrost ignorieren, denn Sie wird beim Brennen des Images ohnehin formatiert.

Dann gebt im Suchfeld eures Windows das Wort „Computerverwaltung" ein. Windows 10-Benutzer finden diese auch unter:



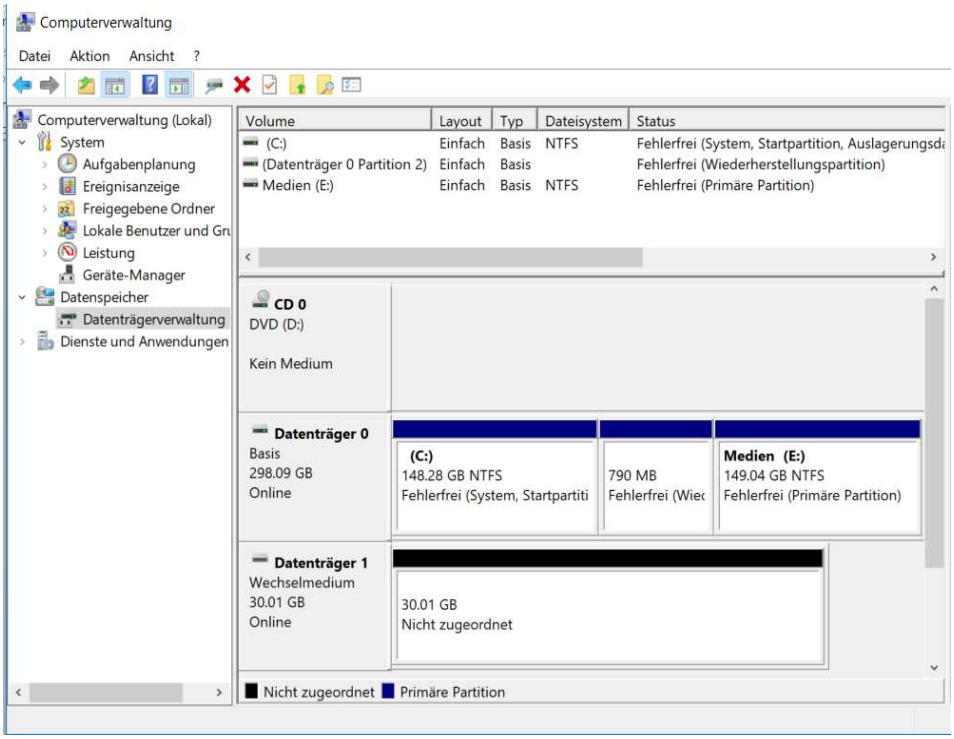
C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Start Menu\Programs\Administrative Tools

Dann bitte auf *Datenträgerverwaltung* klicken



Hier wurde die SD-Karte als *Datenträger 1* (Laufwerk F:) gefunden.

Nun mit der rechten Maustaste auf die belegten Partition klicken (rote Pfeile) und „Volume löschen“ wählen. **ACHTUNG: Macht dies nur, wenn Ihr euch sicher seid, dass es sich wirklich um die SD-Karte handelt, die ihr da gerade löscht!** Danach sollte es so aussehen:

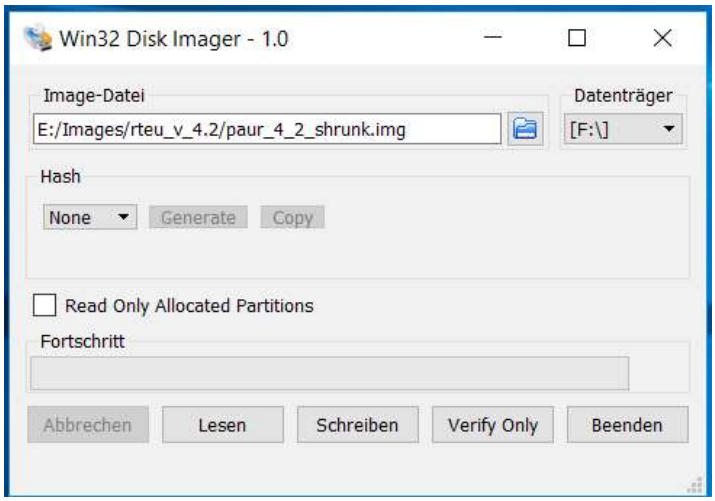


Die Computerverwaltung kann nun geschlossen werden.

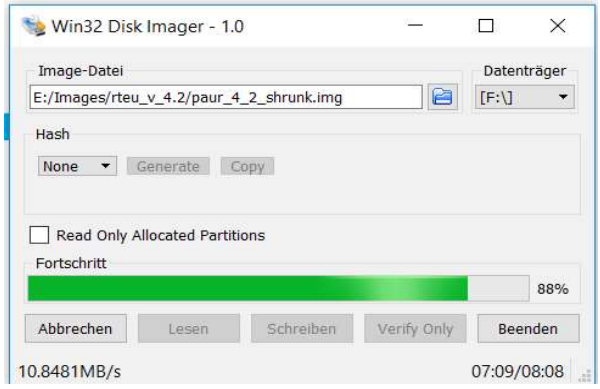
3.2. Das Image auf die microSD-Karte „brennen“

Bevor Ihr weitermacht, kontrolliert mit dem Windows-Explorer, welcher Laufwerksbuchstabe der SD-Karte zugewiesen wurde (hier F:)

Nun könnt Ihr das Programm Win32 Diskmanager starten, welches ihr sicher schon installiert habt.



Als Image-Datei wählt ihr das aktuelle radio-tracking.eu-Image aus (hier: paur_4_2_shrunk.img). Als Datenträger den Laufwerksbuchstaben eurer SD-Karte. Weitere Einstellungen sind nicht notwendig. Dann auf *Schreiben* klicken.



Der Fortschritt wird durch einen grünen Laufbalken angezeigt. Etwas Geduld bitte – je nach Kartengröße und Rechnergeschwindigkeit kann dieser Vorgang bis zu einer halben Stunde dauern. (Bei mir dauerte dies bei einer 16GB-Karte ca. 8 Minuten).

Wurde der Vorgang erfolgreich abgeschlossen, bitte die Karte nicht einfach herausziehen, sondern vorher „auswerfen“=abmelden.

Lasst euch dabei nicht von irgendwelchen Aufforderungen, dass die Karte neu formatiert werden muss, beeindrucken.

Sollten bei einer neuen Karte Probleme aufgetreten sein, zurück zu Kapitel 3.1.

Nun kann die Micro-SD Karte aus dem Adapter entnommen und in den vorgesehenen Schlitz auf der Unterseite des Raspberry Pi eingesetzt werden.

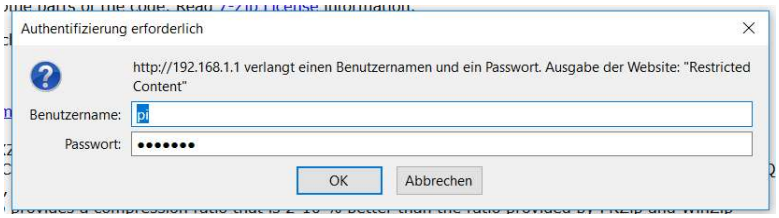
3.3. Kontaktaufnahme mit dem Raspberry Pi

Nun könnt ihr den RTL-USB-Dongle in einer der 4 USB-Ports des Raspberry Pi einstecken und eure Stromversorgung (USB-Netzteil, Powerbank, Rechner-USB-Buchse) über die Min-USB-Buchse anschließen.

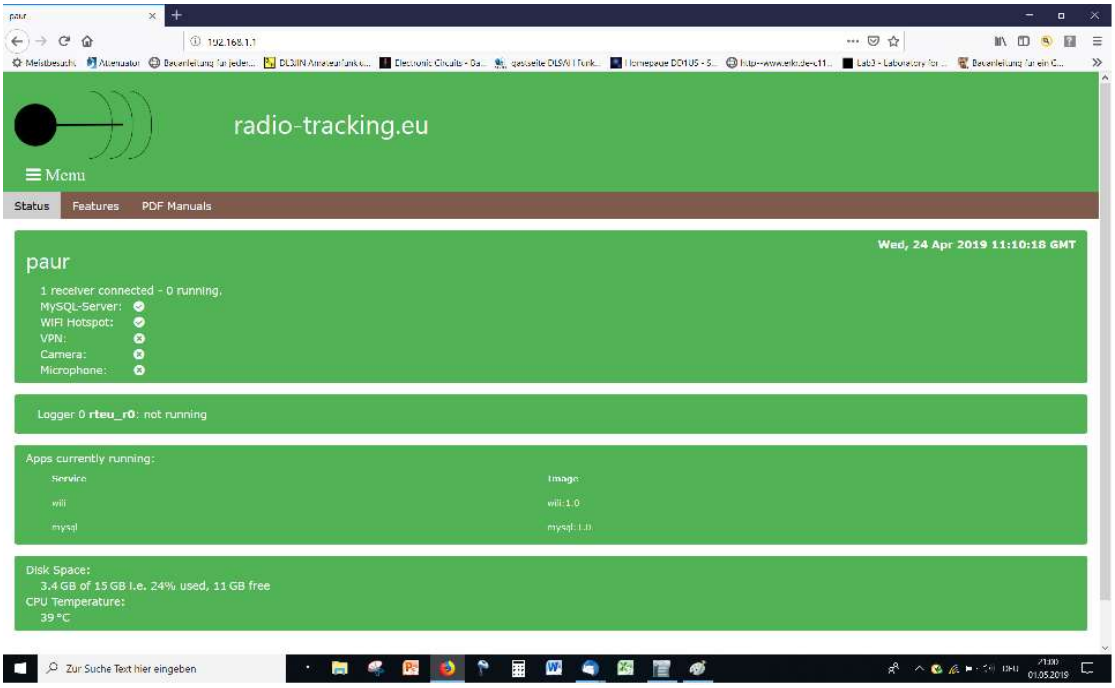
Nach ca. 2 Minuten sollte auf eurem Rechner ein WiFi-Zugang mit der SSID *rteuv4* erkannt werden.

Meldet euch dort mit dem Passwort *sdrtracking* an. War die Anmeldung erfolgreich, habt ihr nun zwar kein Kontakt mehr zum Internet, dafür aber Zugriff auf den Raspberry Pi. (Das mit dem Internet kriegen wir später noch hin.)

Nun könnt ihr euren Internet-Browser öffnen und die IP-Adresse 192.168.1.1. eingeben. Jetzt erscheint die Anmeldung:



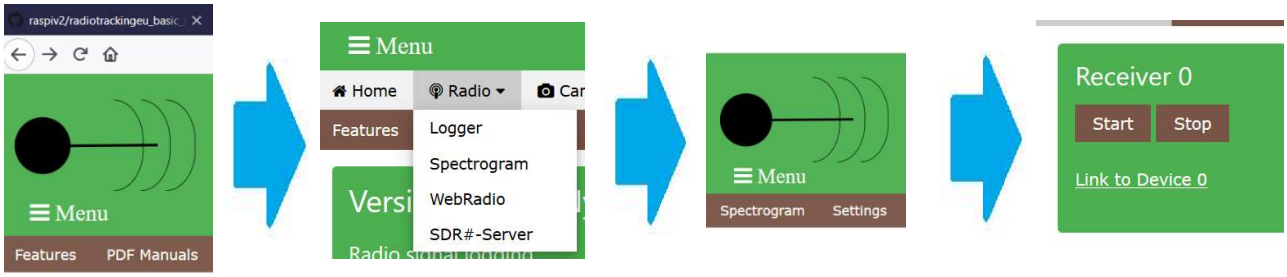
Authentifiziert euch mit dem Benutzernamen *pi* und dem Passwort *rteuv2!* . Voila!



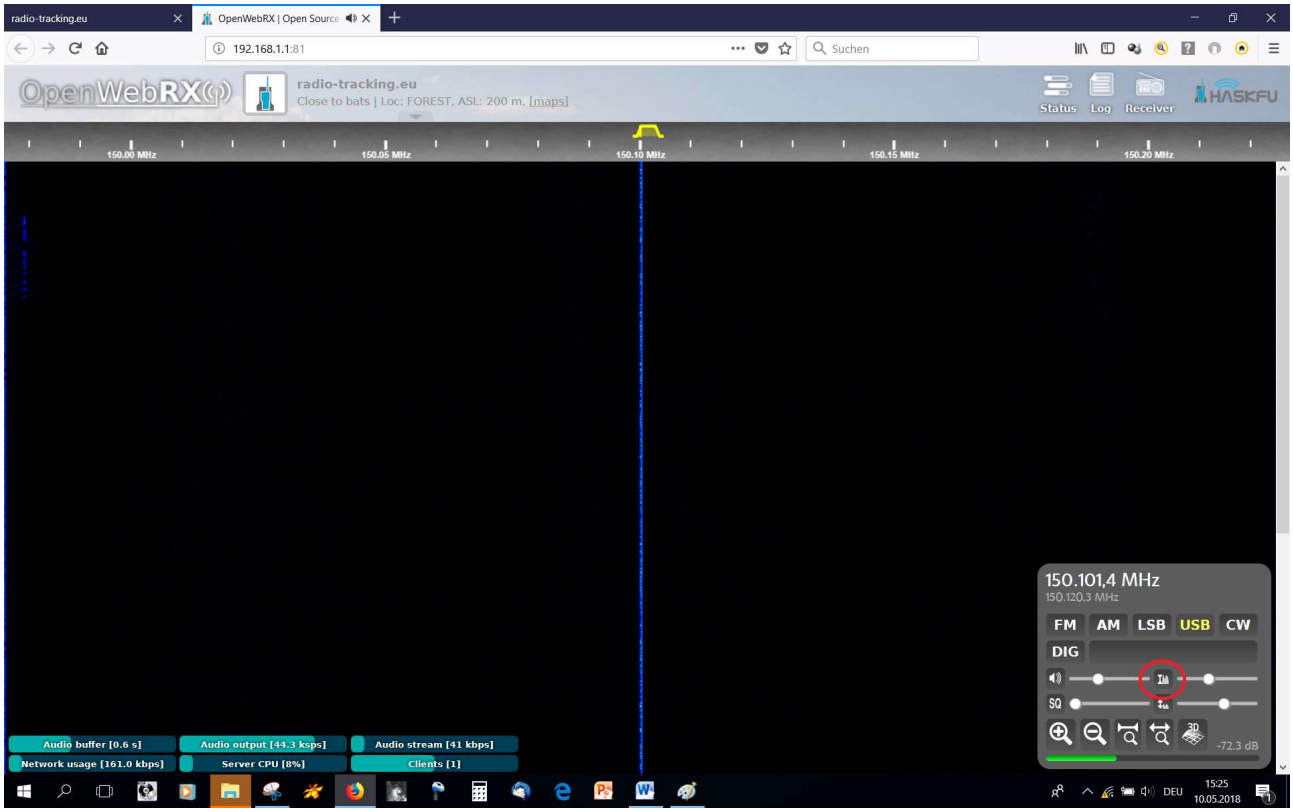
3.4. Erste Empfangsversuche

Nun bitte folgen (das SDR-USB-Dongle sollte aufgesteckt sein):

Menü → Radio → Spectrogram → Spectrogram → Start → Link to Device 0



Nun öffnet such folgende Seite und ihr hört schon das "Rauschen der Ferne" - wenn nicht bitte Lautstärkeregler (bzw. Audiomixer) des Rechners kontrollieren.

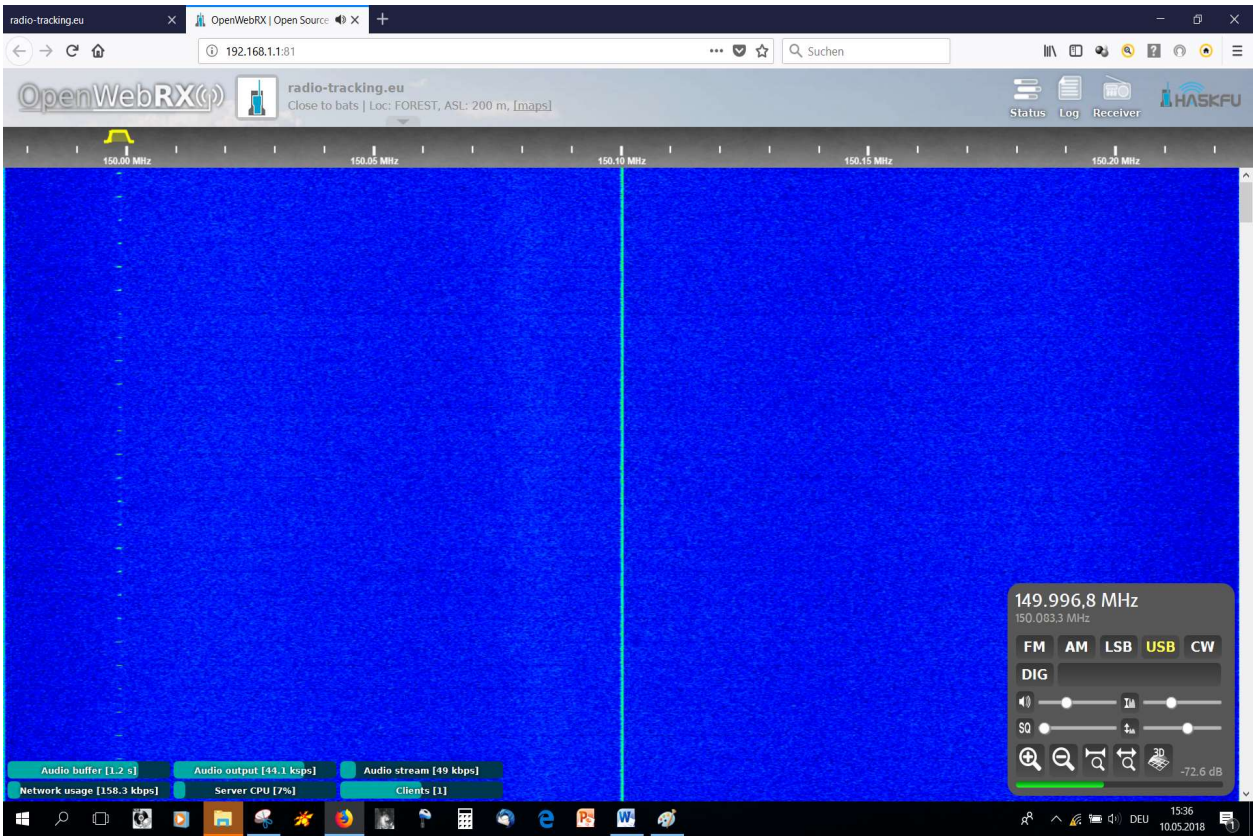


Ihr seht ein sogenanntes Wasserfalldiagramm. Auf der x-Achse ist der Frequenzbereich auf der Y-Achse läuft die Zeit. Die Signalintensität ist farblich kodiert, die Farbskalierung muss aber noch angepasst werden. Dies geschieht über die „Zaubertaste" unten rechts (roter Kreis) Die blaue Linie in der Mitte ist technisch bedingt, sie liegt genau in der Mitte des eingestellten Frequenzbereichs. Je nach Empfängertyp, den ihr verwendet, kann diese schmaler oder breiter ausfallen.

Sollte kein SDR-Stick erkannt werde, so kann dies auch an der falschen Image-Version liegen, einige ältere Versionen der 4.x erkennen zwar Sticks mit dem RTL2838UHIDIR aber nicht mit dem RTL2832U.

Nach dem Drücken der „Zaubertaste“ sieht es nun so aus:

Dass außer blauem Rauschen nichts zu sehen ist, kann daran liegen, dass noch keine Antenne angeschlossen ist. Mit angeschlossener Antenne könnte es so aussehen:



Der grüne Balken in der rechten unteren Ecke gibt normalerweise die Signalstärke an. Ist gerade kein Signal im Fokus dient der angezeigte Wert in dB als Anhaltswert für den Rauschhintergrund. Ein Wert von -72 dB entspricht in etwa dem Eigenrauschen des Empfängers, ist also ein sehr guter Wert.

Links sieht man jetzt das Signal eines Peilsenders. Verschiebt man mit der Maus das gelbe Trapez auf der Skala über das Signal, wird es hörbar und unten links wird die Frequenz angezeigt. Die Empfangsart muss dabei auf USB gesetzt sein. Mit der linken Maustaste kann ich am Trapez die Filterbandbreite ändern. Durch Klicken auf USB wird diese wieder auf die Standardbreite zurückgesetzt.

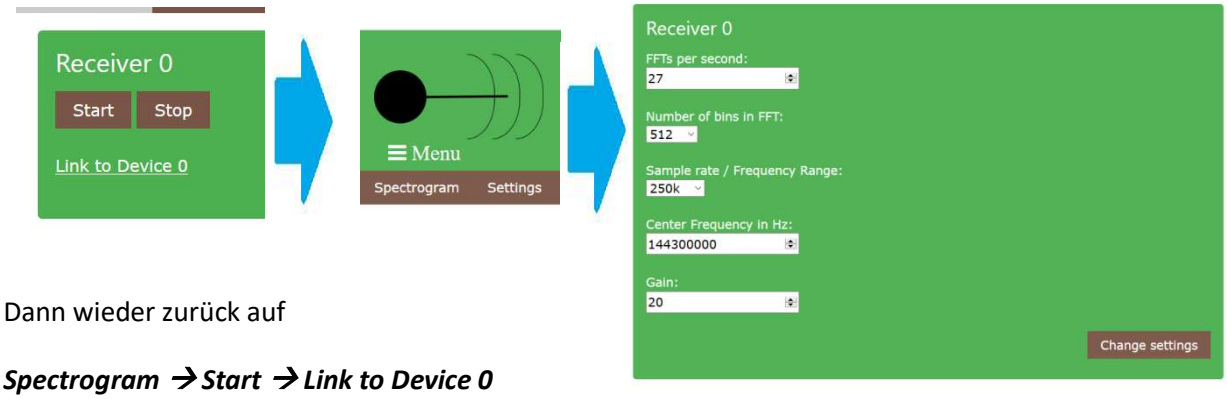
Die Frequenz lässt sich auch wie folgt einstellen: Unter der Frequenzangabe in der rechten unteren Ecke des Bildschirms befindet sich eine zweite Frequenzangabe in kleiner Schrift. Diese gibt die Frequenz an, auf der die Maus gerade zeigt, wenn sie im Wasserfalldiagramm steht. Durch Doppelklicken wird diese Frequenz übernommen.

Das Spektrogramm ist ein hilfreiches Tool um die Funktion des Empfängers zu überprüfen, einen Überblick über die Belegung des Bandes und vorhandene Störsignale zu gewinnen. Für die automatische Überwachung ist aber die Logger-Funktion (Kap. 4) vorgesehen. Spektrogramm und Logger lassen sich nicht gleichzeitig betreiben und setzen sich gegenseitig außer Betrieb.

Wenn man keinen Testsender zur Verfügung hat, kann man zum Testen auf einen anderen Frequenzbereich ausweichen, z. B. auf den Amateurfunkbereich.

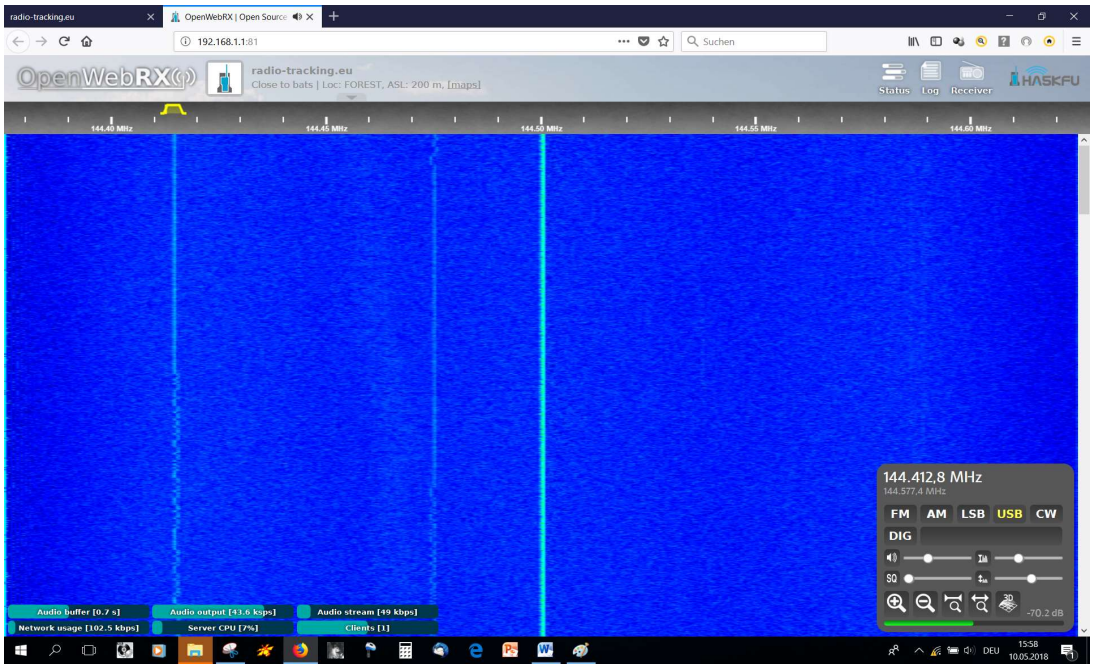
Dazu bitte die Seite mit dem Spektrogramm schließen.

Stop → Settings → Center Frequency auf 144500000 → optional: Gain auf 30 → Change settings



Dann wieder zurück auf

Spectrogram → Start → Link to Device 0



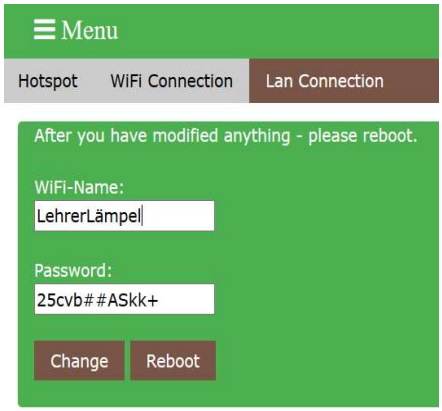
Unter dem gelben Trapez sieht man ein Signal, welches zu der Bake DB0JW auf 144.415 MHz gehört. Man hört einen Dauerton der gelegentlich in Morsezeichen wechselt. Die Bake ist von mir 77 km entfernt und sendet mit 10W. Die Sendeantenne ist allerdings horizontal polarisiert und meine Empfangsantennen vertikal – daher das relativ schwache Signal. Wenn ihr das Spektrogramm verlasst, bitte wieder stoppen.

Sollte die WiFi-Verbindung zum Raspberry Pi gelegentlich abreißen, kann es daran liegen, dass ein anderes WLAN-Netz (oder euer eigenes) in der Nähe auf der gleichen Frequenz arbeitet. Das kontrolliert und ändert man am besten gleich am Router.

3.5. Einbindung in das heimische WLAN

Nun ist es sehr lästig, wenn man sich zur Benutzung des Internets wieder von *rteuv4* trennen muss um sich wieder mit dem heimischen WLAN zu verbinden zu können. Aber da gibt es Abhilfe. Der Raspberry Pi kann sich nämlich wie jeder andere Rechner auch am WLAN anmelden und dann für alle anderen in diesem Netz zugänglich sein.

Menü → WiFi → WiFi Connection

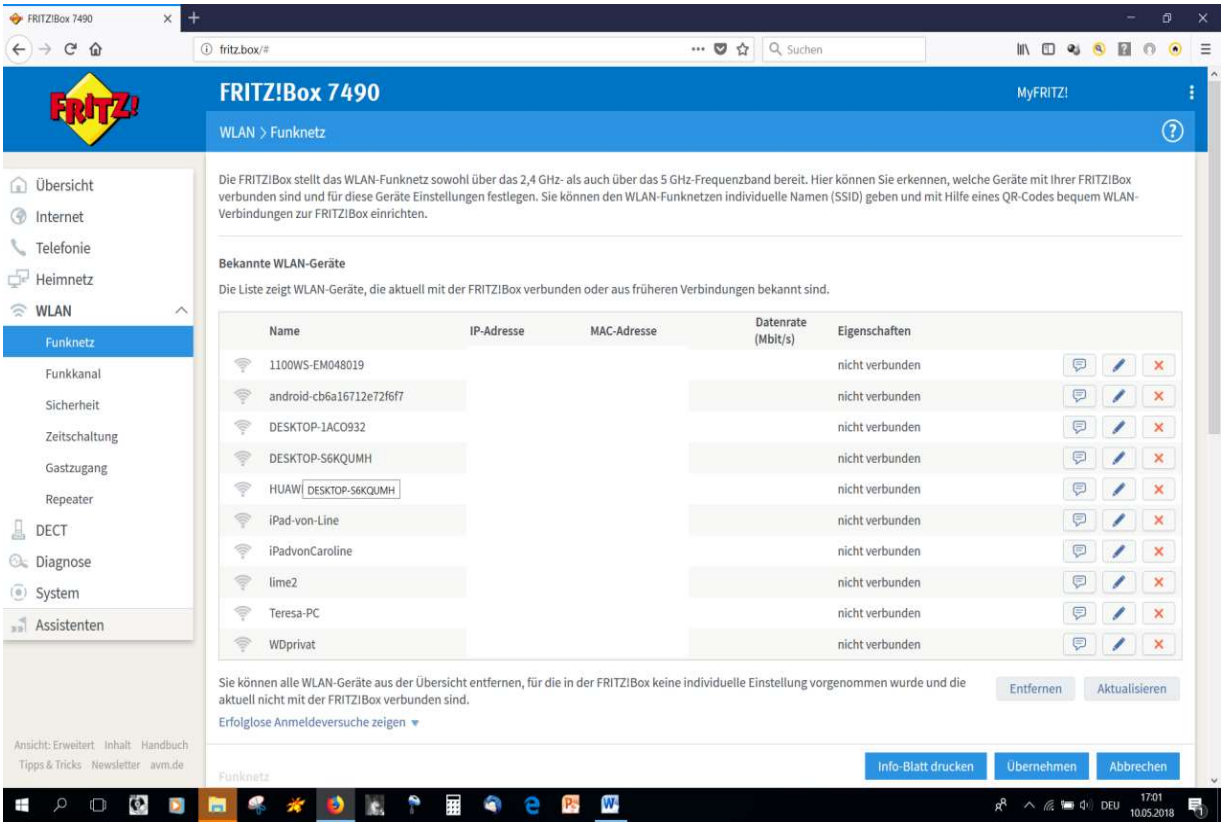


Dann bitte WiFi-Name (= SSID) und Passwort des zu verbindenden Heimnetzwerks eingeben – und *Reboot* klicken. Nach dem Reboot wird die vorhandene Wifi-Verbindung getrennt. Nun könnt ihr euch wieder in euer Heimnetzwerk einloggen.

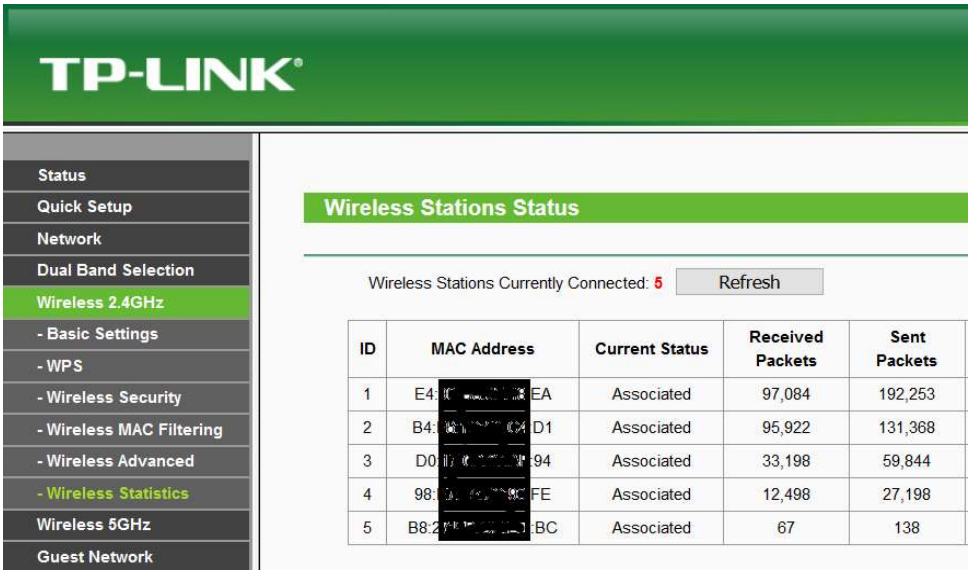
Bitte seid vorsichtig bei der Eingaben von WiFi-Name und Passwort. Wenn ihr hier etwas falsches eintragt, könnt ihr keine Direktverbindung via WiFi zum Raspberry mehr herstellen. Wenn euch das passiert findet ihr Hilfe in Kapitel 9. FAQs

Aber wo finde ich dort den Raspberry Pi? Dazu müsst ihr einmal in euren Router schauen. In jedem Router gibt es irgendwo ein Menü, wo ihr die IP-Adressen der eingeloggten Rechner einsehen könnt.

Bei einer FritzBox sieht es z. B so aus (IP und MAC-Adressen unkenntlich gemacht):

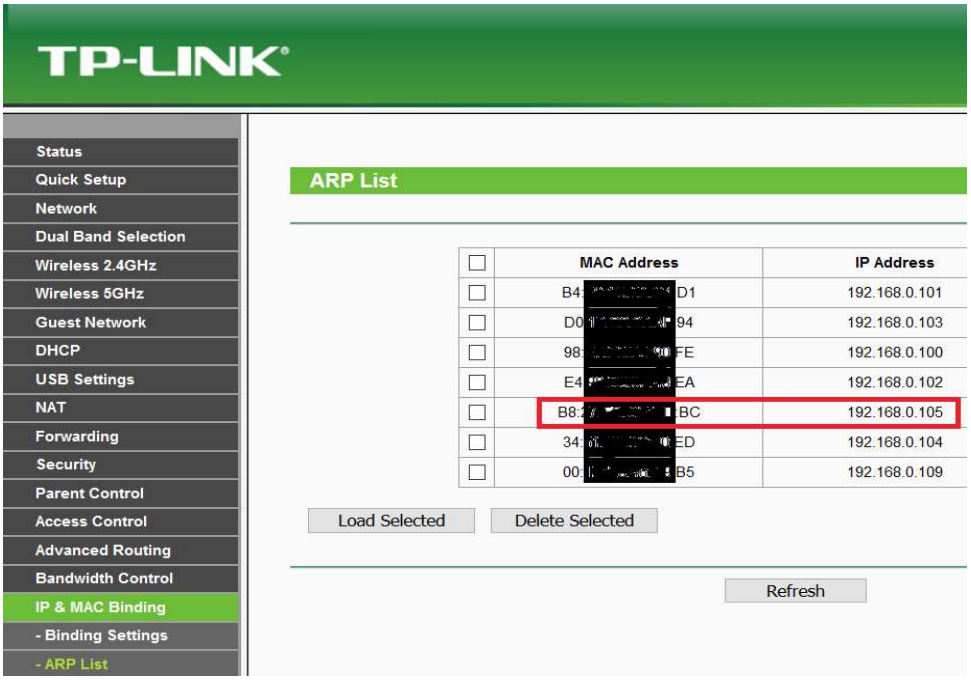


Bei einem TPLink Archer C20 sieht es so aus (MAC-Adressen unkenntlich gemacht):



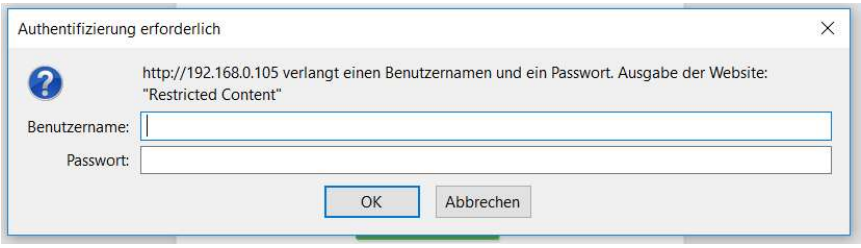
ID	MAC Address	Current Status	Received Packets	Sent Packets
1	E4:[redacted]EA	Associated	97,084	192,253
2	B4:[redacted]D1	Associated	95,922	131,368
3	D0:[redacted]94	Associated	33,198	59,844
4	98:[redacted]FE	Associated	12,498	27,198
5	B8:[redacted]BC	Associated	67	138

Die unterste MAC-Adresse hatte bisher den wenigsten Datenverkehr, muss sich also vor kurzem erst angemeldet haben. Ich schreibe mir die physikalische MAC-Adresse auf und rufe die Vergleichstabelle (hier: ARP List) auf, worin n kann, welche IP welcher MAC-Adresse zugeordnet wurde.

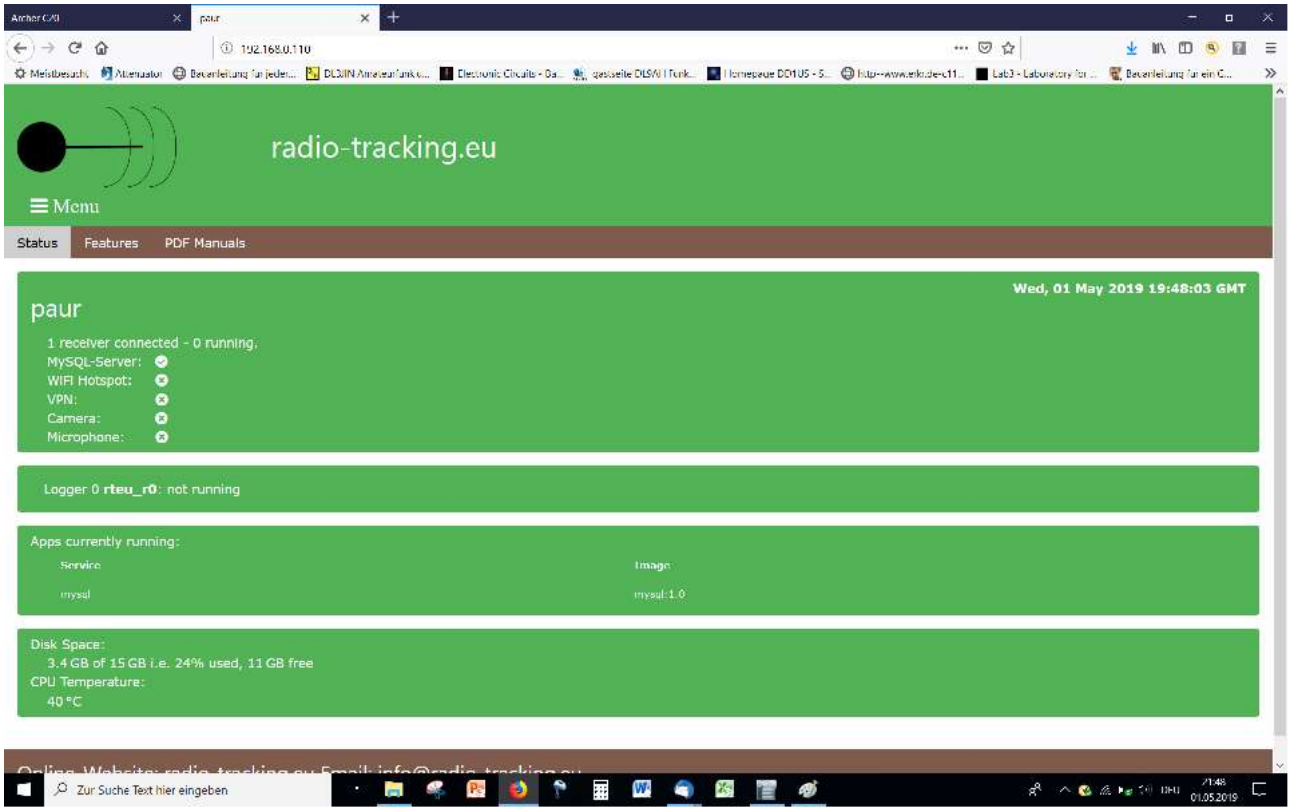


MAC Address	IP Address
B4:[redacted]D1	192.168.0.101
D0:[redacted]94	192.168.0.103
98:[redacted]FE	192.168.0.100
E4:[redacted]EA	192.168.0.102
B8:[redacted]BC	192.168.0.105
34:[redacted]ED	192.168.0.104
00:[redacted]B5	192.168.0.109

Da ist sie! – Jetzt mal diese IP ausprobieren Aha! Da tut sich was. – Jetzt noch anmelden mit Benutzer *pi* und Passwort *rteuv2!* .



Ich bin drin! – Und gleichzeitig im Internet surfen funktioniert jetzt auch!

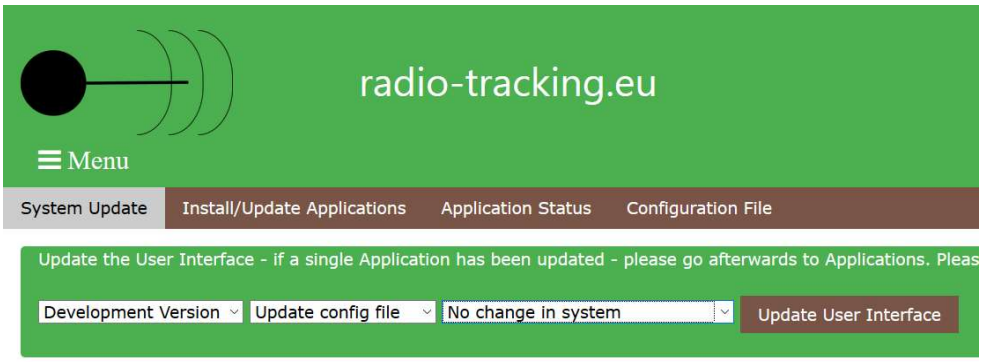


Sobald ihr jetzt den Raspberry Pi aus- und wieder einschaltet, wird er nach kurzer Zeit wieder unter dieser IP in eurem Heimnetz zu finden sein. ABER ACHTUNG! Wenn der WLAN-Router aus- und eingeschaltet wird, z. B wegen Stromausfall oder Nachtschaltung, kann es sein, dass der Raspberry Pi unter einer neuen IP verlinkt wird - dann fängt die Suche wieder von vorne an. Bei mir ändert sich aber immer nur die letzte Ziffer – daher habe ich ihn schnell wieder gefunden. Die (physikalische) MAC-Adresse ändert sich dadurch nicht. In jedem Router gibt es aber ein Menü wo man die IP-Adresse mit MAC-Adresse fest verknüpfen kann. Dann bleibt euer Pi auch immer unter der gleichen IP ansprechbar.

3.6. Updates installieren

Bevor Ihr nun weitermacht, sollte die Software auf dem Raspberry Pi erst mal einem Update unterzogen werden, sonst werdet ihr womöglich die nachfolgenden Funktionen gar nicht finden. Es werden zwar gelegentlich neue Images zum Download eingestellt, dazwischen erfolgt die Aktualisierung durch Downloads direkt auf den Raspberry Pi. Voraussetzung ist, dass der Raspberry mit dem Internet verbunden ist. Die verbindung geschieht entweder über euer heimisches WLAN, wie in 3.5. beschrieben, oder ihr verbindet den Raspberry über ein LAN-Kabel mit eurem Internet-Router. Zum Update Menü gelangt Ihr über

Menu → System → Software → System Update



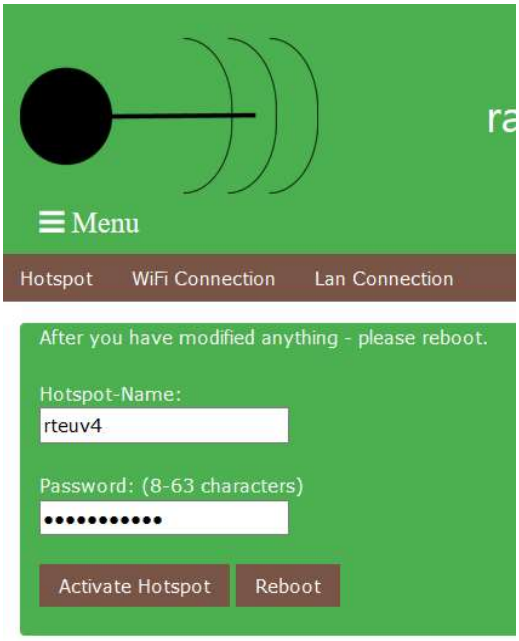
Lasst die Einstellungen so stehen wie abgebildet. Die Development Version bietet immer die aktuellsten Änderungen, auch wenn sie manchmal noch nicht 100%ig ausgereift sind.

Sollte der Pi nicht in Verbindung mit dem WLAN stehen, kann zum Zwecke des Updates auch über ein LAN-Kabel mit dem Router verbunden werden. Man verbindet sich dann wieder via WiFi (*rteuv4*) und führt das Update wie oben durch. Anschließend Rebooten bzw. den Pi kurz von der Stromversorgung trennen und wieder anschließen.

Nach dem Update und einem Reboot kann es sein, dass nun der Pi im WLAN mit einer anderen SSID z.B „rteuv2“ auftaucht. Abhilfe: *Menü → WiFi → Hotspot → Activate Hotspot*. Nach erneutem Reboot meldet sich der Pi wieder mit der alten SSID.

Selbstverständlich kann an dieser Stelle auch eine individuelle SSID vergeben werden.

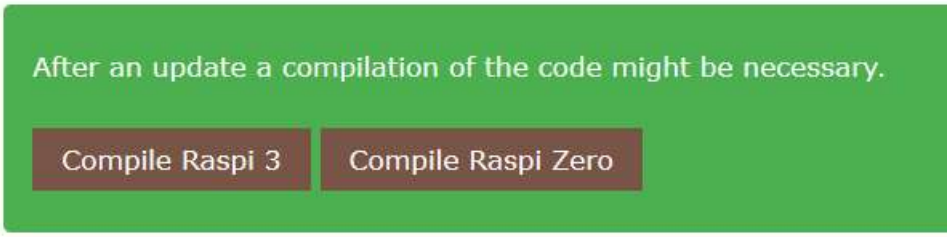
Bitte führt letzteres Vorgehen nicht durch, wenn sich der Pi in eurem WLAN eingeloggt hat. Damit wird der Pi aus dem WLAN entfernt und wieder in den Hotspot-Modus gesetzt, in dem er nur über WiFi über seine SSID connected werden kann.



Nach einem Update kann sich sich auch eine Neukompilierung bestimmter Programmsegmente empfehlen.

So ist zum Beispiel die Protokollierung des Noise-Levels durch den Logger erst nach einer Neukompilierung möglich.

Menu → Radio → Logger → Settings → ans untere Ende der Seite scrollen



Wenn man einen Raspberry Zero verwendet, bitte den rechten Button anklicken.

Ein Reboot ist nicht notwendig. Beim nächsten Start des Loggers wird die Logging-Datei um die Spalte „noise“ erweitert.

4. Der Logger

Für die Beobachtung des Fledermauszugs soll der gesamte für die Tiertelemetrie zur Verfügung stehende Frequenzbereich automatisch überwacht werden. Dieser liegt zwischen 150.050 MHz und 150.240 MHz. Eine Speicherung der Rohdaten wäre viel zu aufwändig und würde zuviel überflüssigen Datenballast aufzeichnen. Um das Datenaufkommen gleich zu Beginn zu reduzieren, wendet radio-tracking.eu einen speziellen Algorithmus an, den ich kurz und vereinfacht beschreiben möchte.

1. Der Algorithmus sucht nach regelmäßigen Trägerimpulsen innerhalb eines vorgegeben Bandbereichs.

2. Signale, die eine vorgegebene Schwelle über dem Grundrauschen überschreiten werden analysiert und wahlweise in einer Datenbank oder in einer TXT/CSV-Datei auf dem Raspberry Pi hinterlegt. So können auch bei einem Zusammenbruch der WiFi-Verbindung keine Daten verloren gehen.

3. Neben einem Zeitstempel (timestamp) werden Anzahl der Abtastpunkte (samples), Signaldauer (duration), Abweichung von der Mittenfrequenz (signal_freq), Bandbreite des Signals (signal_bw), Signalintensität (max_signal) und Rauschpegel (noise) hinterlegt.

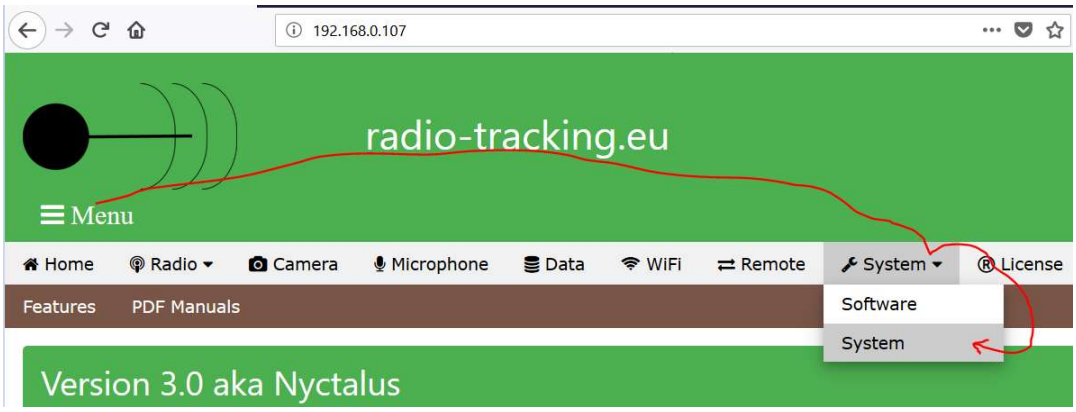
4. Die TXT-Datei kann mit einem Tabellenkalkulationsprogramm aufgerufen werden. Als Delimiter (Trennzeichen) muss ein Semikolon gewählt werden. Da diese Tabellen jedoch sehr lang sind, ist eine manuelle Auswertung sehr mühsam und praktisch kaum möglich. Zu diesem Zweck kommt eine App zur Datenanalyse zur Anwendung, welche die „Spreu vom Weizen“ trennt.Beim Logger fallen keine hörbaren Daten mehr an – nur Zahlenwerte. Als Excel-Tabelle sieht das dann so aus (allerdings ist die Tabelle in der Realität viel länger).

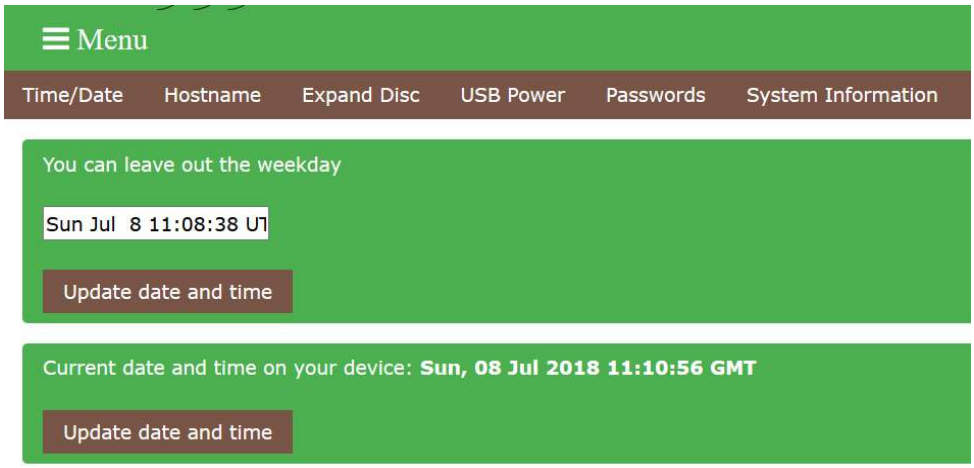
	A	B	C	D	E	F	G
1	Found 1 device(s):						
2	0: Generic, RTL2832U, SN: 77771111153705700						
3							
4	Using device 0: Generic RTL2832U						
5	Found Rafael Micro R820T tuner						
6	Exact sample rate is: 250000.000414 Hz						
7	[R82XX] PLL not locked!						
8	Sampling at 250000 S/s.						
9	Tuned to 150130000 Hz.						
10	Tuner gain set to 8.70 dB.						
11	Reading samples in async mode...						
12	Also sending data to SQL Server at 127.0.0.1.						
13	Ignoring signals shorter than 0.010000 and longer than 0.040000						
14	Will print timestamp every 1500000 transforms						
15	2019-07-15 18:53:24.301865301						
16	timestamp	samples	duration	signal_freq	signal_bw	max_signal	noise
17	2019-07-15 18:53:26.295465173	10064	0.0192	75668.10156	3125	56.523014	-65.213387
18	2019-07-15 18:53:27.297065237	15072	0.0192	75729.17188	3750	56.699501	-65.213387
19	2019-07-15 18:53:28.298665237	20080	0.0192	75668.10156	3125	56.386253	-65.213387
20	2019-07-15 18:53:29.300265045	25104	0.0224	75852.27344	4375	56.668381	-65.213387
21	2019-07-15 18:53:30.301865301	30112	0.0224	75776.50781	3750	56.745827	-65.213387
22	2019-07-15 18:53:31.306665144	35120	0.0192	75814.39063	4375	56.430981	-65.213387
23	2019-07-15 18:53:32.308265409	40128	0.0192	75806.45313	4375	56.414204	-65.213387
24	2019-07-15 18:53:33.306665144	45136	0.0224	75871.21094	4375	56.677795	-65.213387
25	2019-07-15 18:53:34.308265409	50128	0.0192	75668.10156	3125	56.554314	-65.213387
26	2019-07-15 18:53:35.309864721	55136	0.0192	75668.10156	3125	56.609772	-65.213387
27	2019-07-15 18:53:36.311464987	60144	0.0192	75839.84375	3750	56.4771	-65.213387
28	2019-07-15 18:53:37.313065252	65152	0.0192	75742.1875	3750	57.266403	-65.213387

5. Damit der Timestamp auch die richtige Zeit angibt, muss die interne Uhr des Raspberry Pi auf aktuelles Datum und Uhrzeit gesetzt werden. Hat sich der Raspberry Pi an euer Heimnetz angemeldet, wird die Uhr automatisch synchronisiert. Wenn ihr eine Direktverbindung zum Raspberry Pi hergestellt habt, dann muss die Uhrzeit nach jedem Ein- und Ausschalten neu gesetzt werden.

Wenn ihr Datum/Uhrzeit kontrollieren/korrigieren wollt, dann geht über

Menü → System → System → Time/Date



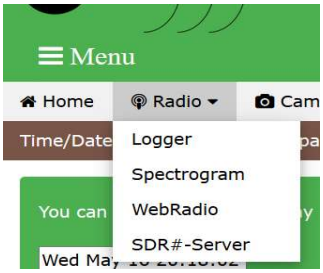


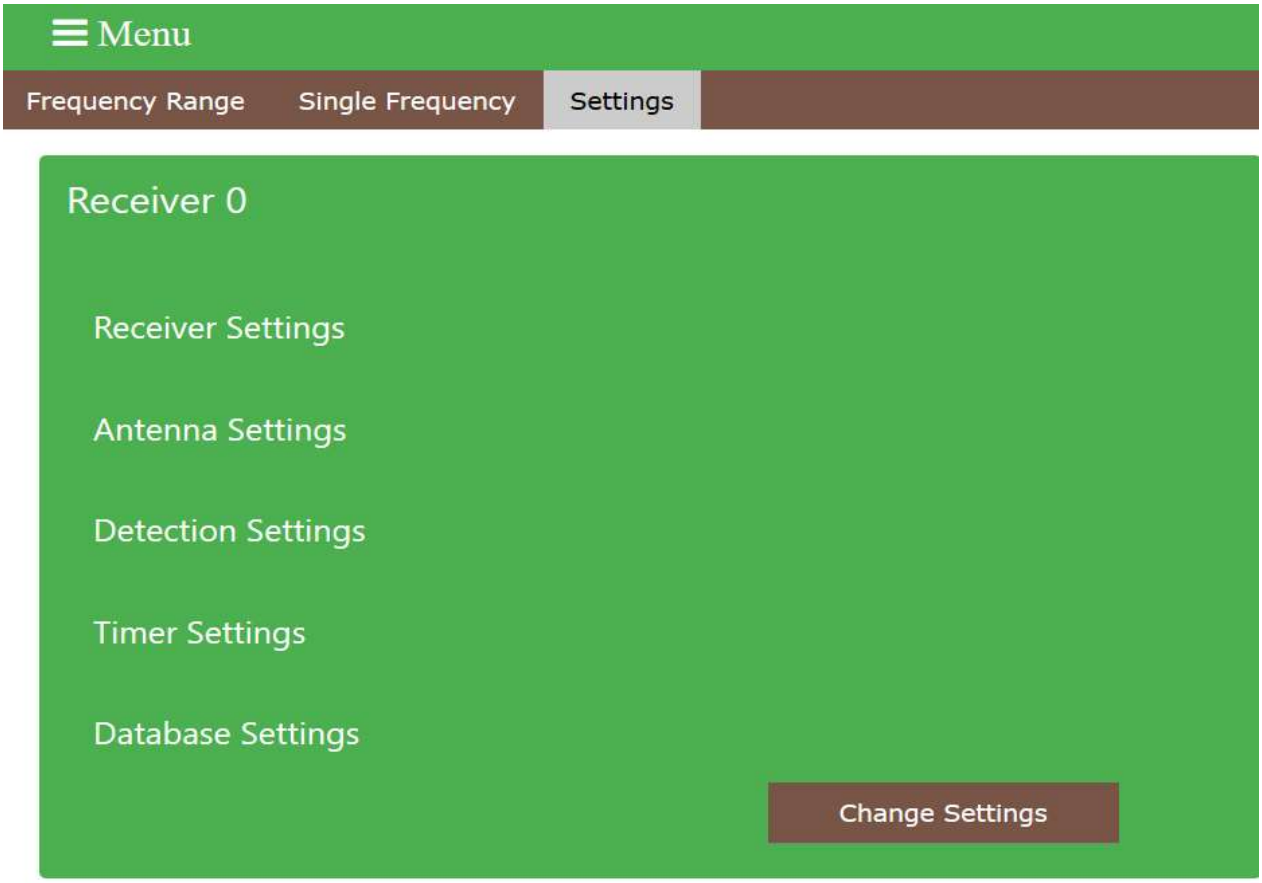
6. Wenn Datum und Uhrzeit stimmen, hat sich der Raspberry schon synchronisiert. Ansonsten in dem weißen Feld Datum und Uhrzeit eintragen und auf ***Update date and time*** kicken. Bequemer ist es, den gleichnamigen Button darunter zu benutzen, dann wird das Rechnerdatum mit dem Raspberry synchronisiert. Die Zeit wird immer in UTC (MESZ-2h) eingegeben und angezeigt.

7. Wenn der Logger läuft, werden neue Einstellungen nicht akzeptiert. Also erst den Logger stoppen, bevor Ihr mit ***Change Settings*** die geänderten Einstellungen hochladet.

4.1. Die Einstellungen des Loggers

Menü → Radio → Logger → Settings

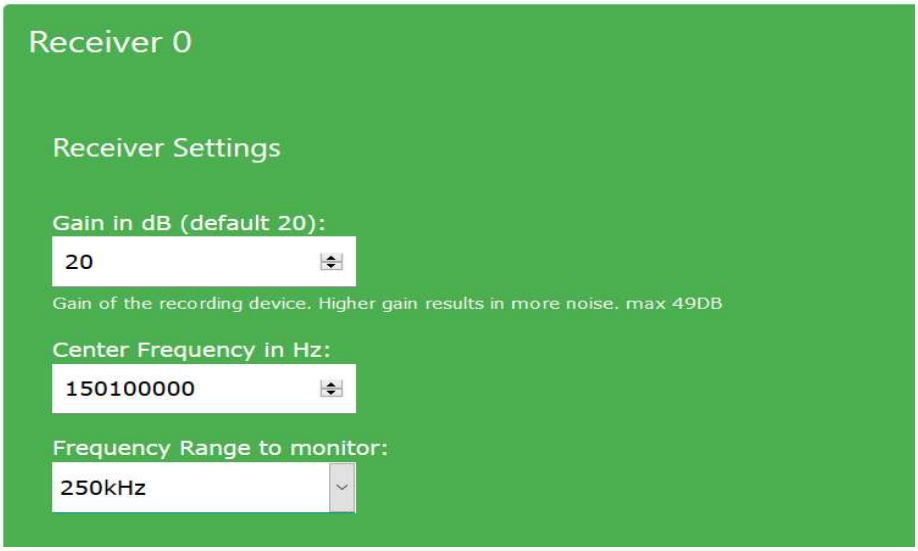




Nun gehen wir alle Menüpunkte der Settings durch:

4.1.1. Receiver Settings

An den Raspberry Pi können derzeit max. 2 Receiver (nach Update 4) angesteckt werden. Wird nur ein Receiver-Stick verwendet, so ist dieser automatisch Receiver 0.



Gain ist der Verstärkungsgrad in Dezibel (Standardeinstellung 20 dB. Je 10 dB mehr erhöhen die Verstärkung um den Faktor Zehn. 40 dB ist also eine um Faktor 100 höhere Verstärkung als 20 dB. Zu hohe Verstärkung resultiert in zu hohem Rauschen. Praktikabel sind Werte zwischen 30 und 45 dB.

Anhaltspunkte zur Einstellung: Bei abgeklemmter Antenne ist ein Rauschpegel (Noise Level) von -72 dB ein guter Wert. Werden mehr als 1 MB Daten/h registriert, sollte man überprüfen ob weitere Störquellen im eingestellten Frequenzband vorhanden sind oder ob die Gain zu hoch eingestellt ist.

Center Frequency ist die Mittenfrequenz in Hertz, 150 MHz entsprechen 150000000 Hz. Hier können zum Test natürlich auch andere Frequenzen eingestellt werden. Der Standardwert ist 150100000. Zur Abdeckung des Tiertelemetriebereiches von 150.050 Mhz bis 150.240 Mhz empfehle ich eine Mittenfrequenz von 150130000 Hz.

ACHTUNG: Bei der Mittenfrequenz hat der Receiver einen „Blinden Fleck“ d.h. er ist dort unempfindlich. Sollte also eine Besenderung genau auf der Mittenfrequenz stattfinden, sollte diese um wenige kHz nach links oder rechts verschoben werden.

Frequency Range: Zum Empfang von Tiertelemetrie sollte man diesen immer auf 250 kHz stehen lassen. Sonst empfängt man zuviel Müll von links und Rechts des Bandes.

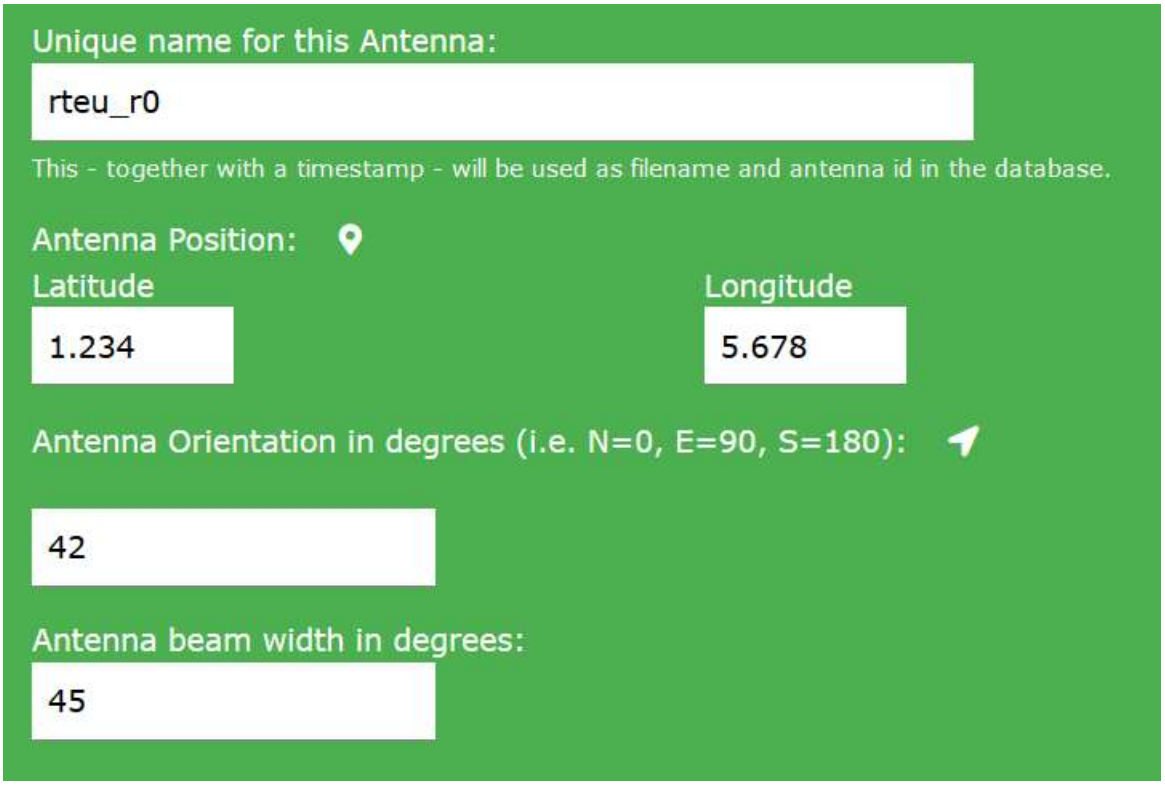
Aktueller Hinweis: Für den Besenderungsaktion Fledermauszug 2018 wurden Sendefrequenzen von 150.008 Mhz bis 150.298 MHz ausgewählt. Mit einer Bandbreite von 250 kHz konnten nicht alle Sender gleichzeitig erfasst werden. Daher sollte die Mittenfrequenz so gewählt werden, dass möglichst alle Fledermäuse die „unterwegs“ sind, in das 250 Khz-Fenster fallen.

Das Ausweichen auf den nächstgrößeren Bereich, also 1024 kHz wird nicht empfohlen, da vom Rest des Bandes zu viel Datenmüll generiert würde, was die Auswertung erschwert. Zudem kam es in der Vergangenheit bei 1024 kHz zu Timing-Problemen, was angeblich auf unzureichende Kühlung der Prozessoren des Pi zurückzuführen ist. Empfehlung: Kühlkörper verwenden!

4.1.2. Antenna Settings

Unter ***Unique name*** könnt ihr das Prefix für eure Log-Datei angeben. Diese Eingabe ist deswegen bei den Antenna-Settings hinterlegt, weil man womöglich mehrere Empfänger an unterschiedlichen Antennenstandorten oder zwei Empfänger mit zwei verschiedenen Antennen an einem Raspberry betreibt. Wenn die Datensätze zur Prüfung weitergegeben werden sollen, schlage ich vor, im Dateinamen den Maidenhead-Locator, Name, Rufzeichen und ggf. eine Zusatzkennung für die Antenne (z. B. eine Nummer) einzutragen. Bei mir würde der Eintrag dann z.B. *jo30pt_dh4kav_3el* lauten. An den Dateinamen werden Datum und Uhrzeit automatisch angehängt.

Die ***Antenna Position*** gibt die Geokoordinaten eurere Empfangsstation an. Diese ist für das Loggen erst mal nicht so wichtig, kann aber später für eine Kartendarstellung und für die Identifikation der Station in einer globalen Datenbank (in Planung) genutzt werden. Die Eingabe erfolgt in Dezimalgrad.



Die Übernahme von GPS-Daten für die Antennenposition ist noch in Arbeit

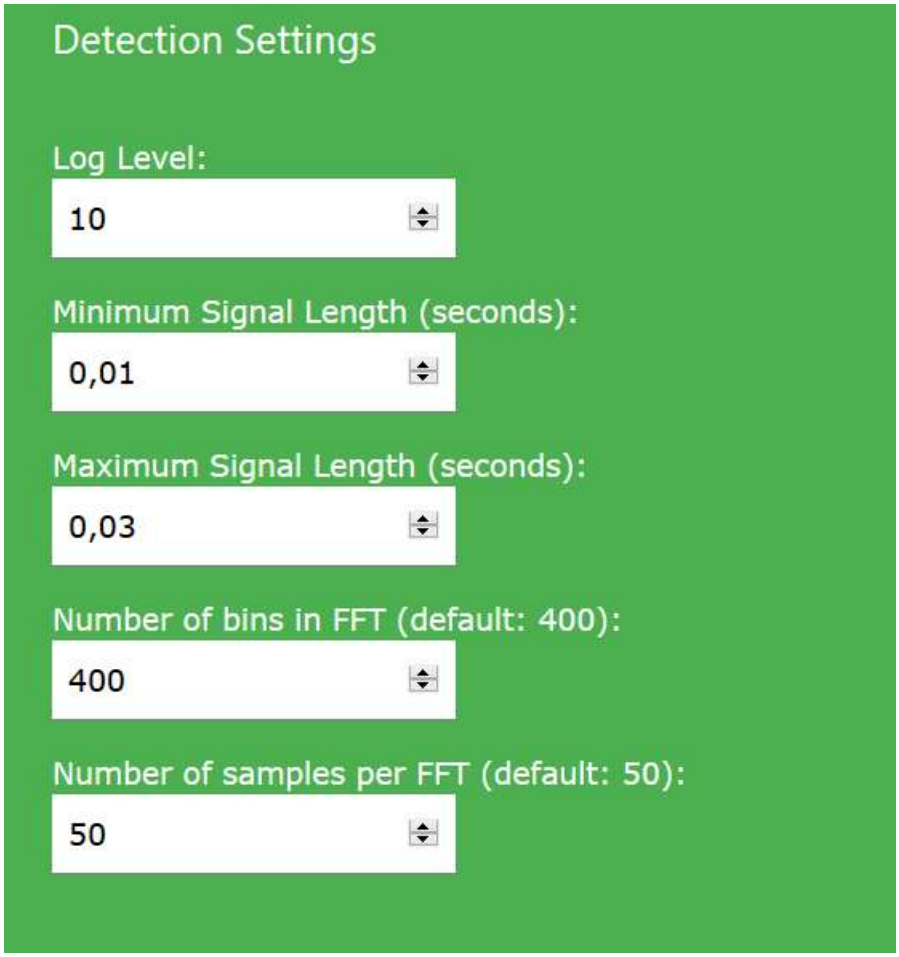
Antenna Orientation in degrees: Blickrichtung der Antenne in Grad (ganze Zahlen) eingeben – nur bei Richtsrahlern. Bei Rundstrahlern kann der Eintrag auf 0 setzen

Antenna Beam in degrees: Öffnungswinkel der Antenne in Grad (ganze Zahlen). Bei Rundstrahlern 360 eintragen.

4.1.3. Detection Settings

Der **Log Level** gibt an, ab welchem Signal-Rauschabstand Signale registriert werden sollen. Liegt das Rauschen bei -60dB werden bei einem Log Level von 10 Signale ab -50dB registriert.

Die richtige Einstellung ist nicht ganz einfach zu finden und hängt stark von der Umgebung aber auch vom Eigenrauschen des Empfängers ab. Sie hängt auch davon ab, welche Gain ihr bei den Receiver Settings eingestellt habt, denn mit der Gain steigt auch der Rauschpegel. Ich verwende Einstellungen zwischen 10 und 15. Ist der Wert zu niedrig eingestellt, sammelt man viel Datenmüll, ist er zu hoch eingestellt verpasst man womöglich schwache Signale. Siehe auch „Anhaltspunkte zur Einstellung“ bei 4.1.1.



Durch die Einstellung von **Minimum Signal Length** und **Maximum Signal Length** geschieht schon eine Vorfilterung der Daten. Die Impulslänge bei Sendern für die Tiertelemetrie liegt in der Regel zwischen 0,01 und 0,04 Sekunden. Bitte benutzen Sie als Dezimaltrennzeichen ein Komma!

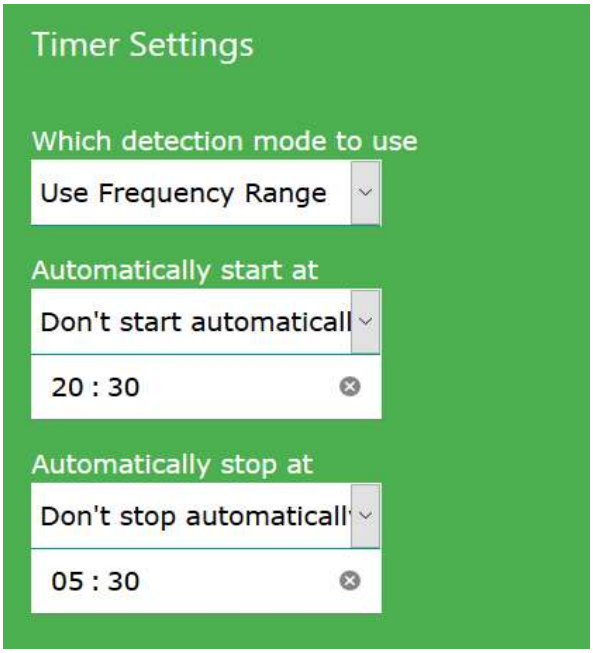
Ein solcher Filter kann auch noch nachträglich bei der Datenanalyse gesetzt werden. Eine Voreinstellung bei den **Detection Settings** verringert aber schon von vornherein das Datenaufkommen, weil unnötiger Datenmüll von kürzeren oder längeren Signalen gar nicht erst gespeichert wird.

Number of Bins und **Number of samples** bitte auf den Standardwerten stehen lassen.

4.1.4. Timer settings

Da wir bei der Überwachung des Fledermauszuges immer auf mehrere Frequenzen achten müssen, wählen wir als **detection mode** *Use Frequency Range*

Wenn wir die Aufzeichnung der Daten manuell starten und stoppen wollen, lassen wir den Eintrag **Automatically start/Automatically stop** auf *Don't start/stop automatically* stehen. Bei der späteren Zugüberwachung können wir das auf *Start/Stop at given time* ändern und als Zeitangabe die Sonnenuntergangs- und Sonnenaufgangszeit in UTC eingeben . So erhalten wir automatisch eine Datei pro Nacht. Die Auswertung dieser Dateien wird dann im Kapitel „Datenanalyse“beschrieben.

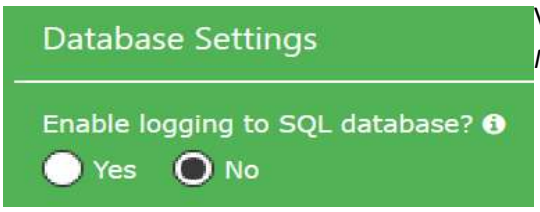


Nach Eingabe aller Daten klicken Sie bitte auf *Change Setting,* um die Einstellungen abzuspeichern.
ACHTUNG: Dieser Button ist nach dem Update in die untere rechte Ecke des Bildschirms gewandert.

Sollte die Timersteuerung nicht funktionieren, dann haben Sie noch eine ältere Version – bitte Update durchführen (Kapitel 3.6.)

4.1.5 Database Settings

Enable Logging to SQL database steht bei Installation der Ver. Version 4.2 standardmäßig auf *Yes*. Dies kann erst mal auf *No* gesetzt werden – wird nur zum Abspeichern in der Datenbank benötigt (siehe Kapitel 5.5.).

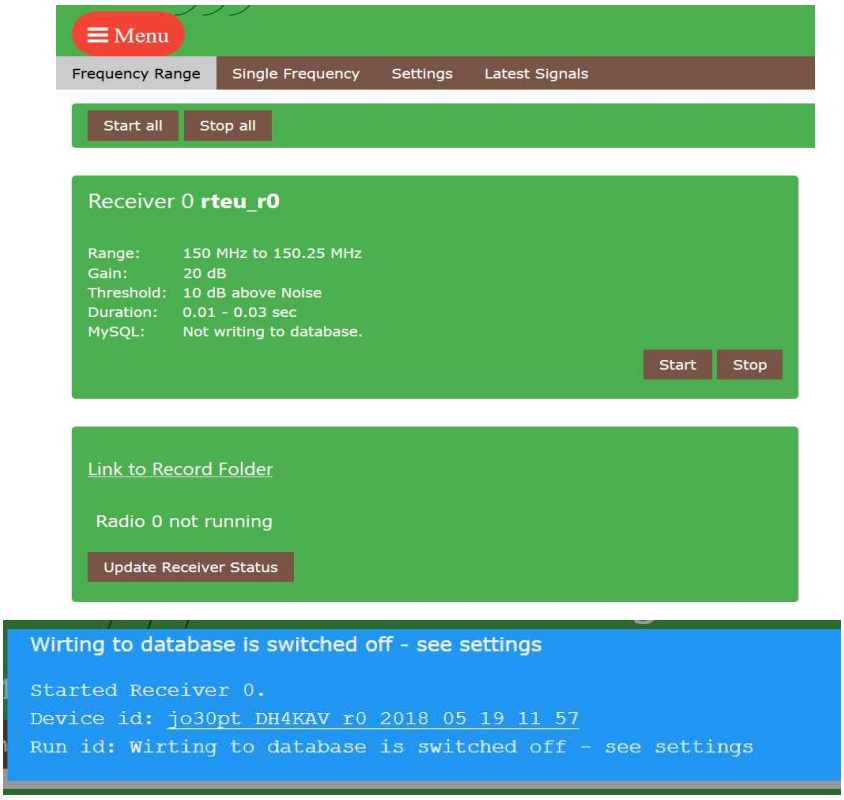


4.2. Starten des Loggers

Wir klicken auf ***Frequency Range***

Unter Receiver 0 stehen noch mal die aktuellen Empfängereinstellungen, die ihr gewählt habt. Sollte n diese nicht erscheinen, so kann dies auch an der falschen Image-Version liegen, einige ältere Versionen der 4.x erkennen zwar Sticks mit dem RTL2838UHIDIR aber nicht mit dem RTL2832U.

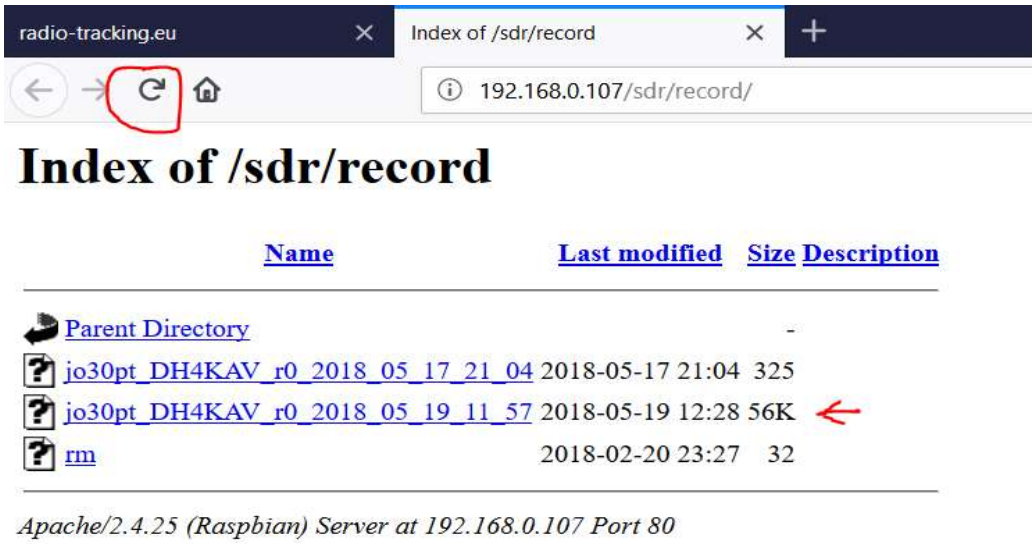
Nach dem Klicken auf ***Start***, wird euch der Startbefehl mit einem blauen Feld bestätigt. Unter ***Device id*** seht ihr auch noch mal den Dateinamen unter dem die Daten aktuell abgelegt werden.



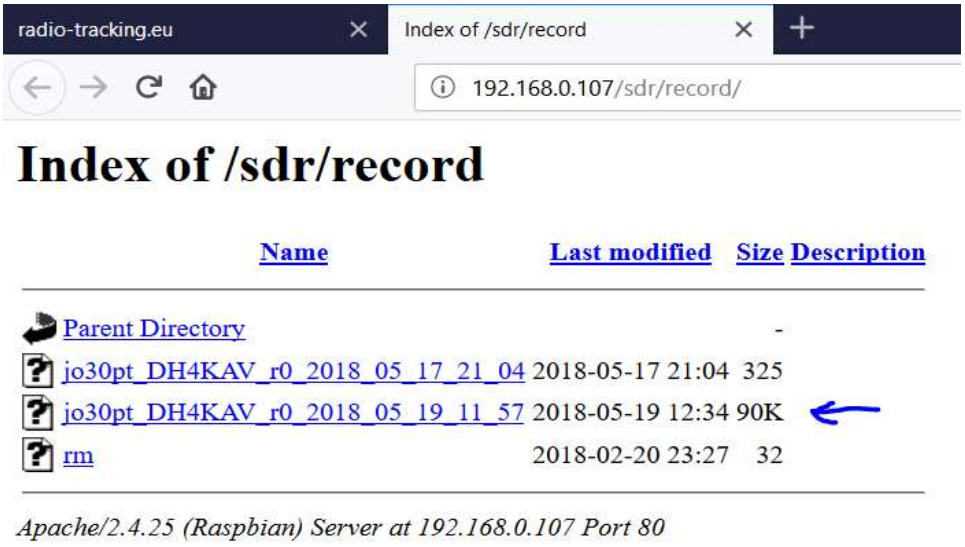
Not witing to database bzw. ***Writing to database is switched off*** bedeutet lediglich, dass die Daten nicht in der Datenbank gespeichert werden. Das Speichern erfolgt jetzt in der unter ***Device id*** genannten Textdatei wird davon nicht beeinflusst. Lasst euch auch nicht dadurch beunruhigen, dass immer noch ***Radio 1 not running*** auf dem Bildschirm steht, obwohl ihr es gerade gestartet habt. Nach Klicken auf ***Update Receiver Status*** und dann nochmals auf ***Frequency Range*** wird der tatsächliche Status angezeigt.

4.3. Wo sind die Daten?

Klicken auf ***Link to Record Folder*** bringt euch auf eine neue Website, wo alle angelegten Dateien gelistet werden. Dort findet ihr auch die zuletzt angelegte Datei (roter Pfeil)



Wenn man die Seite gelegentlich aktualisiert (roter Kringel) kann man feststellen, dass sich Datenvolumen allmählich vergrößert (blauer Pfeil), das ist ein gutes Zeichen dafür, dass die Datenaufzeichnung funktioniert.



Sollte sich die Dateigröße nicht verändern, ist entweder die Gain zu niedrig oder der Log Level zu hoch eingestellt. Wenn eine Veränderung dieser Parameter keine Änderung bring, sollten Antennenkabel und Antenne überprüft werden. Ändert sich die Dateigröße zu schnell, landet zu viel „Müll“ in der Datei und die Gain ist zu hoch bzw. der Log Level zu niedrig eingestellt.

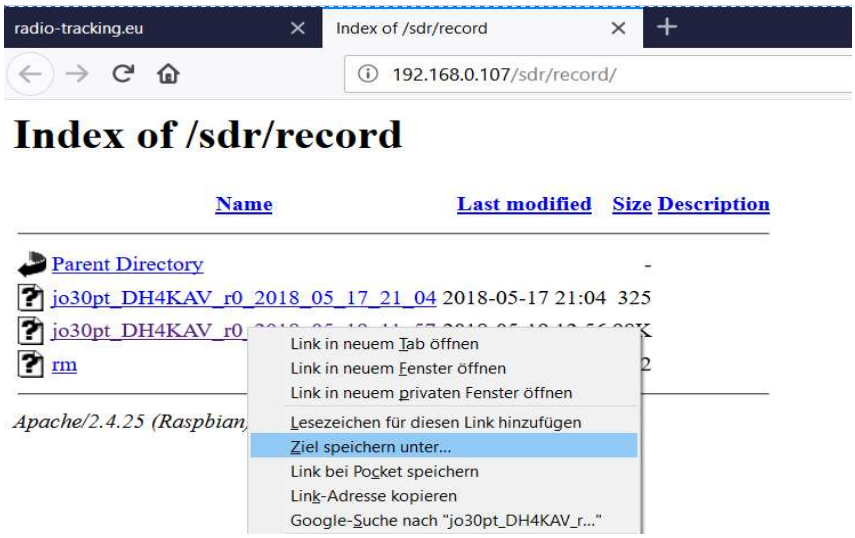
4.4. Öffnen der Log-Datei

Durch Doppelklick auf den Dateinamen kann man die Datei (auch während der Datenaufnahme) öffnen. Der Inhalt sieht dann etwa wie folgt aus:

```
Found 1 device(s):
 0:  Generic, RTL2832U, SN: 77771111153705700

Using device 0: Generic RTL2832U
Found Rafael Micro R820T tuner
Exact sample rate is: 250000.000414 Hz
[R82XX] PLL not locked!
Sampling at 250000 S/s.
Tuned to 150130000 Hz.
Tuner gain set to 8.70 dB.
Reading samples in async mode...
Also sending data to SQL Server at 127.0.0.1.
Ignoring signals shorter than 0.010000 and longer than 0.040000
Will print timestamp every 1500000 transforms
2019-07-15 18:53:24.301865301
timestamp;samples;duration;signal_freq;signal_bw;max_signal;noise
2019-07-15 18:53:26.295465173;10064;0.019200  ;75668.101562;3125.000000;56.523014;-65.213387
2019-07-15 18:53:27.297065237;15072;0.019200  ;75729.171875;3750.000000;56.699501;-65.213387
2019-07-15 18:53:28.298665237;20080;0.019200  ;75668.101562;3125.000000;56.386253;-65.213387
2019-07-15 18:53:29.300265045;25104;0.022400  ;75852.273438;4375.000000;56.668381;-65.213387
2019-07-15 18:53:30.301865301;30112;0.022400  ;75776.507812;3750.000000;56.745827;-65.213387
2019-07-15 18:53:31.306665144;35120;0.019200  ;75814.390625;4375.000000;56.430981;-65.213387
2019-07-15 18:53:32.308265409;40128;0.019200  ;75806.453125;4375.000000;56.414204;-65.213387
2019-07-15 18:53:33.306665144;45136;0.022400  ;75871.210938;4375.000000;56.677795;-65.213387
2019-07-15 18:53:34.308265409;50128;0.019200  ;75668.101562;3125.000000;56.554314;-65.213387
2019-07-15 18:53:35.309864721;55136;0.019200  ;75668.101562;3125.000000;56.609772;-65.213387
2019-07-15 18:53:36.311464987;60144;0.019200  ;75839.843750;3750.000000;56.477100;-65.213387
2019-07-15 18:53:37.313065252;65152;0.019200  ;75742.187500;3750.000000;57.266403;-65.213387
2019-07-15 18:53:38.314664564;70160;0.019200  ;75814.390625;4375.000000;56.695702;-65.213387
2019-07-15 18:53:39.316264830;75168;0.019200  ;75742.187500;3750.000000;56.832993;-65.213387
2019-07-15 18:53:40.317864141;80176;0.019200  ;75685.484375;3750.000000;56.457150;-65.213387
.....
```

Übersichtlicher wirkt es, wenn man die Datei mit Excel öffnet. Dazu muss Sie aber erst mal lokal auf dem Rechner abgespeichert werden. Dazu mit der rechten Maustaste auf den Dateinamen und dann mit der linken auf *Ziel speichern unter....*



Dabei wird die Datei mit dem Suffix *.txt abgespeichert, hier also *jo30pt_DH4KAV_r0_2018_05_19_11_57.txt*

4.5. Öffnen abgespeicherter Logs mit Excel

Direktes Öffnen der Datei mit Excel erkennt die Datei als ASCII-Datei und verhindert, dass die Daten in Spalten sortiert werden. Man kann aber auch erst Excel öffnen und wird dann durch einen Dialog geführt, bei dem ihr das Semikolon als Trennzeichen angeben müsst. Besser ist es, die Dateiendung von *.txt in *.csv umzubenennen (Warnungen ignorieren) oder gleich die Endung *.csv beim Abspeichern zu verwenden. Dann wird sie gleich als Excel-CSV-Datei erkannt und sieht schon gleich übersichtlicher aus.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Found 1 device(s):						
2	0: Generic, RTL2832U, SN: 77771111153705700						
3							
4	Using device 0: Generic RTL2832U						
5	Found Rafael Micro R820T tuner						
6	Exact sample rate is: 250000.000414 Hz						
7	[R82XX] PLL not locked!						
8	Sampling at 250000 S/s.						
9	Tuned to 150130000 Hz.						
10	Tuner gain set to 8.70 dB.						
11	Reading samples in async mode...						
12	Also sending data to SQL Server at 127.0.0.1.						
13	Ignoring signals shorter than 0.010000 and longer than 0.040000						
14	Will print timestamp every 1500000 transforms						
15	2019-07-15 18:53:24.301865301						
16	timestamp	samples	duration	signal_freq	signal_bw	max_signal	noise
17	2019-07-15 18:53:26.295465173	10064	0.0192	75668.10156	3125	56.523014	-65.213387
18	2019-07-15 18:53:27.297065237	15072	0.0192	75729.17188	3750	56.699501	-65.213387
19	2019-07-15 18:53:28.298665237	20080	0.0192	75668.10156	3125	56.386253	-65.213387
20	2019-07-15 18:53:29.300265045	25104	0.0224	75852.27344	4375	56.668381	-65.213387
21	2019-07-15 18:53:30.301865301	30112	0.0224	75776.50781	3750	56.745827	-65.213387
22	2019-07-15 18:53:31.306665144	35120	0.0192	75814.39063	4375	56.430981	-65.213387
23	2019-07-15 18:53:32.308265409	40128	0.0192	75806.45313	4375	56.414204	-65.213387
24	2019-07-15 18:53:33.306665144	45136	0.0224	75871.21094	4375	56.677795	-65.213387
25	2019-07-15 18:53:34.308265409	50128	0.0192	75668.10156	3125	56.554314	-65.213387
26	2019-07-15 18:53:35.309864721	55136	0.0192	75668.10156	3125	56.609772	-65.213387
27	2019-07-15 18:53:36.311464987	60144	0.0192	75839.84375	3750	56.4771	-65.213387
28	2019-07-15 18:53:37.313065252	65152	0.0192	75742.1875	3750	57.266403	-65.213387

Natürlich ist die Tabelle viel länger als hier dargestellt. Oben in der Tabelle seht ihr den Header mit den Aufnahmebedingungen. Als Bezugsfrequenz für die Frequenzangabe in der Tabelle dient die Mittenfrequenz in Zeile 9.

timestamp = Zeitstempel

samples = Abtastpunkte

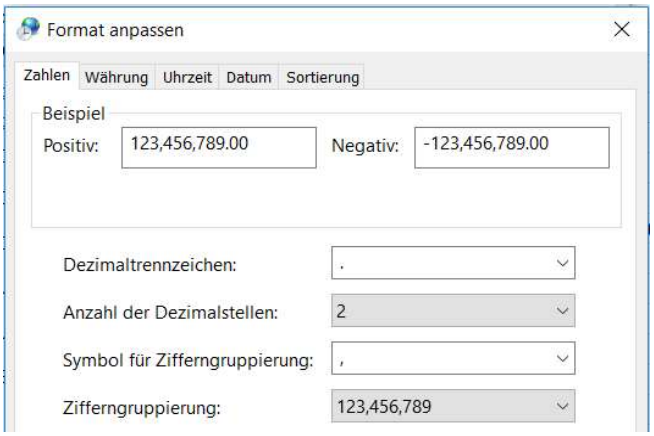
duration = Signaldauer in s

signal_freq = Abweichung des detektierten Signals von der Mittenfrequenz in Hz

signal_bw = Bandbreite des Signals

max_signal = Signalstärke

noise = Rauschhintergrund (Noise Level)



Sollte die Tabelle nicht so aussehen wie oben und die Zahlenwerte in ganz anderen Größenordnungen dargestellt werden, dann überprüft bitte das Zahlenformat in euren Windows-Ländereinstellungen. Dezimaltrennzeichen sollte ein Punkt und das Symbol für die Zifferngruppierung ein Komma sein.

5. Datenanalyse

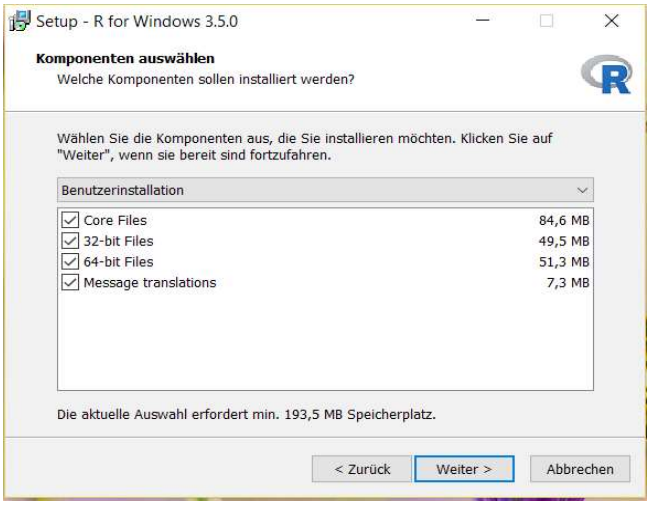
Das Datenaufkommen einer ganzen Beobachtungsnacht lässt sich mit Excel schlecht auswerten, es sei denn, man ist ein Ass in der Makro-Programmierung. Um die Spreu (Datenmüll und Fremdsignale) von den Signalen der gesuchten Telemetriesender zu trennen, bedarf es etwas komfortablerer Analysetools.

Wir benutzen die Datenanalyse-Software „R“ die frei verfügbar ist. Die Installation benötigt allerdings eine Internetverbindung und etwas Geduld, weil während der Installation weitere Programmmodule und Bibliotheken heruntergeladen werden. Wo ihr die Installationsdatei für „R“ herunterladen könnt, steht in Kap. 2.3.

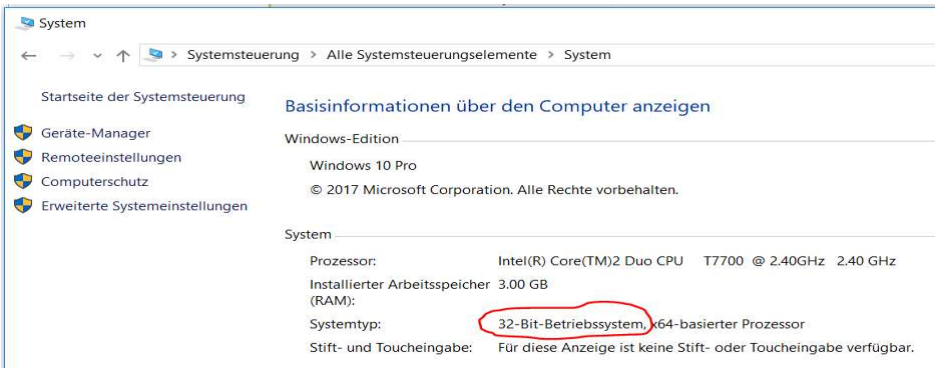
Zuvor müsst ihr aber noch die Analysis Web App, die sich in der Datei *logger_app-master.zip* verbirgt, auspacken. Diese legt ein Verzeichnis *logger_app-master* an, in dem sich die App zur Datenauswertung befindet. Auch den Link zum Downlod dieser datei findet Ihr in Kap. 2.3.

5.1. Installation des Programms „R“

Die zum Aktualisierungsdatum dieses Tutorials neueste Version ist 3.6.1. Wer bereits R installiert hat und eine Version älter als 3.5.3 hat, dem empfehle ich eine komplette Neuinstallation auf die aktuellste Version. Bei der Installation können getrost die vorgeschlagenen Standardeinstellungen bestätigt werden. Lediglich bei dem Punkt *Komponenten auswählen* hat man die Wahl zwischen der 32-bit und der 64-bit-Version.



Diese sollte man entsprechend seinem Betriebssystem auswählen. Das aktuelle Win10 kommt durchgehend mit 64bit daher. Ältere Win7-Versionen und deren Upgrade auf Win10 können schon mal 32bit haben. Herausbekommen kann man das über die Windows-Systemsteuerung:

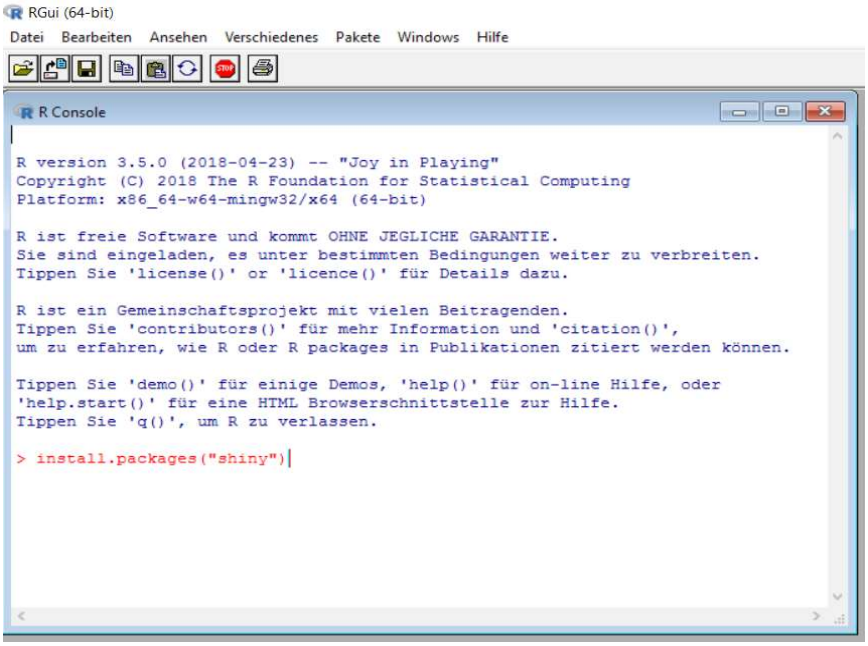


Wenn ihr euch unsicher seid und später nachsehen wollt, lasst beide Häkchen stehen – dann werden beide Versionen installiert.

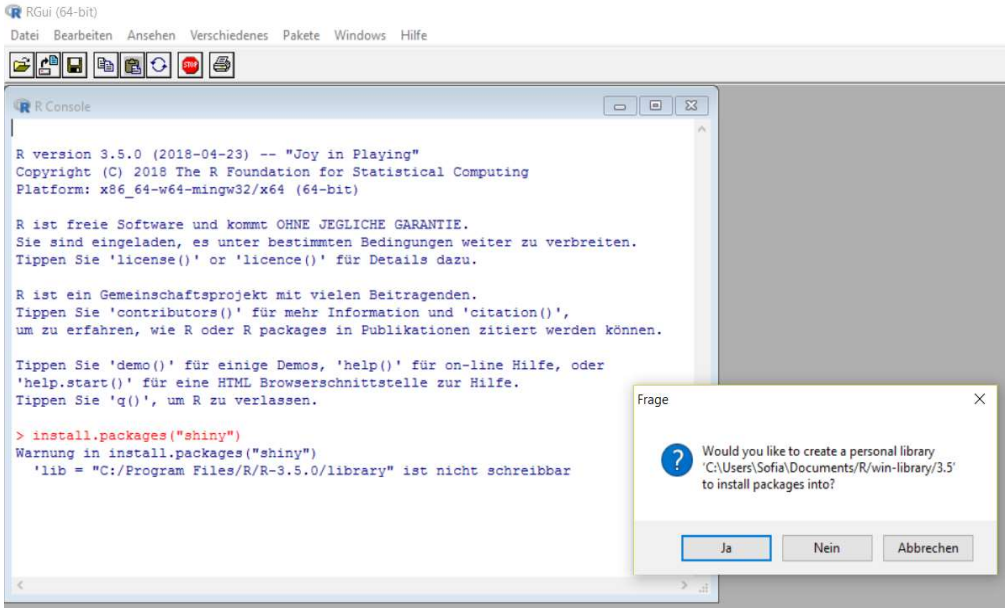
Wenn die Installation abgeschlossen ist, dürft Ihr das Programm durch anklicken des zugehörigen Icons starten.

Aber zu früh gefreut – jetzt fängt die eigentliche Installation erst an.

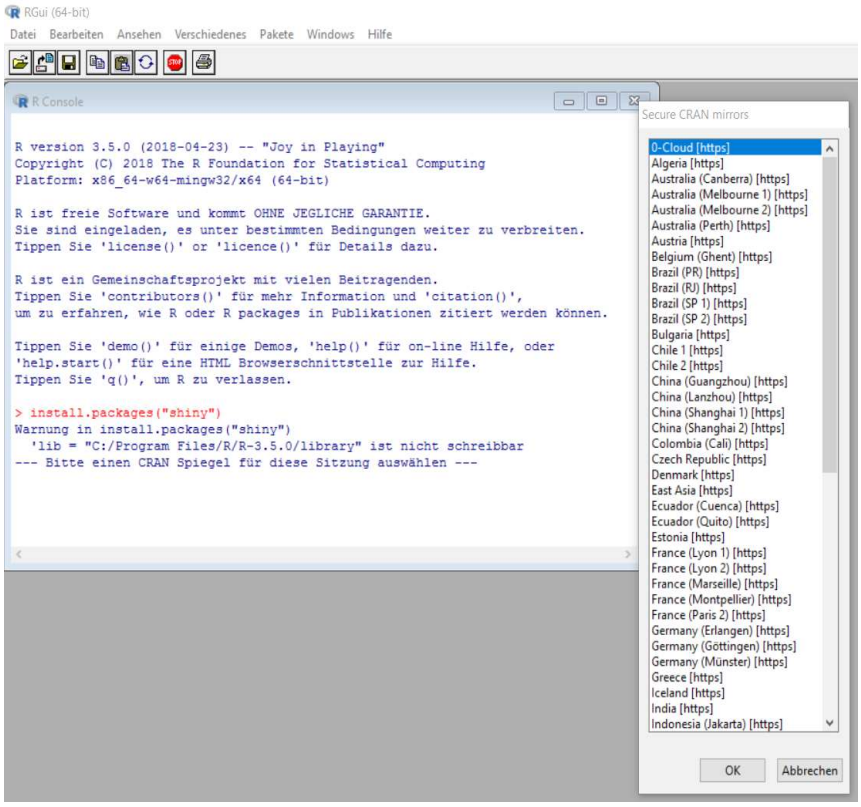
Hinter dem Cursor jetzt *install.packages("shiny")* eingeben.



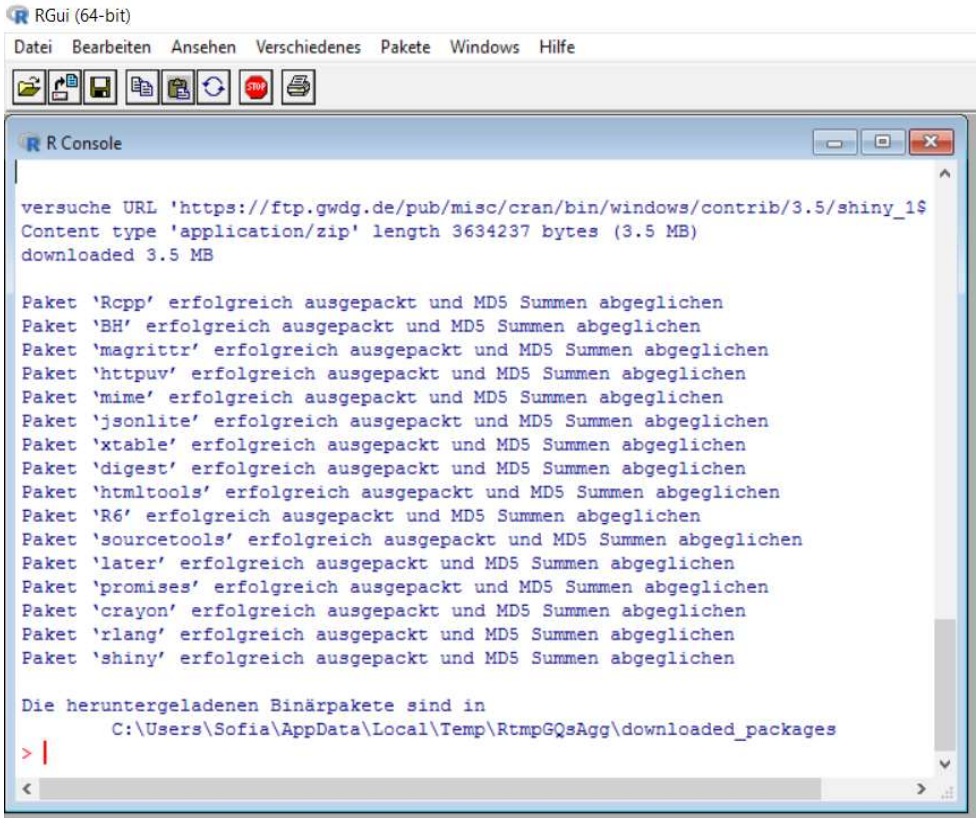
Auch hier nicht verunsichern lassen – immer das Vorgeschlagene akzeptieren. Und weiter....



Hier kann man einen Server in seiner Nähe zum Download der restlichen Daten auswählen – in der Hoffnung, dass es auf kurzen Wegen schneller geht. Und weiter...



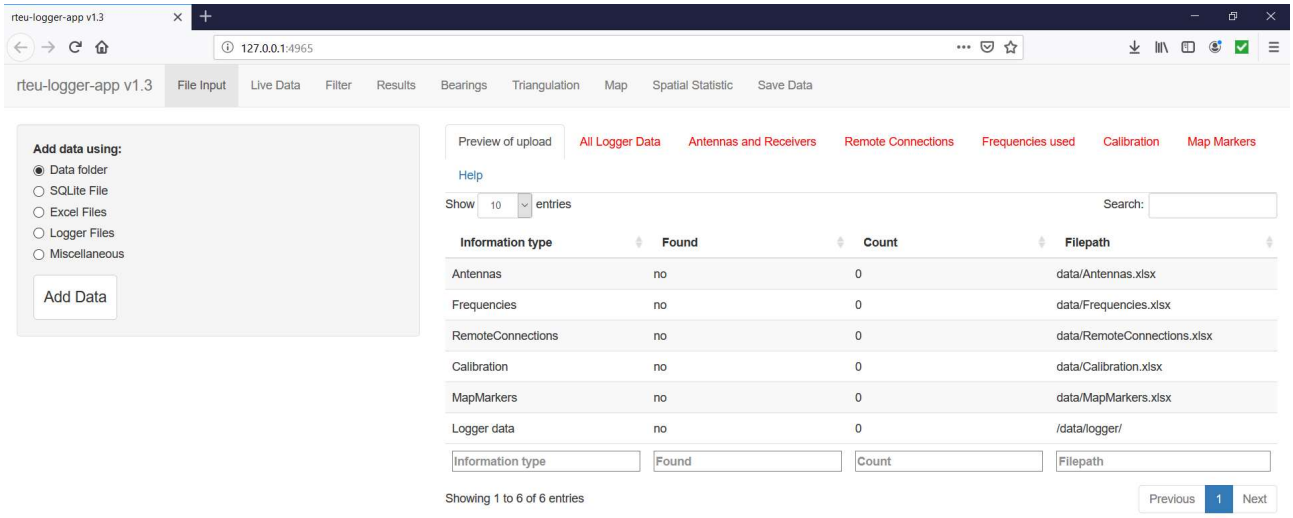
Jetzt etwas Geduld. Wenn ihr bei der folgenden Anzeige angekommen seid, ist die erste Hürde geschafft.



Jetzt bitte am Cursor diese beiden Befehle eingeben.

```
> library("shiny")
> runGitHub("radiotrackingeu/logger_app")
```

Jetzt spult sich ein neuer, letzter Installationsmarathon ab, bis sich euer Browser mit der Web-Applikation öffnet. Geschafft!

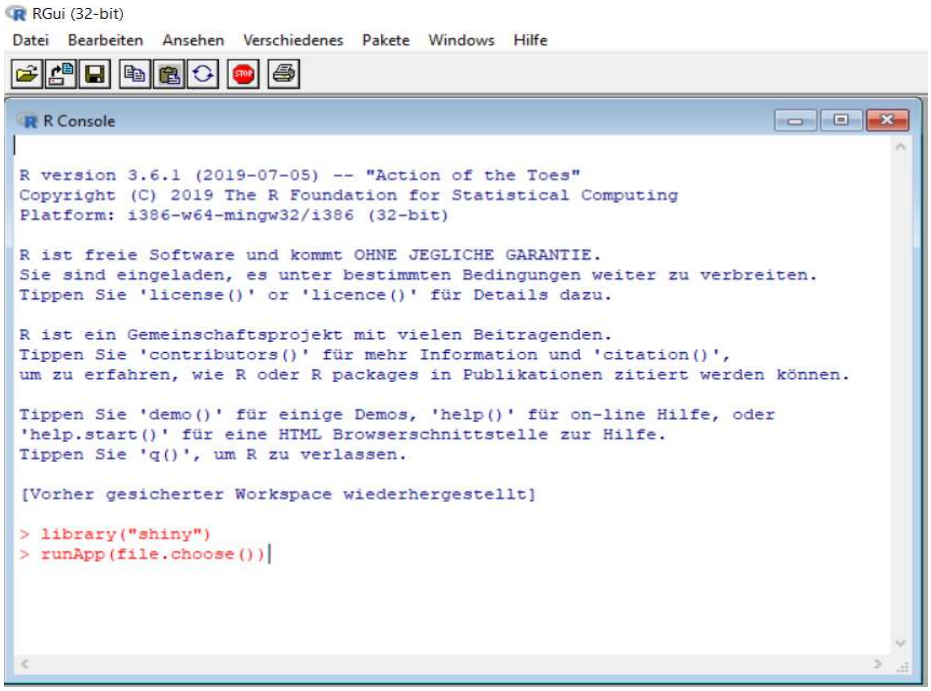


Keine Angst, bei der nächsten Start der App geht es ganz fix – alle benötigten Programmroutinen sind ja schon auf der Festplatte. Wenn ihr die App jetzt noch nicht ausprobieren wollt, könnt ihr sie schließen und das Programm *R* mit der Stop-Taste anhalten und ebenfalls schließen.

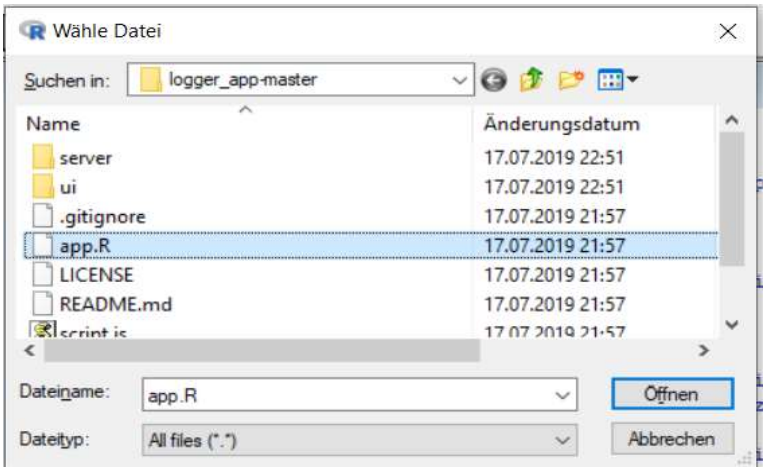
5.2. Erneuter Start von „R“ und der Logger App

Wie beim ersten Mal startet ihr R über das bekannte Icon

Jetzt könne n wir die Logger App „offline“ starten, d. h. Dafür ist keine Internetverbingung notwendig.

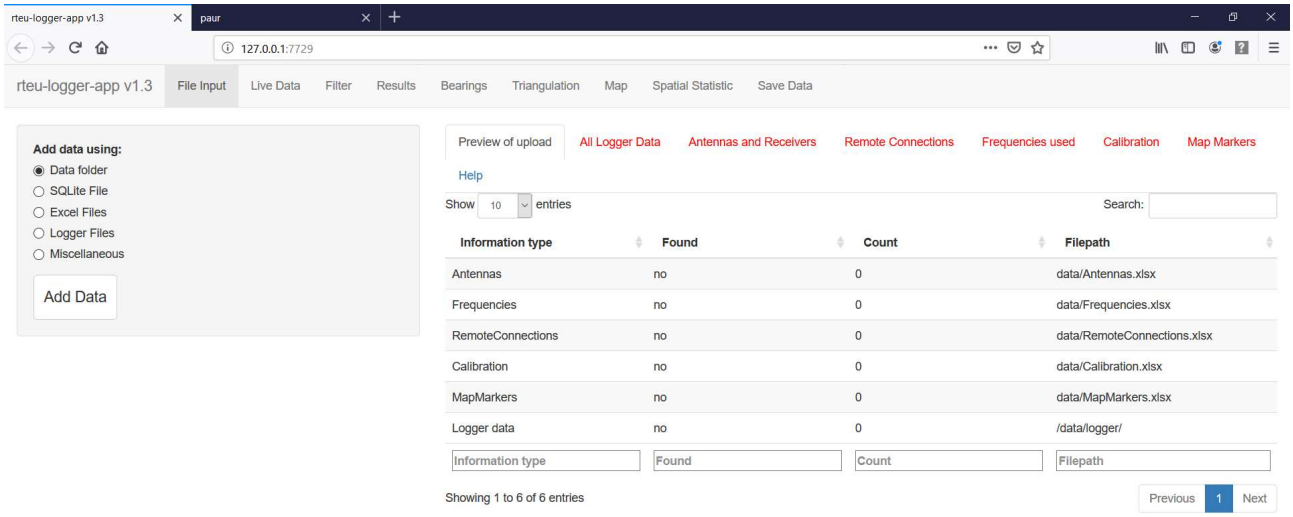


Beim Öffnen erscheint das obige Fenster, in welchem Ihr hinter dem Cursor > die Befehle *library("shiny")* und *runApp(file.choose())* eingebt. Nun erscheint ein Auswahlmenü, in dem ihr die Datei *app.R* aus dem Verzeichnis *logger_app-master* auswählt und auf *öffnen* klickt.



Vorsicht! Im „Lieferumfang“ von „R“ befindet sich auch einen Beispieldatei mit gleichem Namen. Nicht verwechseln!

Nun sollte sich wieder euer Browser mit der Logger-Web-Applikation öffnen.

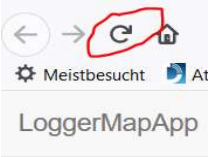


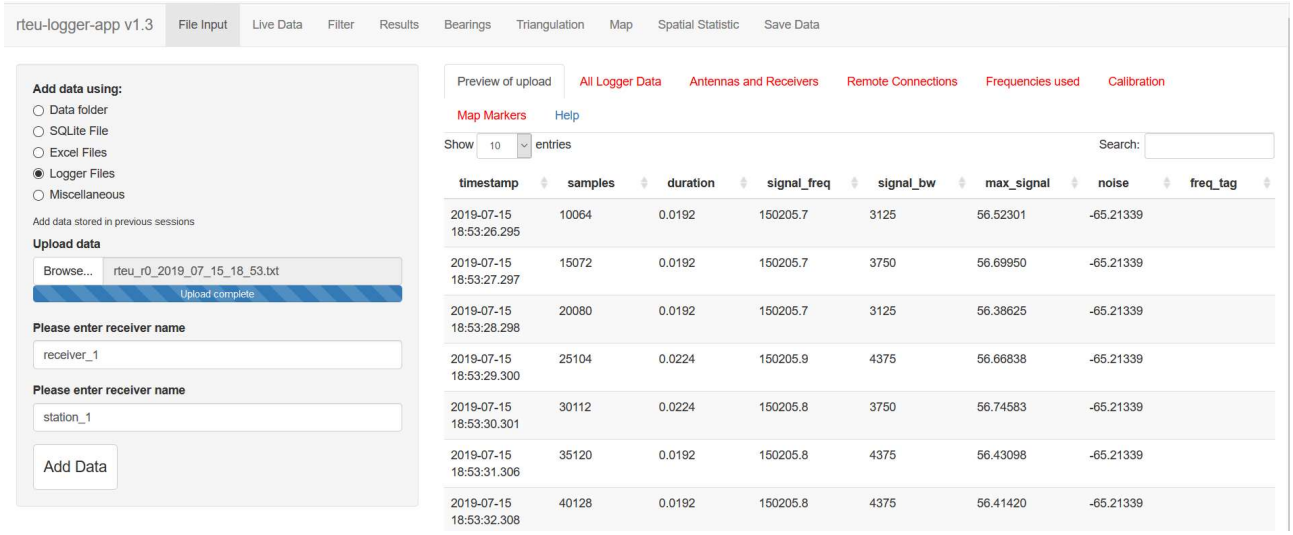
Öffnet sich diese nicht, dann„R“ mit dem Stop-Button anhalten, schließen, den Browser aufrufen und die Prozedur noch mal von vorne.

Add Data using: Da wir noch nicht mit der Datenbank arbeiten , wählen wir ***Logger Files*** aus.

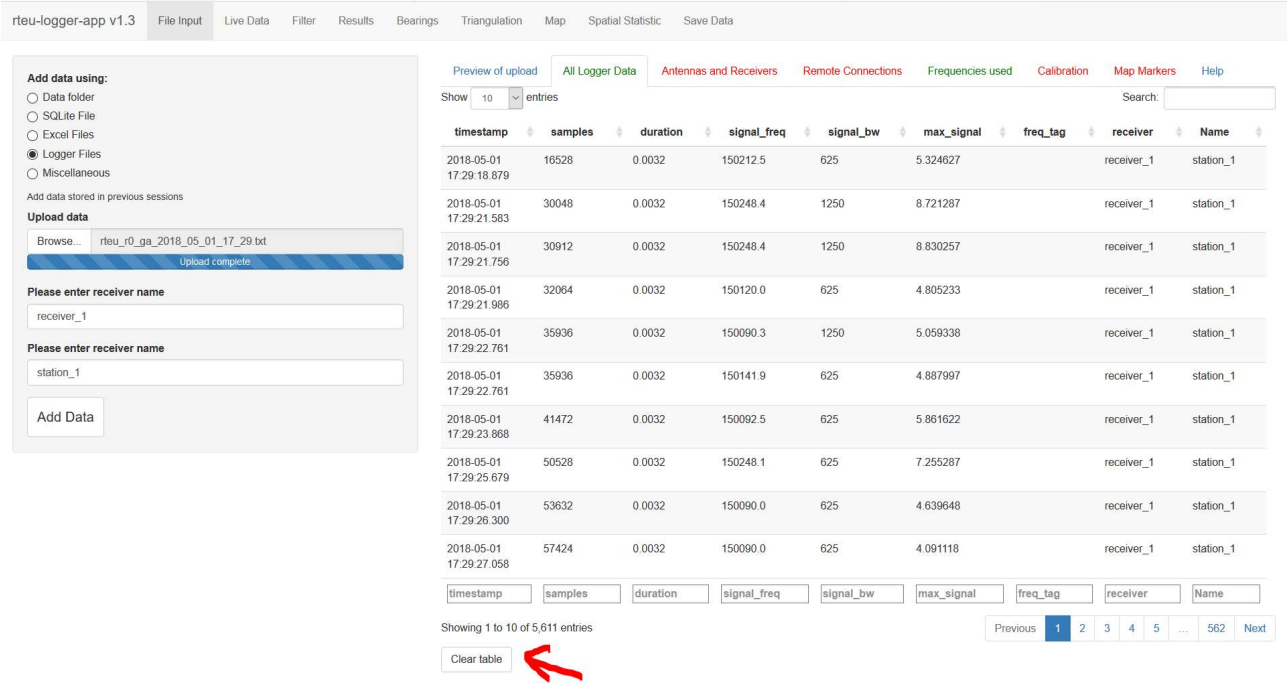
Logger Data: Hier wählen mit ***Browse***... den zu analysierenden Datensatz aus. Hier ist es übrigens egal, ob dieser auf *.txt oder *.csv endet. Nun sollten die Daten auf der rechten Seite auf der Karteikarte ***Preview of upload*** auftauchen.

Hat man die falsche Datei gewählt, muss man die Seite nur noch mal neu laden und alles ist wieder gelöscht.





Dies ist nur die Voransicht. Um die Daten endgültig zu übernehmen, die Karte ***All Logger Data*** anklicken und den Button ***Add Data*** drücken. Jetzt erst sind die Daten für die Filterung zugänglich.

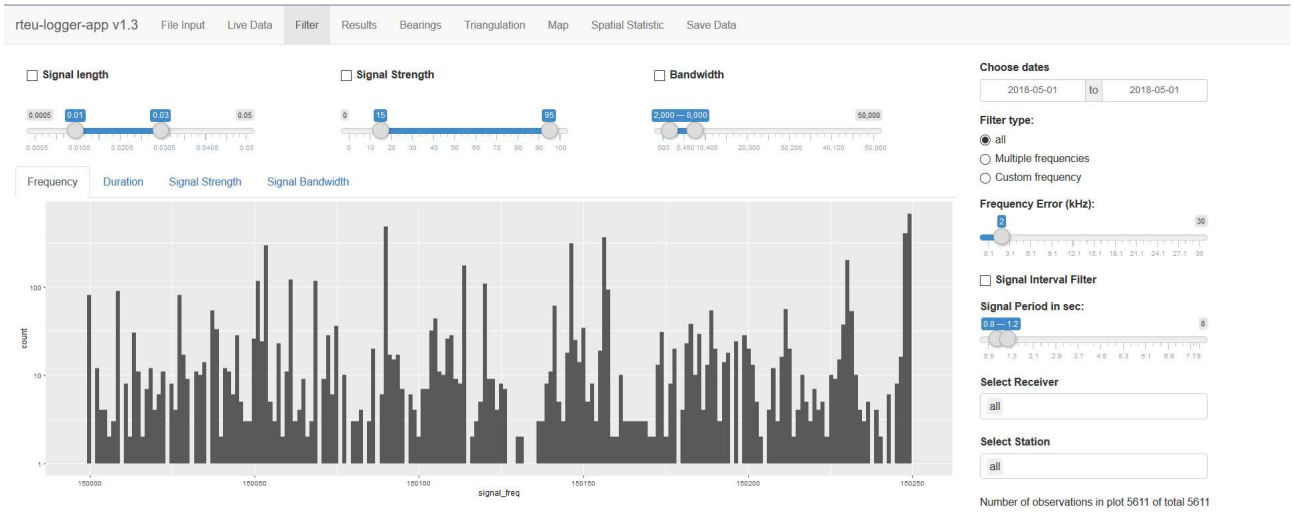


Wurden falsche Daten geladen, kann man diese mit dem Button ***Clear table*** löschen und die Daten neu laden.

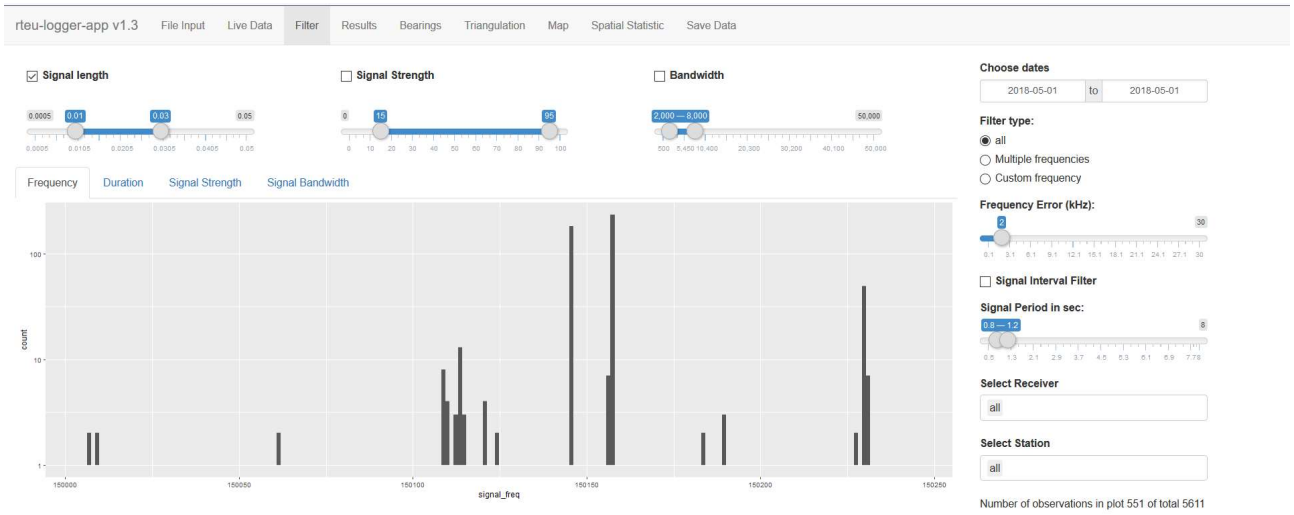
5.3. Beispiel für eine Datenanalyse

Die in diesem Beispiel verwendeten Daten wurden mit Dummy-Sendern erzeugt. Also nicht über die Uhrzeiten wundern, Fledermäuse fliegen natürlich nachts.

Ich habe einen Datensatz *rteu_r0_ga_2018_05_01_17_29.txt.* Wenn ich diesen Datensatz lade (*Add* nicht vergessen!) und wechsle dann auf die ***Filter***-Seite, ergibt sich folgendes „unaufgeräumte Bild“:



Auf vielen Frequenzen spielt sich offenbar etwas ab, aber was ist für uns interessant? Wir wissen, dass die Markierungssender mit Impulslängen zwischen 10 und 30 msec arbeiten. Also setzen wir den Schieber bei *Signal length* so, dass nur Impulslängen zwischen 0.01 und 0.03 sec herausgefiltert werden. Damit der Filter auch angewendet wird, muss in dem Kästchen davor noch ein Haken gesetzt werden.



Das sieht schon übersichtlicher aus.

Anmerkung: Ein solcher Filter kann aber auch schon bei der Datenaufnahme gesetzt werden. (s. Kap. 4.1.3 Detection Settings)

Mit den Filtern ***Signal Strength*** und ***Signal Bandwidth*** könne auch der Bereich der Signalstärke und die Bandbreite als Filterfunktion genutzt werden. Dies ist aber meist gar nicht notwendig, wenn wir Frequenz und Impulslänge kennen.

Bitte den *Signal Interval Filter* nicht anwenden. Hier gibt es offenbar noch ein Skalierungsproblem, dass in den nächsten Versionen behoben werden soll.

Wechseln wir von der Filter-Seite auf die Results-Seite, und wählen bei ***Choose Plot*** die Darstellung T***ime-Strength-Receiver-Station,*** erhalten wird den zeitlichen Verlauf der Signalstärke der so herausgefilterten Signale.

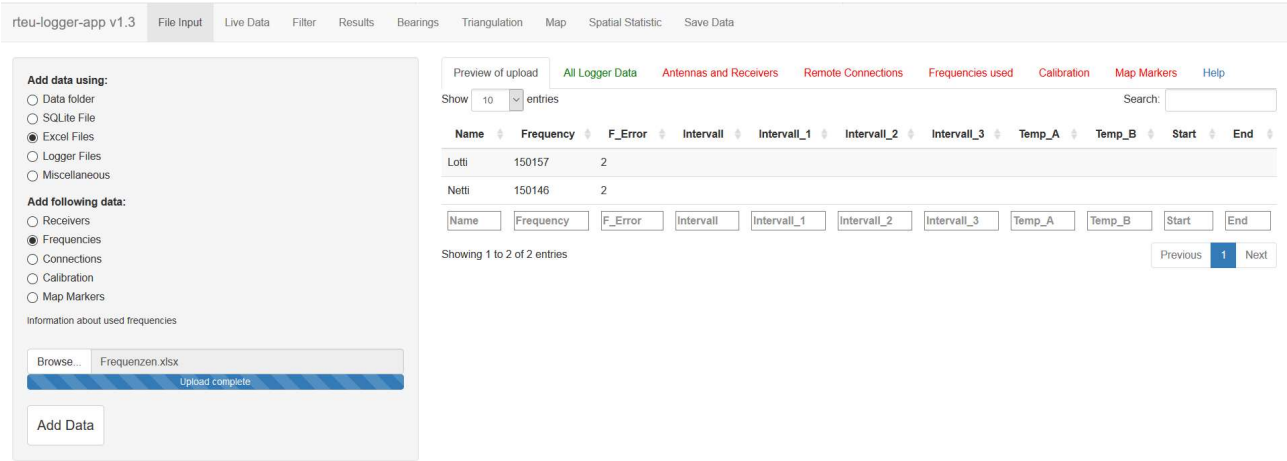
Des weiteren wissen wir, dass die 2 gesuchten Fledermäuse auf den Frequenzen 150.157 Mhz und 150.146 Mhz besendert wurden. Wir schreiben also mit Excel oder einem anderen Tabellenkalkulationsprogramm eine XLSX-Datei mit untenstehenden Einträgen.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	**Name**	**Frequency**	**F_Error**	**Intervall**	**Intervall_1**	**Intervall_2**	**Intervall_3**	**Temp_A**	**Temp_B**	**Start**	**End**
2	Lotti	150157	2								
3	Netti	150146	2								
4											

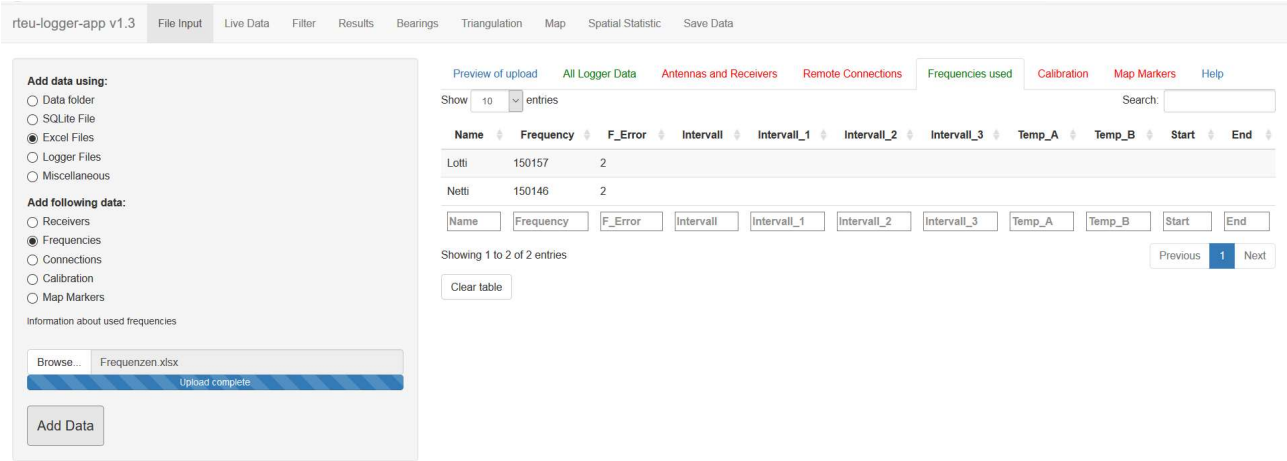
In der Spalte *Name* können wir den Sender benennen, in der Spalte *Frequenc*y wird die Frequenz in kHz eingegeben, in der Spalte *F_Error* geben wir die zulässige Abweichung der Frequenz in +/- kHz ein. Da die Frequenz der Sender temperatur- und spannungsbedingt schwanken kann, setzen wir den zulässigen *F_Error* auf +/- 2 kHz.Auf die Bedeutung der anderen Spalten werde ich in zukünftigen Versionen des Tutorials eingehen.

An dieser Stelle ist es wichtig, den eventuellen Frequenzversatz seines Empfängersticks zu kennen. Man korrigiert die Frequenz entsprechend in der Excel -Tabelle oder editiert im Logger-file die Mittenfrequenz bevor man ihn in das Auswertungstool lädt. (siehe auch unter FAQs). Wenn man sich diesbezüglich unsicher ist sollte man am Anfang der *F_Error* etwas größer wählen, z.B. +/- 5 kHz

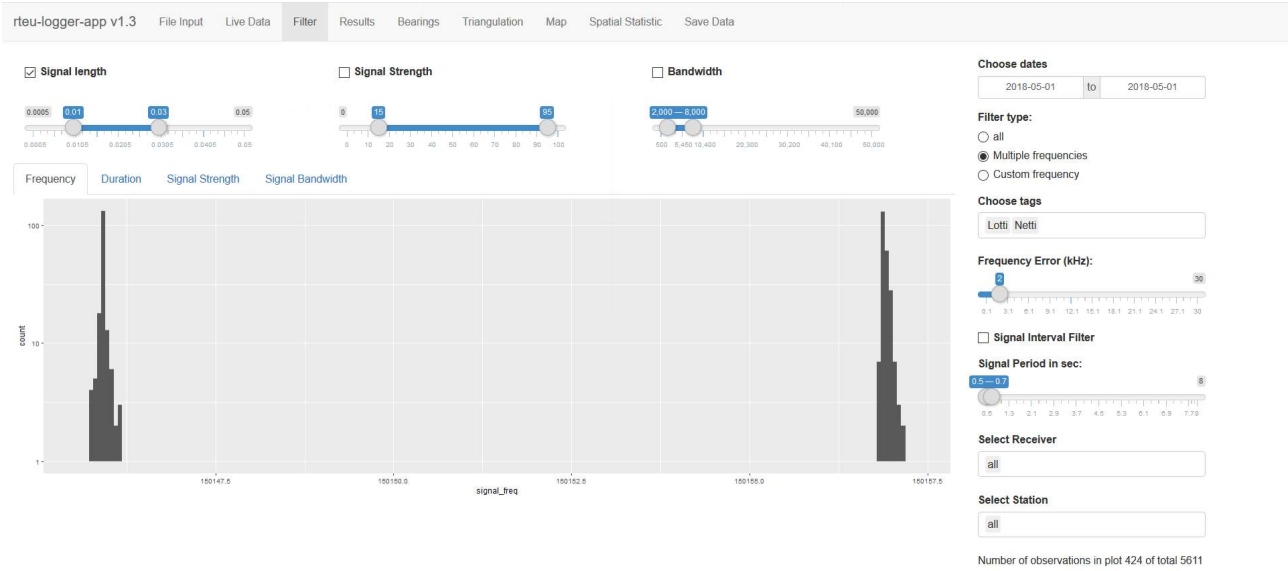
Wir wechseln nun wieder auf die Seite ***File Input.*** Da die Frequenzinformation als Excel(XLSX)-Datei vorliegt, wählen wir bei ***Add data using*** den Typ ***Excel Files*** und da es sich um Frequenzdaten handelt, bei ***Add following file***s den Datentyp ***Frequencies*** aus . Mit ***Browse*** suchen wir unseren Excel-File mit den Frequenzangaben (hier: *Frequenzen.xlsx*)



Auf der Karteikarte ***Preview of upload*** sehen wir eine Vorschau der Frequenzen. Nun klicken wir auf die Karte ***Frequencies used*** und den Button ***Add Data*** um die Frequenzen endgültig zu laden.

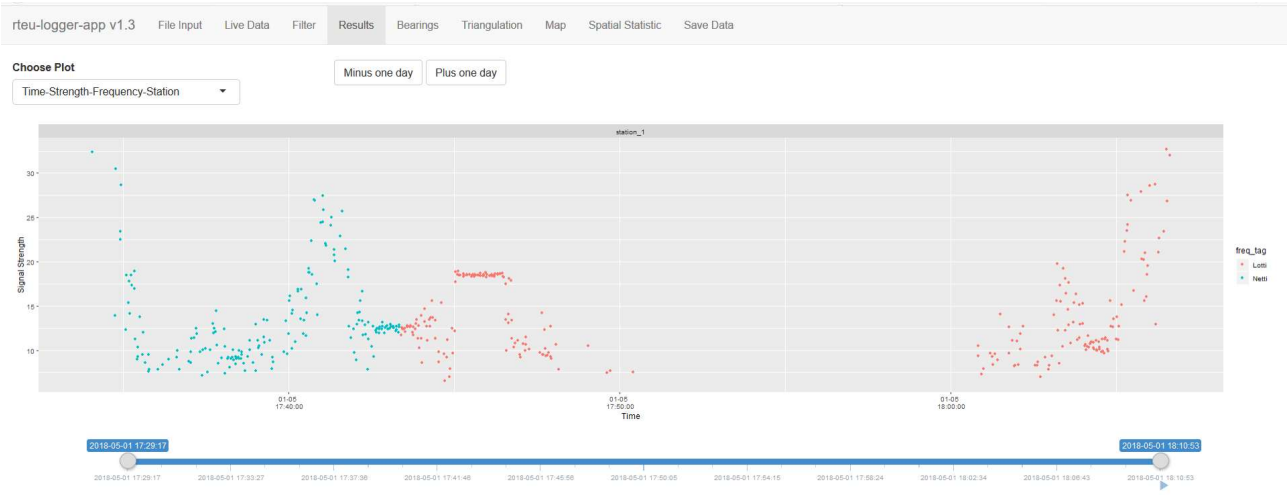


Nun können wir wieder auf die Filter-Seite wechseln und als ***Filter type*** den Filter Multiple frequencies wählen. Nun sehen wir nur noch diese beiden Frequenzen.



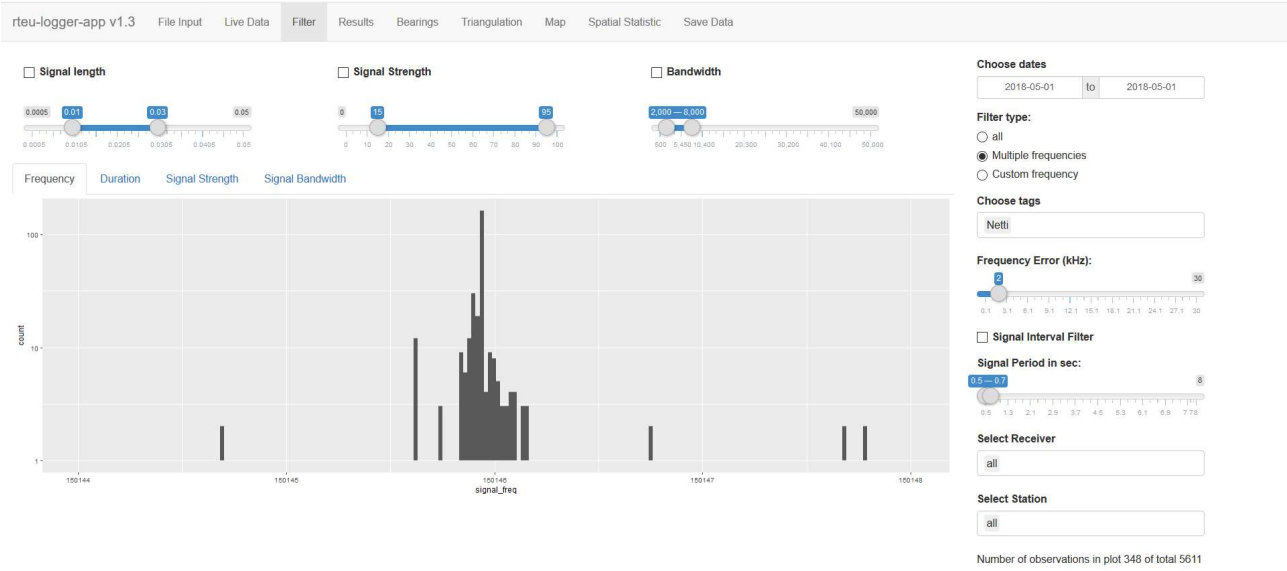
Neben der Auswahl mehrere Frequenzen anhand der xlsx-Tabelle, lasst sich oben rechts bei Auswahl von ***Custom frequency*** eine einzelne „Wunschfrequenz“ eingeben.

Wechselt man nun auf die Results-Seite und wählt mit ***Choose plot*** die Darstellung ***Time-Strength-Frequency-Station***, so sieht man wieder den Signalstärkenverlauf, aber nun bekommt jeder Sender (Frequenz) seine eigene Farbe.



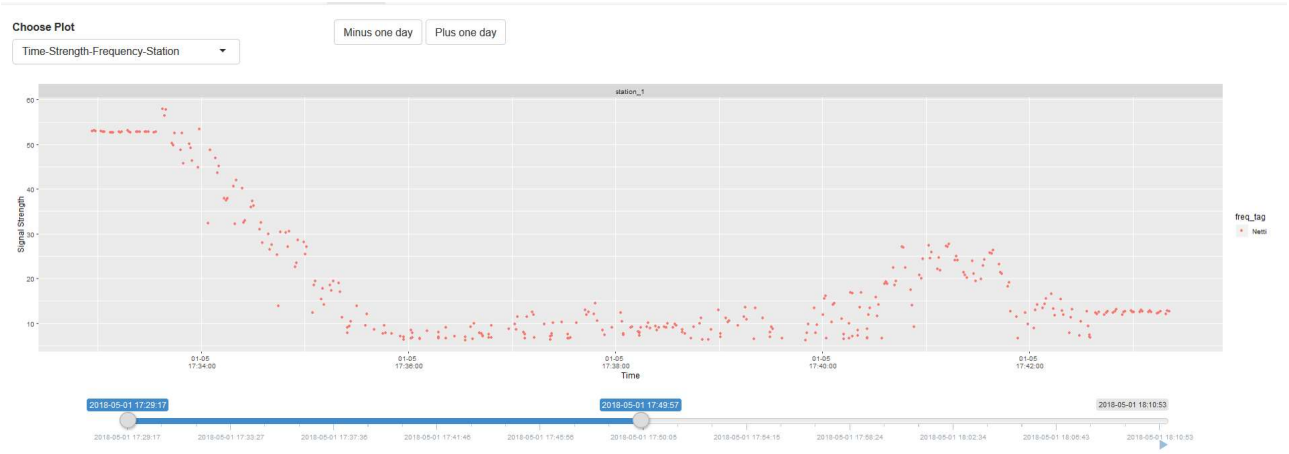
Man sieht also deutlich, dass beide Sender zu unterschiedliche Zeiten empfangen worden sind. Anhand der Spitzen im Diagramm, lassen sich nun die unterschiedlichen Zeiten des „Vorbeiflugs“ beider Sender gut erkennen.

Wechsle ich nun wieder auf die Filter-Seite, kann bei Choose Tags meine Sender selektieren, indem ich beispielsweise durch Anklicken von „Lotti“ und Drücken der Entf-Taste das Signal bei 150157 kHz ausblende und nur noch das Sinal von „Netti“ bei 150146 kHz sehe.



Wechselt man nun auf die Results-Seite und wählt mit ***Choose plot*** die Darstellung ***Time-Strength-Frequency-Station***, so sieht man wieder den Signalstärkenverlauf, aber nur von Sender „Netti“

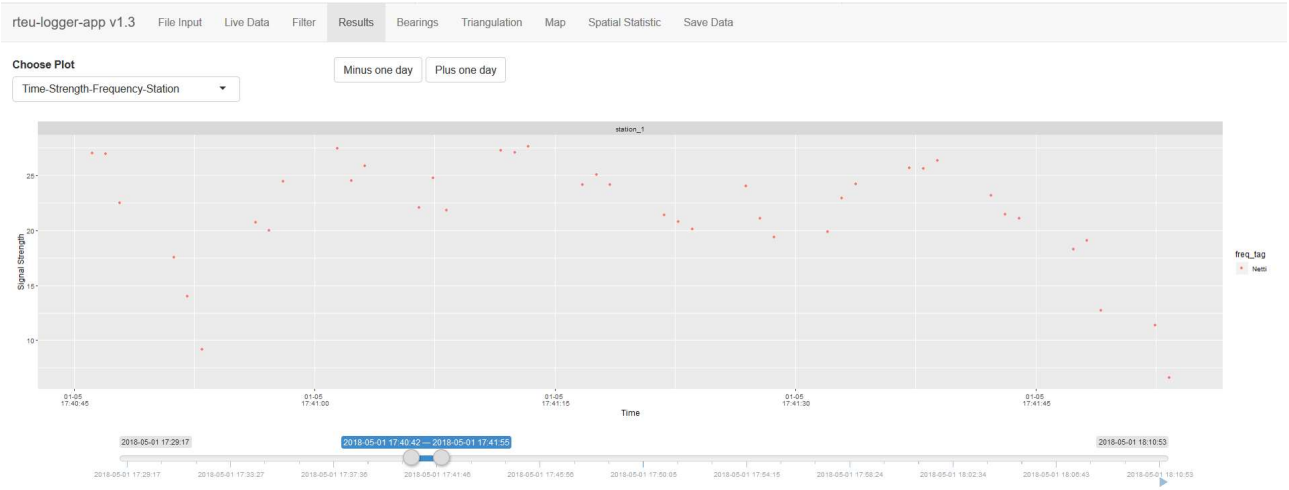
Mit dem blauen „Zeitschieber“ am unteren rand kann ich mir nun einen bestimmten Zeitabschnitt herauszoomen, in dem ich das Signal auf Plausibilität prüfen möchte



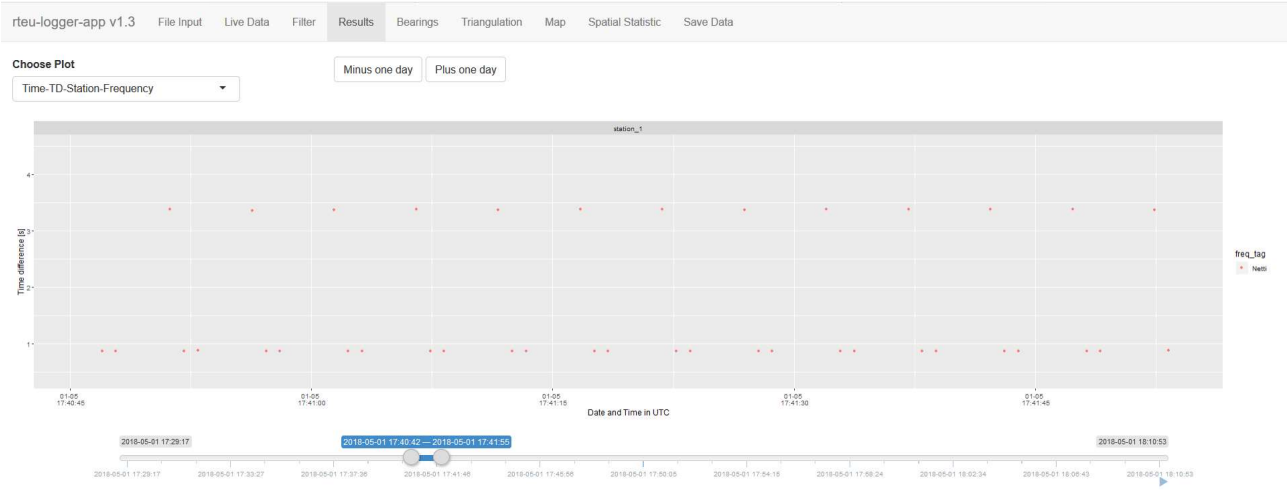
5.4. Plausibilitätsprüfung

Die für das Projekt „Fledermauszug Deutschland“ eingesetzten Sender haben neben der spezifischen Frequenz eine spezielle Kennung. Sie senden wiederholend 3 Impulse gefolgt von einer kurzen Pause. Im Morsealphabet entspricht dies dem Buchstaben S. Diese Signatur müsste sich aus der Graphik erkennen lassen.

Dazu grenzen wir mit dem untersten blauen Zeitschieber Date & Time den Zeitraum auf einen Bereich ein, wo Signale die Signale gut zu beobachten sind, z. B. Hier das Maximum zwischen 17:41 und 17:42.

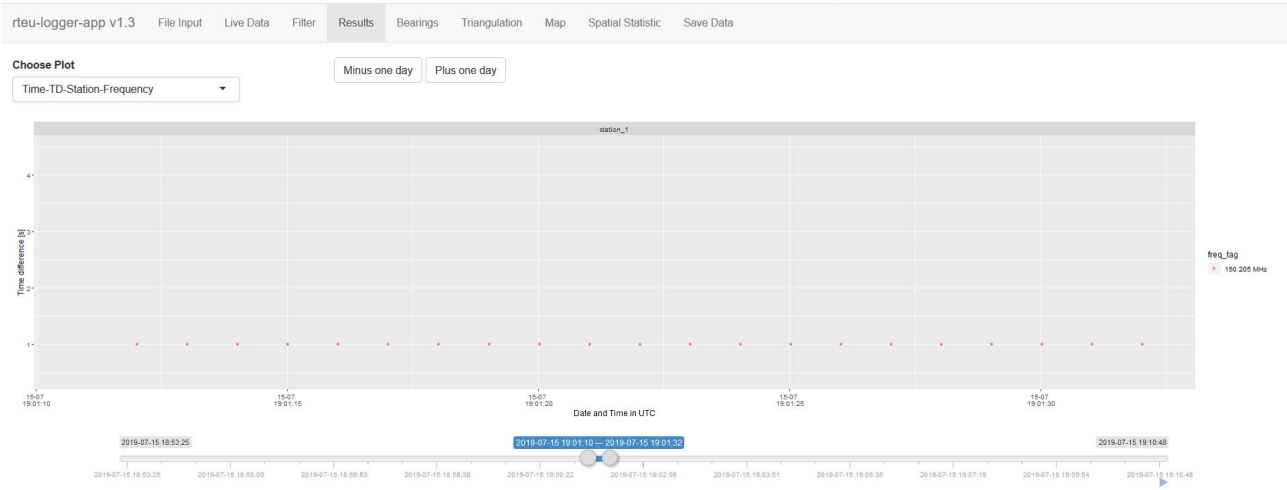


Das Sich das Dreier-Muster so nur schlecht erkennen lässt, schalten wir bei ***Choose Plot*** die Darstellung ***Time-TD-Station-Frequency.*** Dies ist ein sogenannter Time Difference (TD-)Plot, der die Zeitunterschiede (Signalabstände) zwischen den Impulesen darstellt. Ein 3-Punkt-Signal (wie das Morsezeichen S) besteht, wenn es mehrmals hintereinander gesendet wird, immer aus 2 kurzen und einer längeren Pause zwischen den Signalen. Schauen wir uns das Ganze also im TD Plot an.



Hier lässt sich das Muster aus je zwei zwei kurzen Pausen von 0.8s (unten) und einer längeren Pause von 3.4s(oben) gut erkennen. Wenn Datenpunkte „verschluckt“ werden, resultiert das natürlich in längeren Pausen, die dann als Punkte noch weiter oben angezeigt werden. **Wer so ein Muster erkennt (oder im Zweifel darüber ist) schickt seine Datei an** *fledermauszug@radio-tracking.eu***.** Dort werden wir die Daten nochmals einer exakten Analyse unterziehen und mit den uns bekannten Sender-Signaturen vergleichen.

Im Vergleich dazu hier das Signal eines 1-Punkt-senders, der kontinuierlich mit gleichem Punktabstand von 1s sendet.

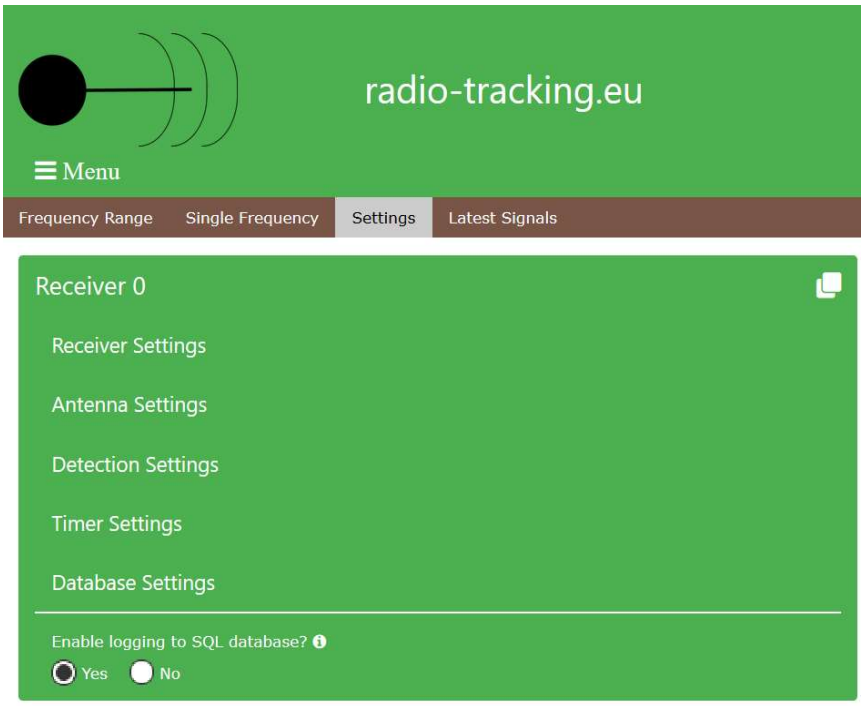


5.5. Datenbank

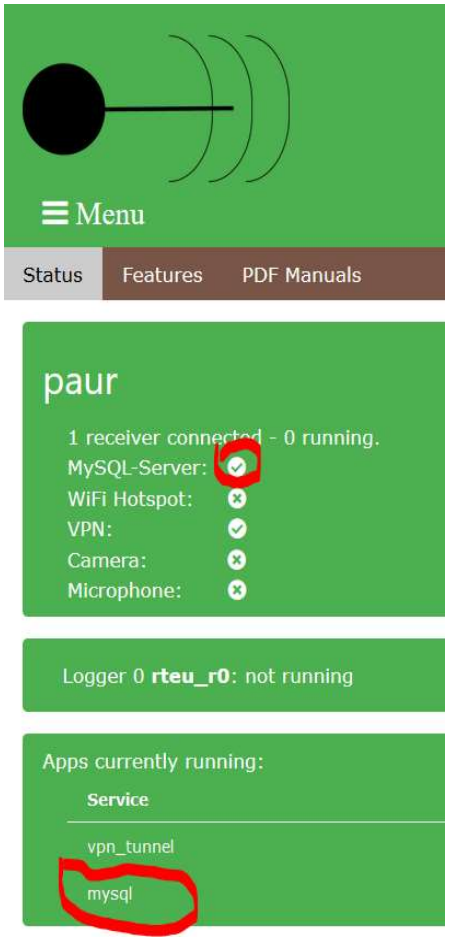
Im Gegensatz zum dateibasierten Arbeiten kann beim Arbeiten mit der Datenbank in Echtzeit verfolgt werden, wie sich der Datenbestand füllt und verändert. Die Datenbank befindet sich schon auf dem Raspberry Pi und muss nicht erst installiert werden.

Zur Benutzung der Datenbank muss diese erst gestartet werden.

Menu → Radio → Logger → Settings → Database Settings

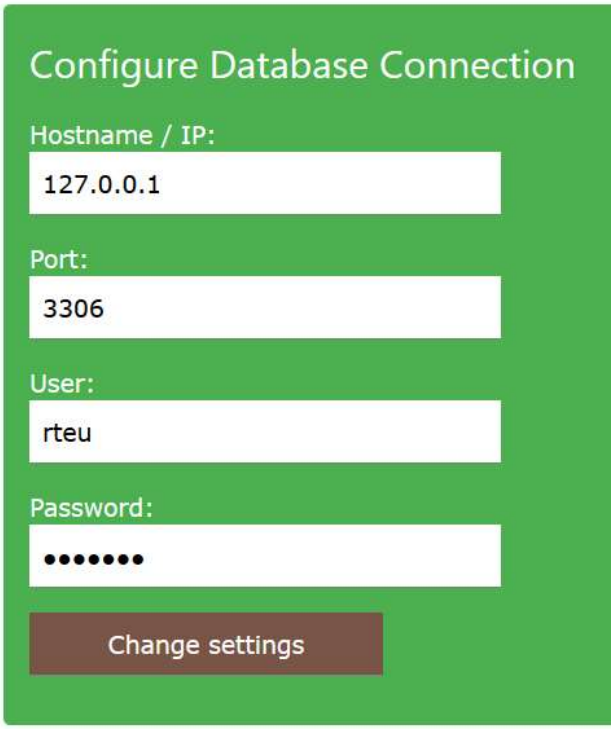


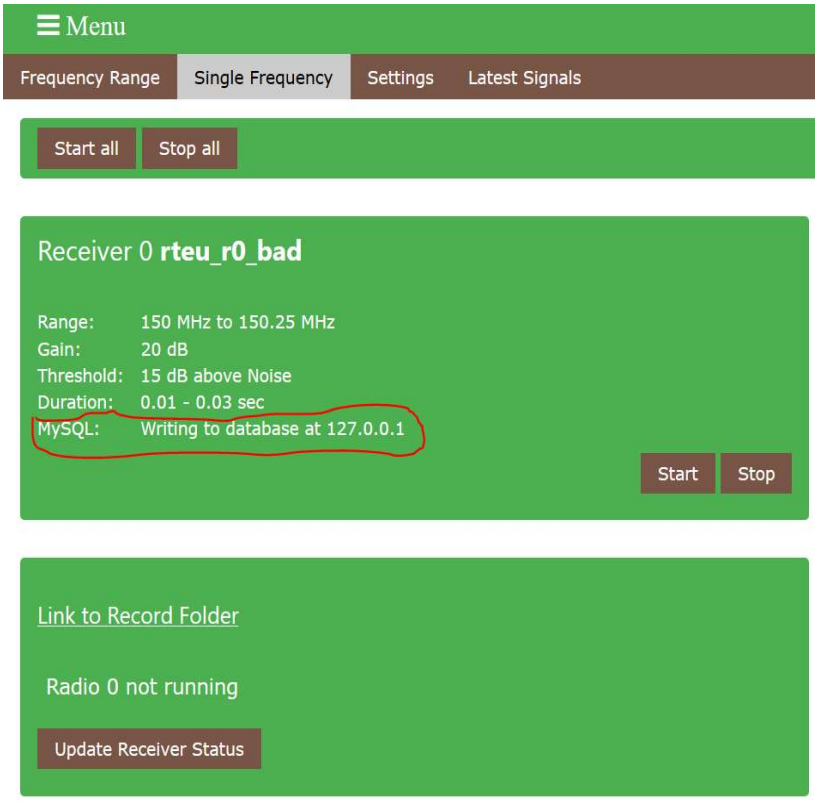
Enable logging to SQL database*?** muss auf *Yes* gesetzt werden. Anschließend nicht vergessen auf ***Change Settings zu klicken. Beim jedem Booten des Pi wird dann auch die Datenbank aktiv. Ob die Datenbank aktiv ist, lässt sich auf ***Menu → Home → Status*** erkennen.



Zum Aufräumen der Datenbank kann die Funktion ***Menü → Data → Database → Database Cle*anup** verwendet werden.

Die restliche Konfigurationseinstellungen der Datenbank bitte beibehalten, da diese auch in der Analyse-Webapplikation hinterlegt sind und sich diese sonst nicht mit der Datenbank verbinden kann.



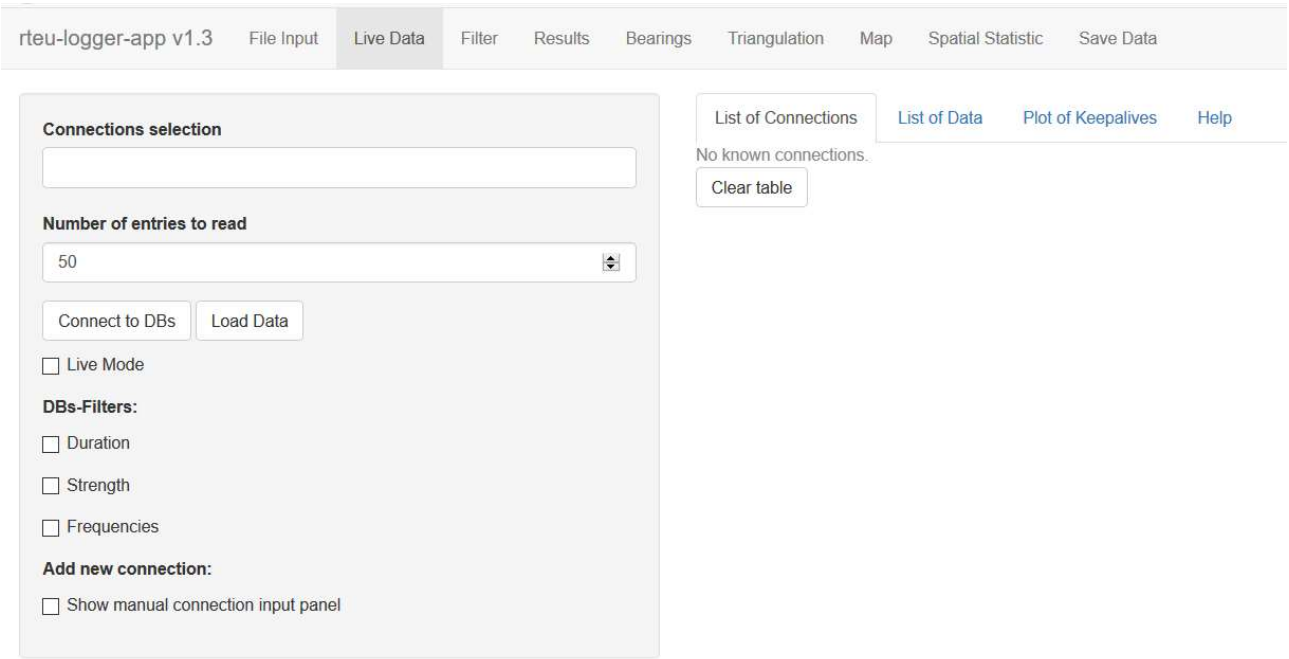


Nach klicken auf **Update Receiver Status** und nochmal **Frequency Range** , sollte angezeigt werden, dass der Logger läuft und **Radio 0 running** sollte rot hinterlegt sein.

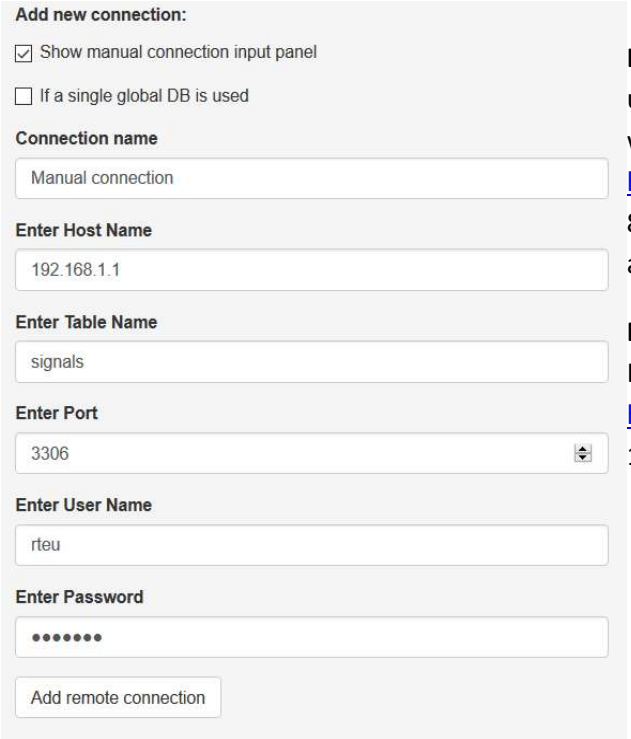
Obwohl der Logger jetzt in die Datenbank schreibt, wird parallel dazu immer noch ein ASCII-File angelegt, der über **Link to Record Folder** abgerufen werden kann.

Wer einen Einblick in die Datenbank haben möchte, öffnet das Analysetool „R“ samt Webapplikation wie in Kapitel 5. 2. beschrieben.

Statt der Seite ***File Inpu*t** muss nun ***Live Data*** ausgewählt werden.

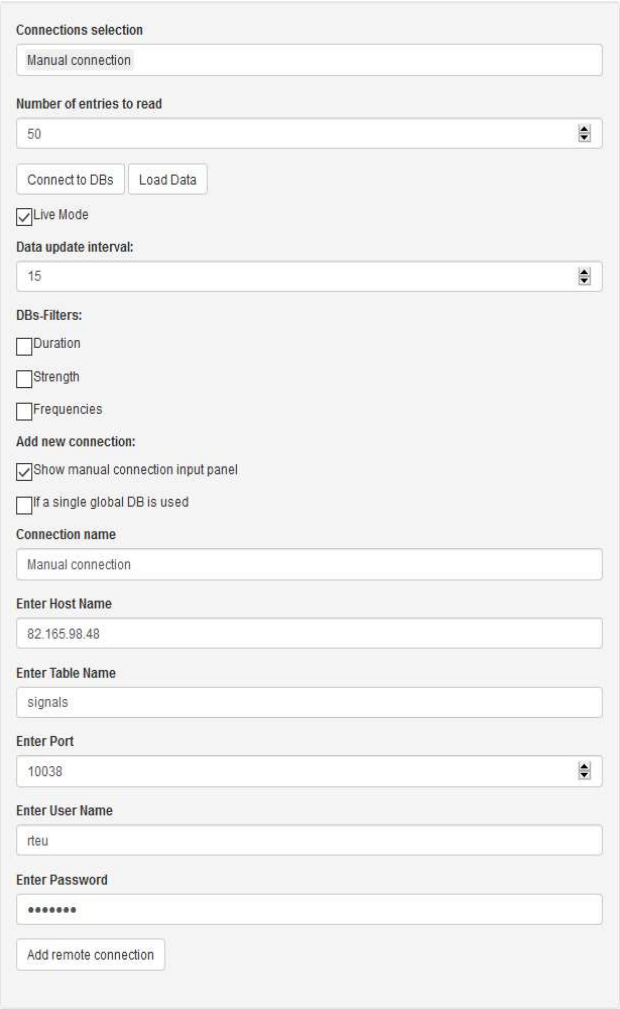


Zum Einrichten der Verbindung des Pi zur Datenbank muss nun ein Häkchen bei S***how manual connection input panel*** gesetzt werden.



Enter Host Name: Hier muss die IP-Adresse stehen, unter dem euer Raspberry im Browser aufgerufen wird. Beispiel: Hat der Pi die Webadresse http://82.165.98.48:10020/, so wird hier die 82.165.98.48 (ohne Port-Nr.) eingetragen. Wird der Pi als Hotspot betrieben, steht hier die 192.168.1.1

Enter Port: Hier bitte die Port-Nr. +18 eintragen. Biepiel: Hat der Pi die Webdaresse http://82.165.98.48:10020/, so wird hier als Port 10020 + 18 = 10038 eingetragen.



Nun den Button ***Add remote connection*** drücken. Dann wird mit ***Connect to Dbs*** die Verbindung zur Datenbank hergestellt.

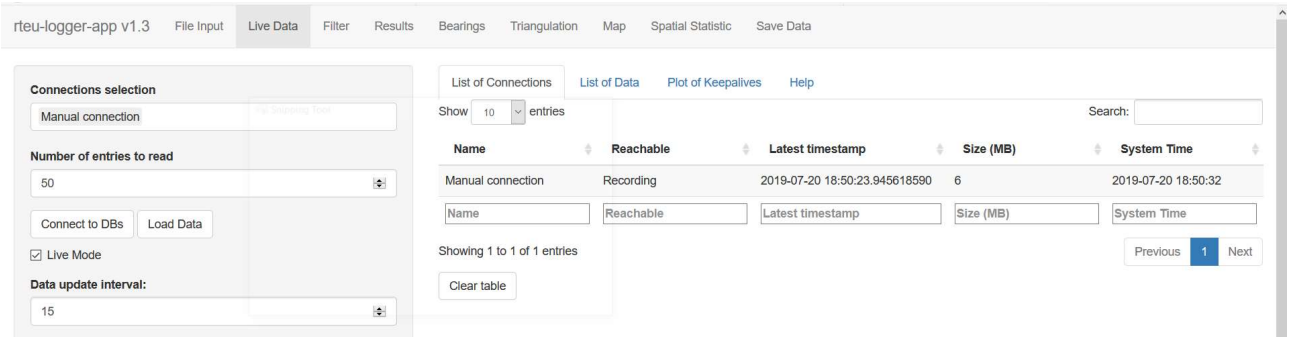
Um die zuletzt in die Datenbank aufgenommenen Daten anzuzeigen, muss man ***Load Data*** drücken. Die Daten erscheinen dann auf der rechten Seite unter ***List of data.***

Damit man zur Aktualisierung der Liste nicht immer den ***Load Data*** Button drücken muss, gibt es den ***Live Mode***, der sich mit einem Häkchen aktivieren lässt. Ist dieser aktiviert, wird die Liste im Abstand von ***Data update interval*** (hier 15s) laufend aktualisiert.

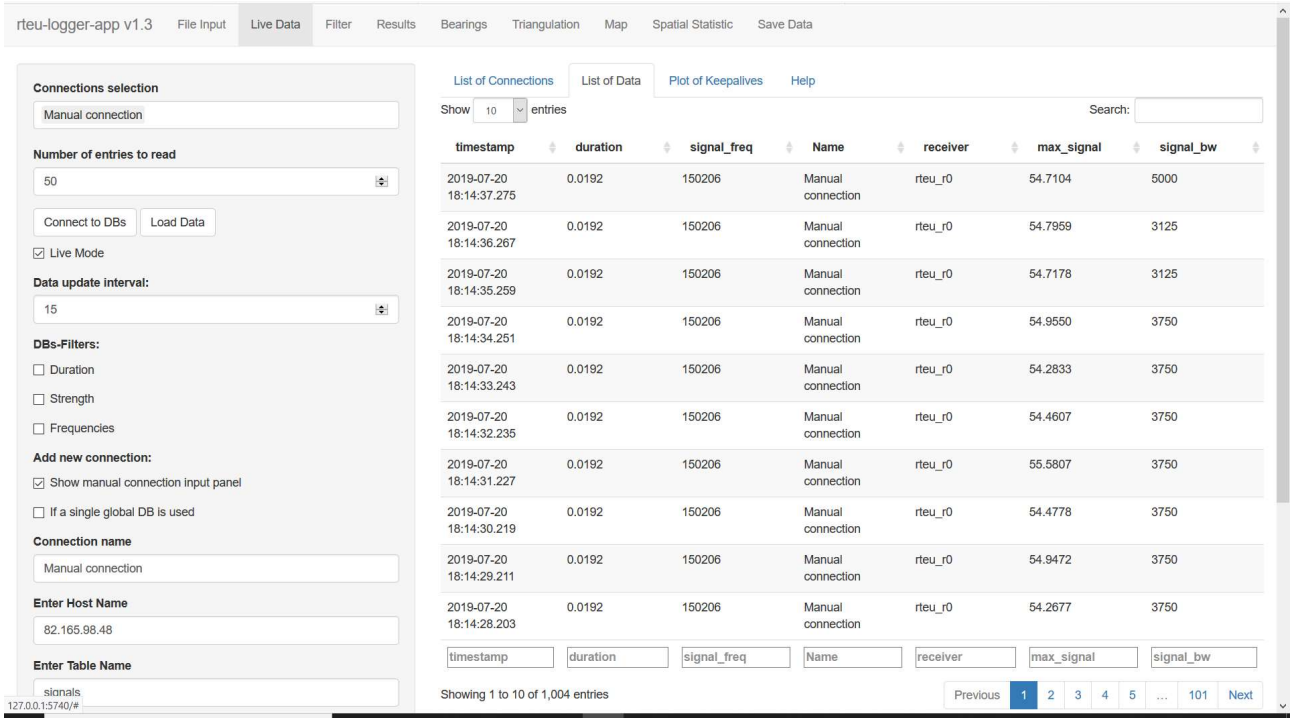
Diese Aktualisierung findet natürlich auch in den graphischen Darstellungen auf der Seite ***Results*** statt und so kommen alle 15s neue Datenpunkte hinzu.

Wenn die Verbindung zur Datenbank korrekt läuft, wird auf der Seite ***List of connections*** immer der aktuelle Status angezeigt, wie Größe der Datenbank, Timestamp des letzten Eintrags etc.

Der Timestamp des letzten Eintrags (Latest Timestamp) ist fehlerhaft: Statt des letzten Timestamps wird der erste Timestamp angezeigt.



Die Sortierung der Daten in der ***List of Data*** ist etwas gewöhnungsbedürftig. Auf den Karten werden die Daten in absteigender Reihenfolge dargestellt. Die letzte Karte enthält aber imme die aktuellsten Daten. Man kann die Reihenfolge auch umsortieren, aber das hält nur bis zu nächsten Aktualisierung.



So werden die ankommenden Daten aufgelistet. Die zuletzt eingetrudelten Daten befinden sich auf Seitet 101.

Im Live Mode wird auch die Graphik in regelmäßigen Intervallen aktualisiert.

6. Datenkoordination

Die jährliche Beobachtungskampagne für den Fledermauszug mittels Funk-Ferntelemetrie dauert ab Abflug der ersten Tiere ca. 4 Wochen und erstreckt sich in der Regel von Mitte August bis Mitte September. Je nach Wettersituation kann sich dieser Zeitraum verschieben. Von Interesse sind hier die Arten Rauhautfledermaus (Pipistrellus nathusii), Kleinabendsegler (Nyctalus leisleri) und Zweifarbfledermaus (Vespertilio murinus).

Die bisherigen Besenderungen erfolgten im Nationalpark „Unteres Odertal“ (Schwedt/Oder), im Biosphärenreservat „Mittelelbe“ (Havelberg), im Landschaftsschutzgebiet „Saale“ (Bernburg) und im Biosphärenreservat „Karstlandschaft Südharz“ (Wettelrode).

Die Sender arbeiten ab Aktivierung ca. 3 Wochen. Zum Einsatz kommen Sender mit einem speziellen 3-Punkt-Sendesignal, die eindeutig von den üblichen Tiertelemetrie-Sendern zu unterscheiden sind.

Kritisch ist der Besenderungszeitpunkt. In 2018 fand wegen des heißen Sommers die Wanderung später als erwartet statt, so dass die Batterien meist schon erschöpft waren, als die Tiere sich auf die Reise machten.

Für die Datenerfassung und -weitergabe soll 2019 folgendes Konzept erprobt werden:

- Der Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt teilt auf seiner Website http://www.fledermaus-aksa.de/ den Zeitpunkt der Besenderung, die Frequenzen und den Zeitpunkt mit, an dem die Tiere das Fanggebiet verlassen haben.
- Innerhalb des Kampagnenzeitraums zeichnen die Empfangsstationen automatisch jede Nacht zwischen Sonnenunter- und Sonnenaufgang eine Datei auf.
- Die Datei kann am nächsten Tag oder später mit der Datenanalyse-Web-Applikation durch Laden der XLSX-Frequenztabelle schnell auf auffällige Ereignisse geprüft werden.
- Werden auffällige Ereignisse auf diesen Frequenzen entdeckt, wird der komplette Datensatz zur Plausibilitätsprüfung an die E-mail-Adresse fledermauszug@radio-tracking.eu geschickt.
- Bestätigt sich der Empfang anhand der Plausibilitätsprüfung, werden die Daten auf eine Karte eingetragen, die auf der Website www.fledermauszug-deutschland.de einsehbar ist.

Weitere Planung

Für die Zukunft ist geplant, dass die Daten automatisch in einer globalen Datendank abgelegt und dort auch zentral ausgewertet werden. Die Applikation ist darauf bereits vorbereitet, jedoch müssen die Rahmenbedingungen noch geklärt werden, z. B.

- Einheitliche Kennzeichnung der beteiligten Stationen (z. B Geolocator, Dokumentation der Antenneparameter)
- Einheitlicher Stand von Soft und Firmware an allen Stationen.
- Parametrierung, d . h. Wie kann gesichert werden, dass schlecht parametrierte Empfansstationen die globale Datenbank „zumüllen“?

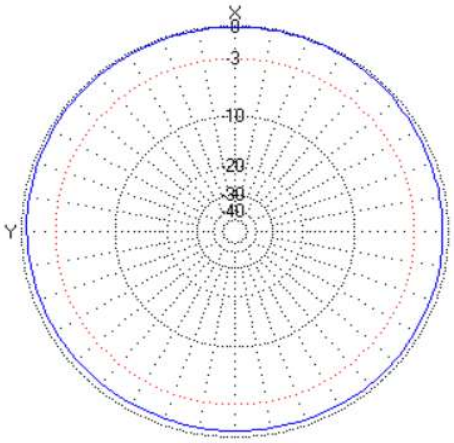
- Wie ist eine einfache Überprüfung der Empfangseigenschaften möglich?

Ob erste Tests mit der globalen Datenbank schon während der Kampagne 2019 stattfinden können ist noch unklar. Alle die im Verteiler von *fledermauszug@radio-tracking.eu* werden bezüglich der Entwicklung auf dem Laufenden gehalten.

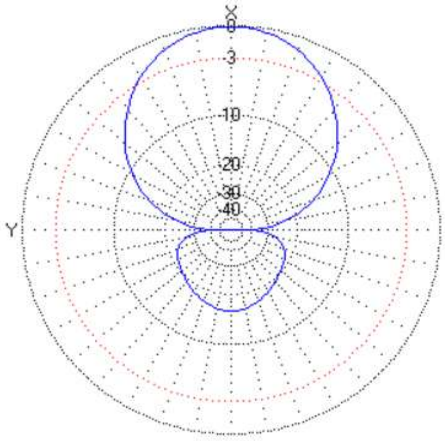
7. Antennen

Da sich die Fledermaus während des Fluges in horizontaler Position befindet und die Antenne des aufgeklebten Senders auch, empfiehlt sich eine Antenne mit horizontaler Polarisation. Hier unterscheiden wir zwischen Rund- und Richtstrahlern, obwohl die Antenne in unserem Fall nicht strahlt, sondern nur empfängt. Da aber ein und dieselbe Antenne im Empfangs- wie im Sendefall das gleiche Antennendiagramm aufweist (Reziprozitätsprinzip), hat sich der Begriff „Strahler“ eingebürgert.

Rundstrahler weisen in der Horizontalen ein (fast) kreisförmiges Antennendiagramm auf. Zu den horizontal polarisierten Rundstrahlern gehört z. B. das „Große Rad“ (Big Wheel) und die HALO-Antenne. Die Verwendung von Rundstrahlern ist bezüglich der Ausrichtung relativ unkompliziert, da sie, wie schon gesagt, Signale gleichberechtigt aus allen Richtungen empfangen. Der Selbstbau ist jedoch kompliziert oder die Abstimmung nicht einfach, weshalb es für den 150 Mhz-Bereich so gut wie keine Selbstbauanleitungen gibt. Bei Antennenherstellern wird dieser Frequenzbereich in der Regel nicht serienmäßig bedient, weshalb eine solche Antenne meist einzeln in Auftrag gegeben werden muss.



Richtstrahler haben in der horizontalen eine bevorzugte Empfangsrichtung. Dazu gehören z.B. die Yagi-Antenne, die HB9CV, die Moxon-Antenne und logarithmisch periodische Antennen. Insbesondere für Yagi-Antennen gibt es auch Selbstbauanleitungen für 150 Mhz. Aber auch viele Yagi-Antennen für das 145 Mhz Amateurfunkband weisen eine zweite Resonanzstelle im 150 Mhz auf, ohne dass sich das Richtdiagramm wesentlich ändert. Viele Funkamateure verfügen also schon über eine geeignete Antenne, ohne es es zu wissen. Logarithmisch-Periodische Antennen (kurz „Logperiodics) sind „von Natur aus“ breitbandig. D.h. eine Logperiodic, die das 145MHz-Amateurfunkband einschließt kann getrost auch für die Tiertelemetrie verwendet werde. Für die Beobachtung des Fledermauszugs ist als Minimalausstattung eine 3-Element-Yagi mit einem Gewinn von 4.7 dBd (= 6.9 dBi) und eine Öffnungswinkel von 60° durchaus geeignet. Bei entsprechender Leichtbauweise kann Sie sogar von einer stabileren Angelrute als Mast (z.B. Spieth-Mast) getragen werden.Eine Ausrichtung der Antenne in die erwartete Ankunftsrichtung (für den Herbstzug aus NO kommend) verbessert die Empfangsschancen.



Oftmals kann es passieren, dass die Antenne bei nordöstlicher Ausrichtung in eine Siedlung mit zahlreichen Störquellen hinein zeigt, wodurch sich der Hintergrund an störenden Signalen stark erhöht, was für überflüssigen „Datenmüll“ sorgt. In diesem Fall ist es ratsam, die Antenne um 180° zu drehen. Dadurch verschlechter sich nicht die Empfangschancen, man „sieht“ lediglich den durchziehenden Tieren „hinterher“.

Bei Verwendung eines RG-58 Koaxialkabels sollte die Kabellänge von der Antenne bis zum Empfänger zwischen 5 und 7m betragen. Die Kabellänge ist ein Kompromiss aus Kabelverlust und ausreichendem

Abstand zum Raspberry Pi, um genügend Abstand von dessen unerwünschten Streusignalen der Elektronik zu haben. Höherwertige Kabel z.B. H-155 sind empfehlenswert aber etwas teurer.

Bezugsquellen für Antennen für die Tiertelemetrie sind z. B. http://www.winklerantennenbau.de/

Ein interessanter und häufig nachgebauter Eigenbauvorschlag für eine 3-Element-Yagi findet sich im Praxisheft 27 (s. 131), des Arbeitskreis Amateurfunk und Telekommunikation in der Schule e.V. (AATiS e.V.). Das Heft ist zu beziehen über https://www.aatis.de/content/Praxishefte_allgemein

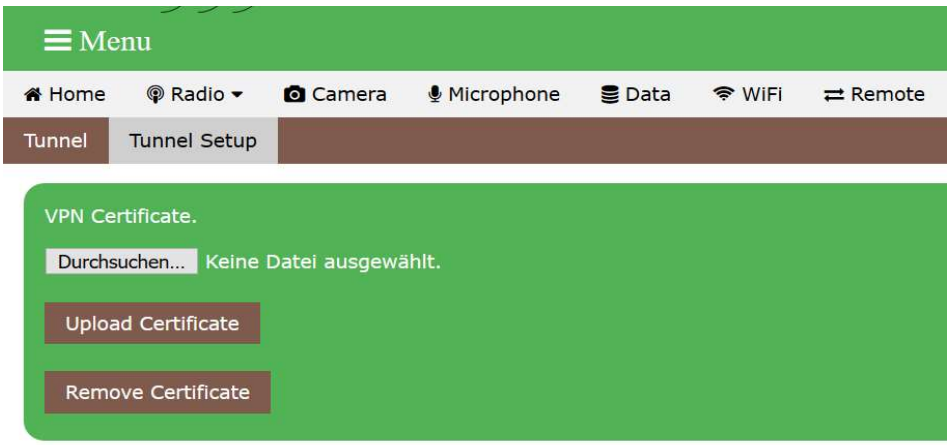
8. Remote-Zugang

8.1. Zugang über das Internet

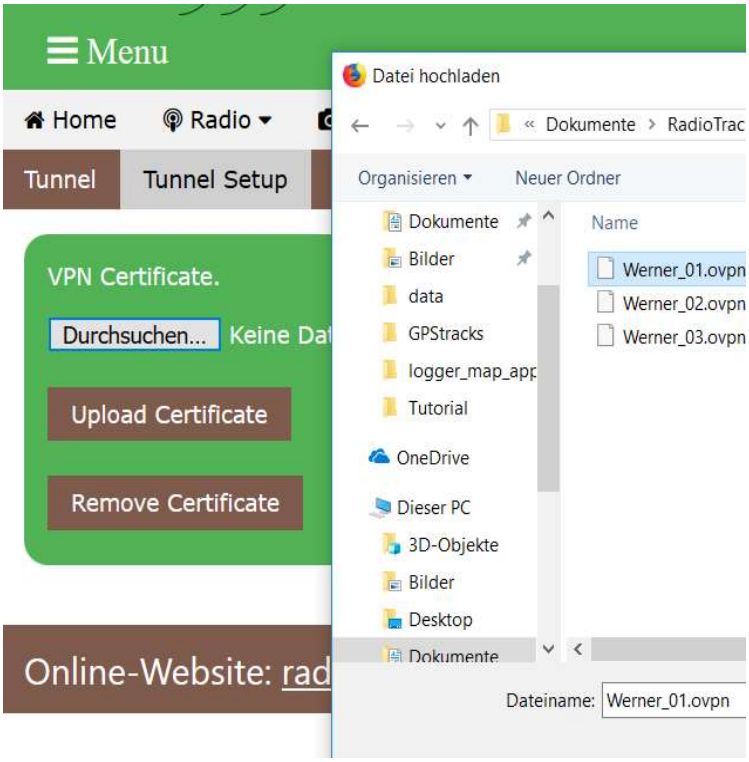
Wer seine Empfangstation über das Internet erreichbar machen möchte – dies kann bei weit abgesetztem Betrieb oder bei gewünschter zentraler Abfrage der Daten notwendig sein – benötigt ein Zertifikat für eine individuelle IP Adresse/Port-Kombination. Ein solches Zertifikat ist zwar kostenpflichtig, die Kosten bewegen sich aber jährlich bei einem kleineren zweistelligen Betrag. Diese Zertifikate können auf Anfrage über info@radiotracking.eu bezogen werden und werden per E-mail als Datei mit Endung *.ovpn verschickt.

Die Installation ist sehr einfach:

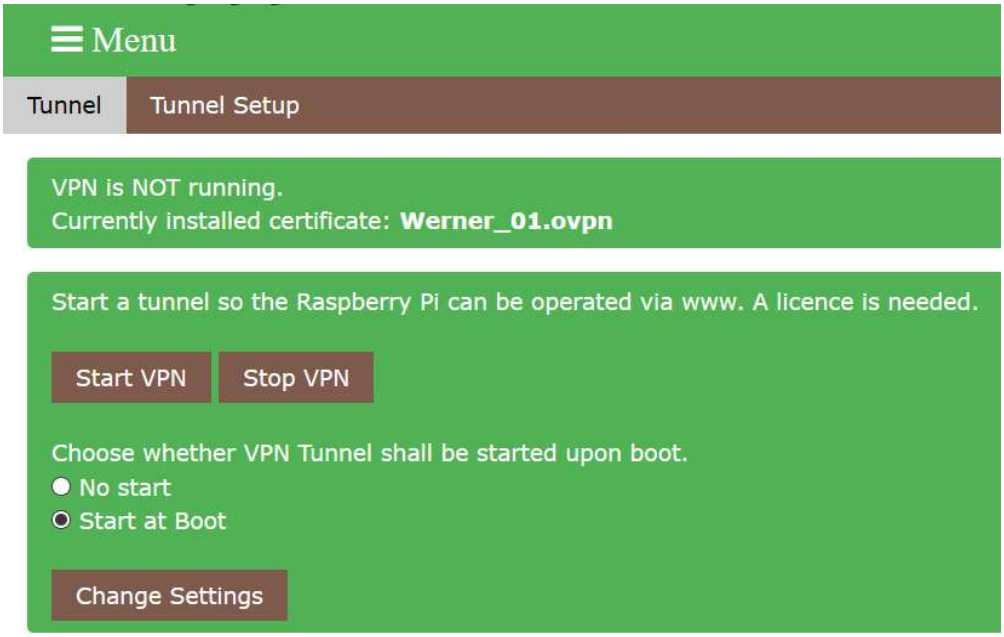
Menu → Remote → Tunnel Setup



Mit ***Durchsuchen*** sucht Ihr nun nach dem Ordner wo Ihr das Zertifikat abgespeichert habt.



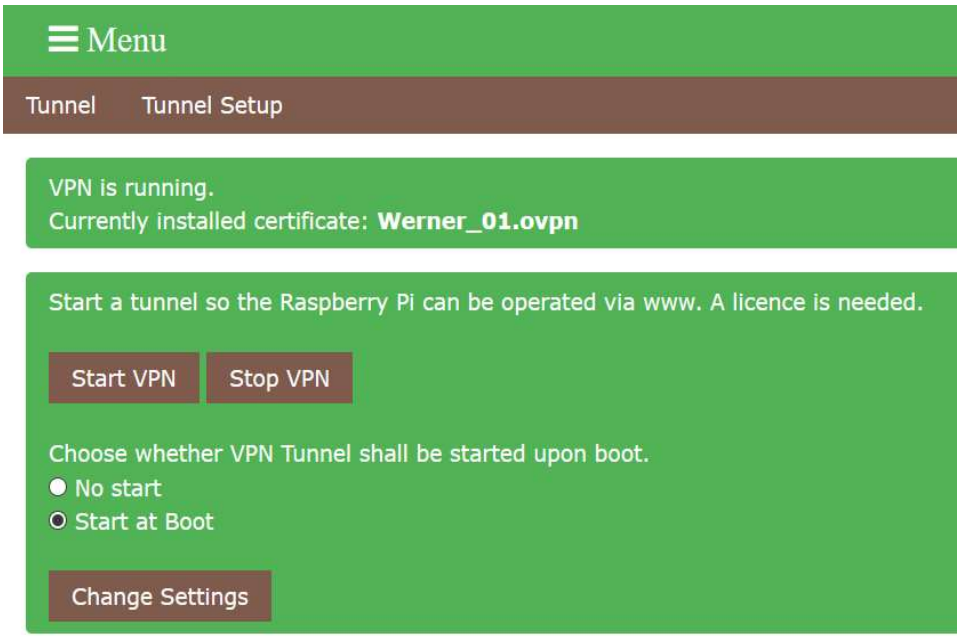
Die Zertifikatsdatei auswählen und ***Upload Certificate*** drücken (es muss eine Internetverbindung bestehen).



Start on Boot auswählen und ***Change Settings*** drücken. Mit der Einstellung Start on Boot muss der Internet-Zugang beim nächste Start des Raspberry nicht neu gestartet werden. Ist temporär kein Internetzugriff gewünscht, kann diese automatische Aktivierung durch ***No start*** wieder unterbunden werden.

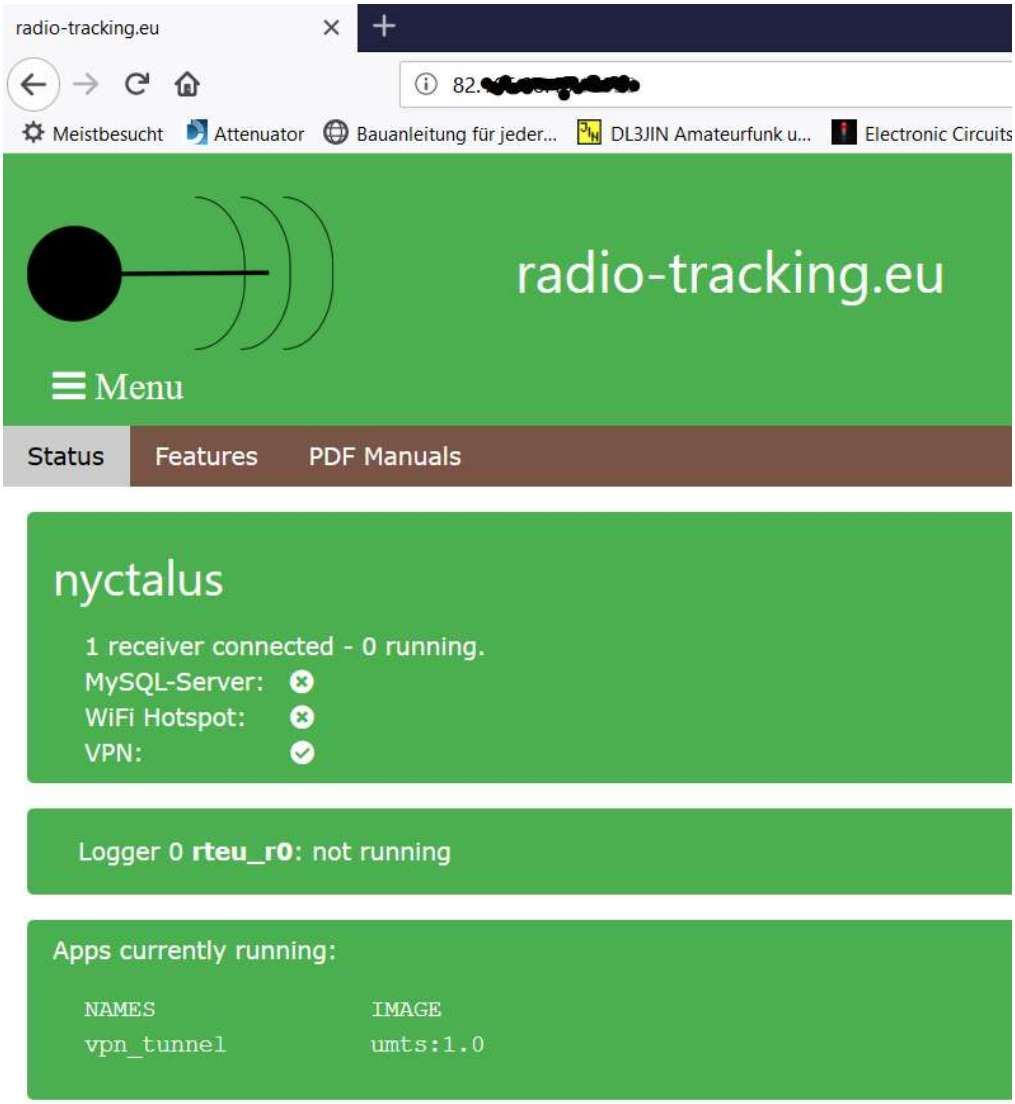
Mit klicken auf ***Start-VPN*** wird der VPN-Tunnel geöffnet und ihr könnt den Zugriff über die zusammen mit dem Zertifikat mitgeteilte IP-Adresse ausprobieren. Über ***Stop VPN*** kann der VPN-Tunnel und damit der Internet-Zugriff abgeschaltet werden.

Nicht wundern, wenn nach dem Klicken auf Start VPN immer noch „VPN is NOT running“ am Bildschirm steht. Erst nach einem zweiten Klick aktualisiert sich die Anzeige.



Nun sollte ihr mit der euch mitgeteilten IP (hier geschwärzt) von jedem beliebigen Rechner, der mit dem Internet verbunden ist, Zugang auf euren Raspberry haben. Benutzer-ID (Pi) und Passwort bleiben unverändert.

Bei Bedarf kann das Passwort geändert werden. Das Menü dazu befindet sich unter ***Menu → System → System → Passwords***



An den Statusmeldungen könnt ihr auch erkennen, dass nun der VPN-Tunnel aktiv ist. Ihr habt alle Möglichkeiten wie beim lokalen Zugriff.

8.2. Zugang über das HAMnet

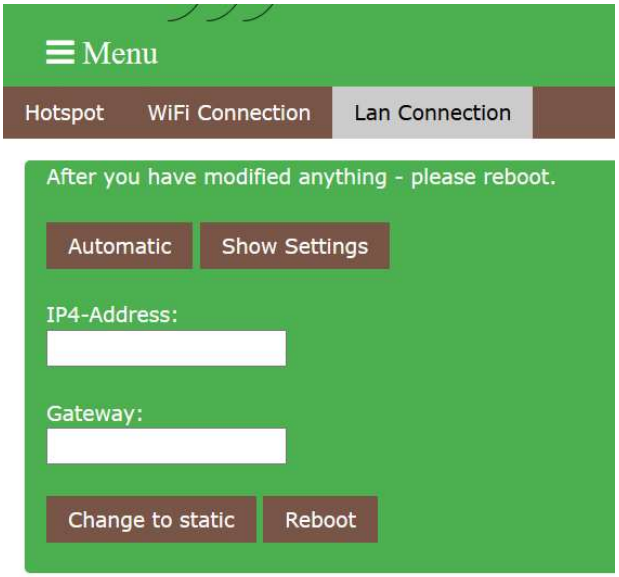
Das HAMnet ist ein autarkes Netz basierend auf dem Internetprotokoll, welches von Funkamateuren betrieben wird. Es ist sowohl von seiner Infrastruktur als auch von seiner Energieversorgung weitgehend autark, so dass es auch im Katastrophenfall noch funktioniert. Die Verbindungen zu den Netzknoten laufen über Richtfunkstrecken, die auf für den Amateurfunk zugelassenen Frequenzen arbeiten.

Verbindungen über das HAMnet sind immer unverschlüsselt, so verlangt es das Amateurfunkgesetz. Man kann auch über das Internet mittels eines VPN-Tunnels auf das HAMnet zugreifen. Da letztendlich damit Funksysteme für den Amateurfunkfreqenzen genutzt werden, ist die Nutzung das HAMnets nur Funkamateuren mit einer amtliche „Zulassung für die Teilnahme am Amateurfunkdienst“ vorbehalten. Diese Zulassung (auch „Amateurfunklizenz“ genannt) die durch Ablegen einer entsprechenden Prüfung erworben werden kann, ist mit der Zuteilung eines personengebundenen Rufzeichens (Call) verbunden. Die Freischaltung für den Zugang zum HAMnet erhält man von den Betreibern nur unter Vorlage der Zulassungsurkunde. Da das HAMnet ehrenamtlich aufgebaut und aufrechterhalten wird, sind Spenden von den Nutzern an die Betreibervereine willkommen. Wer sich darüber informieren will, dem sei die Seite des Deutschen Amateur Radio Clubs e.V. (DARC) empfohlen: www.darc.de

Der Vorteil des HAMnets ist, das die HAMnet-Knotenpunkte meist auch interessante Antennenstandorte für den Aufbau einer Telemetrie-Empfangsstation sind, die eine Datenanbindung und Infrastruktur mit Stromversorgung und Masten gleich mit sich bringen. Eine Kontaktaufnahme zum lokalen Ortsverband des DARC kann da erste Anknüpfungspunkte bringen. Wer einen Ortsverband in seinen Nähe sucht, kann diesen über die Homepage des DARC leicht finden.

Wurde eine IP-Adresse und Gateway vom sogenannten SysOP (das ist der Systemadminstrator des Netzknotens) innerhalb des HAMnets zugeteilt, so muss diese nur noch im entsprechenden Menü eingegeben werden.

Menu → WiFi → LAN Connection



Anschließend ***Change to static*** und ***Reboot***. Ist der Raspberry mit dem HAMnet-Router verbunden, kann er nun innerhalb des HAMnets unter der eingegebenen IP-Adresse gefunden werden.

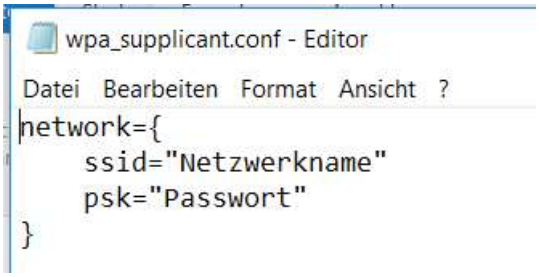
9. FAQs

Was tun, wenn die WLAN-Verbindung falsch konfiguriert wurde?

Eine Möglichkeit, falsch eingegebene WLAN-Zugangsdaten zu korrigieren, besteht darin, die korrekten Zugangsdaten direkt auf die SD-Karte zu kopieren. Dazu wird eine Datei *wpa_supplicant.conf* benötigt, die unter folgendem Link heruntergeladen werden kann.

https://radio-tracking.eu/wp-content/uploads/2018/06/wpa_supplicant.zip

Nach dem Runterladen und Entzippen muss die Datei mit einen Texteditor (z.B. Windows Editor) bearbeitet werden.

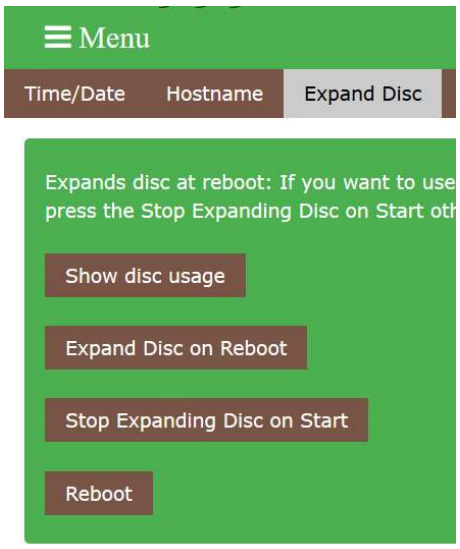


Tragt dort euren Netzwerknamen (SSID) und euer Netzwerkpasswort ein und speichert die Datei, ohne sie umzubenennen, neu ab. Nun nehmt Ihr den Raspberry von der Stromversorgung, nehmt die SD Karte raus, steckt sie (ggf. mit SD-Adapter) in das Lesegerät eures PCs und kopiert die Datei *wpa_supplicant.conf* in das Hauptverzeichnis (boot). Anschließend steckt ihr sie SD-Karte wieder in den Raspberry. Beim nächsten Start sollte sich der Raspberry nun mit eurem WLAN verbinden.

Ist der Platz auf der SD-Karte für die anfallenden Datenmengen ausreichend?

Da keine Audiodaten gespeichert werden, sind die Datenmengen relativ überschaubar. Mit dem aufgespielten Image wird aber nur ein Teil der SD-Karte genutzt. Wer den restlichen Speicherplatz auch noch nutzen will, sollte diesen freischalten

Menu → System → Expand disc



Mit ***Show disc usage*** kann man sich die derzeitige Nutzung der SD-Karte anzeigen lassen.***Expand Disc on Reboot*** startet den Expansionsvorgang bei nächsten Rebooten.

Das Rebooten kann über den Button ***Reboot*** ausgelöst werden. Hat man nach dem Reboot wider eine Verbindung zum Raspberry Pi hergestellt, ***Stop Expanding Disc on Start*** anklicken, damit der Expand-Vorgang nicht bei jedem Reboot von neuem ausgeführt wird.

Dies gilt jedoch nur für ältere Versionen, ab Version 4.1 wird die Karte spätestens beim zweiten Booten automatisch expandiert

Show disc usage vor und nach dem Expandieren:

Vorher

```
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/root       5.9G  3.1G  2.6G  55% /
devtmpfs        483M     0  483M   0% /dev
tmpfs           487M     0  487M   0% /dev/shm
tmpfs           487M     0  487M   0% /sys/fs/cgroup
tmpfs           487M  6.6M  480M   2% /run
tmpfs           5.0M  4.0K  5.0M   1% /run/lock
/dev/mmcblk0p1   63M   21M   42M  33% /boot
```

Nachher

```
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/root        30G  3.1G   26G  11% /
devtmpfs        483M     0  483M   0% /dev
tmpfs           487M     0  487M   0% /dev/shm
tmpfs           487M     0  487M   0% /sys/fs/cgroup
tmpfs           487M  6.6M  480M   2% /run
tmpfs           5.0M  4.0K  5.0M   1% /run/lock
/dev/mmcblk0p1   63M   21M   42M  33% /boot
```

Muss das Spectogram gestartet sein, wenn der Logger funktionieren soll?

NEIN, bitte gar nicht erst versuchen. Spectrogram und Logger laufen nicht gleichzeitig, nur entweder/oder. Dasselbe gilt auch für den SDR#-Server.

Muss man den Receiver anhalten, wenn man den Logger testweise umkonfiguriert?

JA,. Receiver stoppen → Settings ändern → Change settings klicken→ Receiver neu starten. Wenn der Receiver läuft, werden Änderungen in den Settings nicht akzeptiert.

Kann der Logger überhaupt funktionieren, wenn die Datenbank abgeschaltet ist?

JA , die Datenbank ist nur ein zusätzliche Feature. Die Daten werden grundsätzlich immer in einer Datei abgespeichert.

Kann man auch einen Raspberry Pi 1 oder Pi 2 verwenden?

Bisher habe ich noch von keinem erfolgreichen Versuch gehört. Diejenigen, die mir berichtet hatten, dass es mit dem Raspberry Pi 2 funktionieren soll, haben lediglich den Spectrogram-Teil mit dem Wasserfalldisplay getestet und sind davon ausgegangen, dass der Rest auch funktioniert. Spätestens beim Logging scheidet sich die Spreu vom Weizen, wenn man nicht schon vorher von der langsamen Reaktionsgeschwindigkeit genervt ist. Ich empfehle Pi3B und Pi3B+ (letzterer ab Image Ver. 4.0)

Manchmals sieht man unerklärliche Signalsprünge in der Auswertung oder leere Datenzeilen nur mit Kommas in der Logger-Datei. - Warum?

Der Logger wird auf einen bestimmten Signal-Rauschabstand eingestellt, den Log Level (s. Kap. 4.1.3). Ein Log Level von 10 bedeutet, das der Logger sich nur mit Signalen beschäftigt, die mindestens 10dB über dem Rauschlevel liegen. Dieser Rauschlevel kann sich aber ändern, z. B. Weil sich die Temperatur des Empfängers geändert hat. Das Programm prüft in regelmäßigen Abständen von 5 Minuten den Rauschpegel und kalibriert ihn ggf. neu. Während der Kalibration werden für 15 sek keine Daten geloggt. - Daher die Lücken in der Tabelle bzw Sprünge im Hintergrundsignal.

Wohin schicke ich meine Daten?

Verdächtige Logger-Dateien (z. B. rteu_GHH1_2018_07_13_18_15.txt) bitte an fledermauszug@radio-tracking.eu schicken. Dort werden wir die Daten nochmals einer exakten Analyse unterziehen und mit den uns bekannten Sender-Signaturen vergleichen.

Wie kann ich Daten, die ich nicht benötige, auf dem Raspberry aufräumen oder löschen?

Zippen oder Löschen bereits aufgenommener Daten geht mit
Menu--> Data --> Radio

Mein Stick zeigt die falsche Frequenz an - was nun?

Bei einigen Sticks kann ein ein Frequenzversatz auftreten, d.h. es wird nicht die korrekte Frequenz angezeigt, dementsprechend sucht man dann die Sender an der falschen Stelle.
Ohne einen Referenzsender mit bekannter Frequenz lässt sich das schlecht feststellen. Man kann sich aber behelfen, wenn man eine bekannte Frequenz im 2m Amateurfunkband sucht.
Z. B. die APRS-Fequenz 144.800 MHz ist fast immer belegt. Die Frequenz der dortigen Datenbursts müssen aber in der Betriebsart FM ausgelesen werden.

Beispiel: Angezeigt wird 144.810 MHz,d.h. ca. 10 KHz Offsetfehler. Kann der SDR Stick verwendet werden? Der Korrekturfaktor beträgt also 144810/144800=1.00006906.

Ein Fledermaussender bei 150.284 Mhz muss also bei 150.284 MHz x 1.00006906 = 150.294 MHz gesucht werden.

Eine andere Korrekturmethode wurde von Heinz-Dieter DL6SDI mitgeteilt:

„Mein SDR hat eine Missweisung von 10 kHz (Überprüft mit FT-817 und IC-706MKIIG). Die Frequenz ist in Wirklichkeit 10 kHz höher als angezeigt und protokolliert. Ich mache die Kompensation dann wie folgt:
Wenn ich mit Mittenfrequenz 150145000 meine Datei abliefern möchte,
die stimmen soll, dann stelle ich in den Settings 150135000 ein und korrigiere dann später vor dem Abschicken mit WORD-PAD (Speichern_unter als txt-Datei) im Kopf der txt-Datei von 150135000 zurück auf 150145000.
Dann passen die abgelieferten Daten exakt mit der Realität überein!!!
So mache ich das schon die ganze Zeit, wenn ich Euch etwas schicke....“

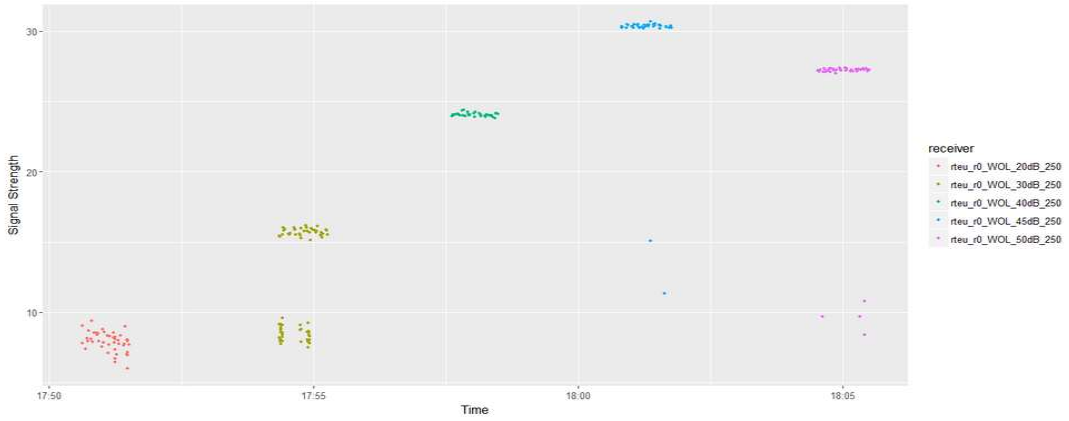
Ob ein Stick eine Frequenzversatz aufweist, hängt nicht unbedingt mit dem Preis zusammen, das habe ich auch schon bei einem teuren FunCube-Dongle (allerdings 1. Generation) erlebt.
Von den empfohlenen NESDRsmart ist mir bisher aber noch kein Fall bekannt. Leider gibt es noch keine Möglichkeit diesen Versatz über die Software zu kompensieren - ist aber für nächste Versionen angeregt.

Bei einer Parameteränderung oder Start der Datenaufnahme bzw. kurz nach dem Start bricht die Verbindung zu Raspberry und die Aufzeichnung zusammen – was ist die Ursache?

Bitte Netzteile mit min. 2A verwenden, die haben genug Reserve. Nicht nur der Raspberry benötigt Energie, sondern auch der Empfängerstick.

Ich habe die Gain so hoch gesetzt wie möglich aber die Empfindlichkeit wird schlechter - warum?

Je nach verwendetem Stick sinkt die Empfindlichkeit wieder nach Überschreiten eines bestimmten Gain-Wertes. Dann nimmt das Rauschen stärker zu als das Nutzsignal. Viel hilft also nicht immer viel.
Hier an einem Nooelec NESDRsmart das gleiche Signal bei verschiedenen Gain-Stufen 20 - 30 - 40 - 45 - 50(49)dB.



Die linke Skalierung gibt nicht das Absolutsignal, sondern die Signalstärke über Rauschen an.
Da das Verhältnis Signal/Rauschen die Empfindlichkeit definiert,sieht man deutlich, dass bei zu hoch eingestellter Gain die Empfindlichkeit wieder schlechter wird

Wenn ich meine Antenne in Richtung Nordosten drehe, empfange ich nur noch Störsignale – was kann ich dagegen tun?

Eigentlich sollte die Antenne in die Himmelsrichtung ausgerichtet werden, aus der die durchziehenden Tiere erwartet werden, also etwa Nordosten.Bei mir ist es so, dass die Antenne dann in das Wohngebiet ausgerichtet ist, wodurch viele Störsignale von preisgünstiger chinesischer Consumer Electronic (= CE-Zeichen!) zu sehen sind, welche die Sendersignale überlagern. Deshalb habe ich die Antenne um 180° zum Ortsrand gedreht, wo es "ruhiger" ist.So "schaue" ich den (hoffentlich kommenden) Fledermäusen hinterher anstatt entgegen.Für Rundstrahlantennen gibt es da leider keine Lösung.

Ich möchte Kraniche im Frequenzbereich 149.000 MHz bis 150.000 Mhz telemetrieren. Versuche mit einem Testsender zeigen aber in der Auswertung immer falsche Zeiten und Signalabstände an. Woran liegt das?

Der Effekt ist bekannt. Es wird vermutet, dass der Prozessor des Pi bei dieser Bandbreite höher thermisch belastet wird und dann automatisch heruntertaktet. Abhilfe können Kühlkörper auf den Prozessorchips und ein besser belüftetes Gehäuse bringen. (s. Kapitel 1 „Hardware“)

Wird fortgesetzt...