

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Einführung Direction Finding.....                        | 2  |
| Power of Arrival.....                                    | 2  |
| Angle of Arrival .....                                   | 2  |
| Watsan-Watt Verfahren .....                              | 3  |
| Correlative Interferometry (CI).....                     | 3  |
| Time Difference of Arrival (TDOA).....                   | 3  |
| Hybrid methodologies .....                               | 3  |
| In Scope .....   | 5  |
| Intro .....  | 5  |
| Blockdiagramm.....                                       | 5  |
| Kurzübersicht KrakenSDR.....                             | 5  |
| Es gibt interessante Links .....                         | 6  |
| Der Vorgänger von KrakenSDR, das Keberos SDR Board ..... | 7  |
| Kurzbeschreibung Kerberos .....                          | 7  |
| KerberosSDR Board .....                                  | 8  |
| Energieanforderungen .....                               | 9  |
| KerberosSDR Demo Software.....                           | 9  |
| Verbesserungspunkte zum Vorgänger Modell Kerberos .....  | 10 |
| LimeSDR.....   | 11 |
| Wasservitalisierer von Hand peilen.....                  | 13 |
| Erste Gedanken zu Peil Test Cases .....                  | 14 |
| Abkürzungen .....  | 15 |
| Noch out of Scope, aber eventuell nächste Aufgabe .....  | 16 |
| Out of Scope .....                                       | 17 |
| Feedback .....   | 18 |

## Einführung Direction Finding

Eigentlich sollte man bevor man in dieses Gebiet einsteigt, ein 38 Minuten langes Video von Rohde Schwarz auf you tube ansehen mit dem Titel „An Introduction to Direction Finding“.

Ein Fehler von 700m ist im Umfeld von Direction Finding (DF) als Abweichung akzeptierbar. Die Terminologien sind als Einführung:

**Power of Arrival**, man geht in eine Richtung und zwar in diejenige in welcher das Signal stärker wird. In der allerletzten Phase von einer Peilung, ist relativ oft, genau dieser Approach als letzter Schritt und wichtig.

**Angle of Arrival**, bearing oder das Azimut zur Quelle. Ein Verfahren, welches schneller ist als Power of Arrival.

**Bearings**, resp. eine Peilung, resp. eine Bestimmung in Azimut oder Grad kann mit „**single bearing**“ oder „**multiple bearing**“ erfolgen. Je genauer man die Richtung bestimmen oder /messen kann, desto genauer ist auch das Resultat von der „Direction Finding (DF)“. Drei oder vier gute „bearings“ reichen in der Regel aus, d.h. wenn man mehr „bearings“ durchführt, wird das Resultat nicht besser.

Es gibt verschiedene Verfahren um das „bearing“ oder die Peilung durchzuführen. Eine **manuelle** Peilung geht entweder auf das maximale Signal oder bei magnetischen Antennen auf das Minimum. Es gibt auch ggfs. Unterschiede vom Operator, der diese Peilung oder Messung durchführt.

Sobald man diese Peilung **automatisch** durchführt, gibt es verschiedene Varianten, welche einzeln erläutert werden. Es sind dies u.a. die DF Methoden Doppler, Watsan-Watt, Correlative Interferometry, etc.

Was man dazu bei Peilungen immer beachten muss, ist das „**multipath**“ oder die Mehrwegpeilung. Es gibt sehr viele Möglichkeiten wie HF-Signale reflektiert werden können, dies natürlich eher in überbauten Gebieten. Man muss fast sagen oder festhalten, dass sich ein gutes Peilsystem insbesondere darauf beruht, resp. auszeichnet, wie es mit „multipath“ umgehen kann.

Es geht u.a. bei „**manual angle of arrival**“ immer auf die Amplituden, Frequenzen und Phasen. Man dreht bei diesem Verfahren die Messantenne und schaut, resp. detektiert auf das maximale Signal (bei M.L. auf das kleinste) und hält das „bearing“ das Azimut mit einem Kompass fest. Bei manuell kann es sein, dass das Antennen Equipment jemand in der Hand hält oder es sich einem Dreibeingestellt befindet. Das Antennen Equipment ist ebenfalls unterschiedlich. Das kann z.B. eine Yagi oder eine M.L. Antenne sein.

Als weiterer Hinweis kann es bei „**manual angle of arrival**“ sein, dass das Messequipment klein ist und portabel eingesetzt werden kann (low cost) oder es ist grösser und ist auf Fahrzeugen und/oder Häusern, Türmen im Einsatz. Die Peilung ist vom Operator und dessen Skills abhängig und u.U. auch von der Distanz zum Ziel (Genauigkeit). Ein zweiter wichtiger Punkt kommt ebenfalls zur Sprache. Wie lange ist das Signal peilbar und kann das ein Operator in dieser Zeit noch präzise peilen.

Diese Nachteile von einer manuelle Technik führten dann auch dazu, dass man sich schrittweise zum Verfahren „**automatic angle of arrival**“ weiter entwickelte. Und nun kommen die verschiedenen Varianten zur Sprache, welche man dazu verwendet.

Doppler Effekt und das **Doppler Verfahren** (Frequenz-basiert). Die Antennen, idR vier, werden ca. 300 Mal pro Sekunde umgeschaltet und dann werden die Messwerte ermittelt. Man kann aber viel mehr Antennen (36) anordnen und dann wird die Genauigkeit der Peilung besser. Wenn man aber z.B. 8 Antennen nimmt, könnte man mit 4 inneren Antennen VHF abdecken und mit den vier äusseren UHF und so eine breitere Bandbreite ermöglichen. Als Beispiel gibt es dazu das sogenannte Lojack Modell, welches in Fahrzeugen oder Flugzeugen eingebaut werden kann. Auf was man achten muss ist die Polarisierung des Signals. Ist es vertikal oder horizontal polarisiert, bekanntlich macht das locker 30 dB aus.

**Watsan-Watt Verfahren** ist Amplituden-basiert). Dazu muss man spezielle Antennen verwenden, entweder „adcock antenna“ oder „crossed loop antennas“. **Adcock Antennen** bestehen aus vier Elementen und je zwei gegenüber liegende bilden ein Paar. Es sieht so aus wie eine Art vier M.L. und so kann man die Richtung der Peilung von dem Sender bestimmen. Die Antennen können als Monopol oder als Dipol gebaut werden. Das gleiche Verfahren kann man bauen mit sogenannten „**crossed loops**“. Um dies baumässig noch abzuschliessen, kann man „crossed loops, crossed ferrite loops, crossed dipole elements or crossed monopole elements“ einsetzen. Watson-Watt Verfahren hat den Vorteil, dass man es für HF bauen kann und es nicht allzu gross ist. Man kann aber keine Elevation peilen oder messen. Man kann aber recht genau messen und auch schnell.

**Correlative Interferometry (CI)** ist Phasen-basiert. Die Anwendung kommt ursprünglich aus der Astronomie. Es hat fünf (5) Antennen und diese werden in 360° kalibriert. Wenn später gemessen wird, vergleicht man das gemessene Resultat mit den Eichwerten (measuring and calculation correlation). Etwas ist bei diesem Verfahren speziell. Man kann mit dem „bearing“ nicht nur den Winkel, sondern auch die Stärke (peak) des Senders bewerten und das nennt man „bearing quality“. Grosser Frequenzbereich und relativ kostengünstig. Weiter ist es so, dass „correlativ interferometry“ ein Peilergebnis kleiner 1° ergibt. Es ist somit das genaueste Peil-Verfahren.

**Time Difference of Arrival (TDOA)**. Dazu braucht es drei oder mehr Empfänger, welche mit einer „hyperbolae“ Kurve messen. Es sind dann drei „hyperbolae“, welche den Sender eingrenzen können. Es kann sein, dass IF (IQ data) mit einem ganz genauen Zeitstempel (GPS) an eine Zentrale gesendet werden und dann dort die Berechnung der „hyperbolae“ Kurve durchzuführen. Breitband Signale können sehr gut analysiert werden. Gleichartige Signale wie CW kann TDOA leider nicht so gut. Multiple path kann das System als Vorteil auch eliminieren, resp. bei der Berechnung berücksichtigen. Die Schwäche liegt im Bereich von „wo liegt der Sender“? Liegt er innerhalb der drei Messstationen, dann ist das Verfahren recht genau. Liegt er ausserhalb von diesen drei Messstationen, dann kann das Ergebnis recht schwach sein.

**Hybrid methodologies**, ist eine Kombination von „automatic DF“ für den Bereich plus minus 100-200m und dann „manual DF“ um das Signal dann im Meter-Bereich zu orten.

Es gibt aber auch automatische Methoden, z.B. eine Kombination von „automatic Angle of Arrival“ (AOA) und TDOA.

Es gibt das „homing“, da sucht, resp. peilt eine (1) AOA Station. Im Gegensatz dazu der triangulare Ansatz, wenn drei (3) AOA Stationen gleichzeitig peilen.

Es gibt nun beliebige Kombinationen, z.B. eine (1) TDOA Station und eine (1) AOA Station. Das lässt sich gut kombinieren. Noch mehr Flexibilität hat man, wenn jede Station eine AOA und TDOA DF Möglichkeit hat. So kann man z.B. einen Narrowband Sender mit AOA und drei Stationen peilen.

## In Scope

Die Peilung von einem (1) Zielsignal auf einer (1) Zielfrequenz. Dass aber links und rechts der Zielfrequenz andere Frequenzen belegt sind und senden, darf die Peilung der einen definierten Zielfrequenz nicht beeinflussen.

Verfahren, welche mit SDR angegangen werden, sind in scope.

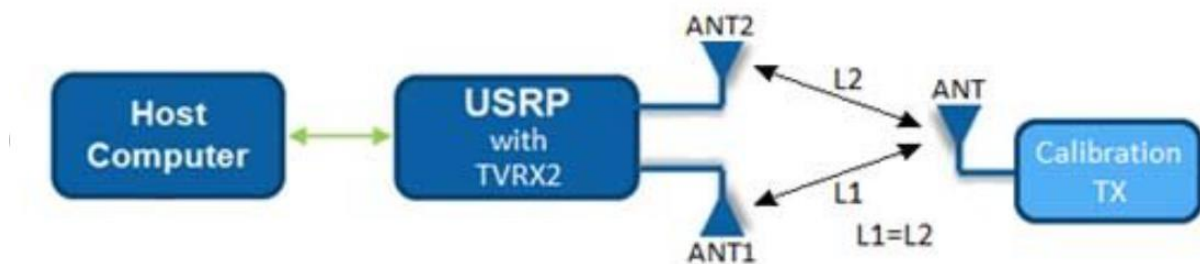
## Intro

Definition von der UHF-Gruppe verfasste am 08.11.2021 folgendes Zitat: In der Vergangenheit hat sich die «UHF Gruppe der USKA» erfolgreich mit der Peilthematik befasst. Dieses Crowdfunding-Projekt könnte für interessierte Funkamateure eine Möglichkeit darstellen, sich in dieser Hinsicht aktiv zu beteiligen und so bei Störmeldungen den Verein bereits mit genaueren Informationen zu den Ursprüngen zu beliefern.

Das KrakenSDR besteht aus fünf RTL-SDRs, welche allesamt mit demselben Referenz-Oszillator betrieben werden (phase coherence). So arbeiten die fünf Chips im Gleichtakt – installiert man fünf kreisförmig angeordnete Antennen, so erreicht ein Signal aus einer bestimmten Richtung eine bestimmte Antenne als erste, und eine andere als letzte. Durch geschicktes Vergleichen der fünf kohärent erfassten Datenströme aus dem KrakenSDR mit Software ist es dann möglich, die Richtung zu errechnen, aus der das Signal gekommen ist. Zitat Ende.

## Blockdiagramm

Aus einem Bericht im Internet kopiert, zeigt ein Blockdiagramm auch auf, dass man eine Kalibrierungsmöglichkeit haben muss. Dies egal ob 2 oder 4 oder 5 Antennen verwendet werden.



Direction finding system-block diagram

## Kurzübersicht KrakenSDR

Den KrakenSDR und die fünf (5) Mikrofone mit einer Pre-order am 23.11.2021 bestellt.

Die Antennen müssen je nach Frequenz, d.h. Wellenlänge mit  $\lambda/4$  auseinander sein. Wie genau die Abstände sein müssen, weiss ich noch nicht.

## KrakenSDR (Draft V1.0A05)

Es geht auch um die exakte Länge der Koaxkabel, welche berücksichtigt werden müssen. Es sind auf der KrakenSDR Seite SMA Buchsen, so ist es auf Bildern ersichtlich. **Welcher genauere SMA-Stecker, resp. Buchse es ist, weiss ich noch nicht.** Es sieht klar nach SMA aus.

Man müsste m.E. kleinere Abweichungen eigentlich Kalibrieren können. Auf diese Punkte bei der Freigabe achten.

Ein Punkt/Grund ist mir bei einem Video zu Keberos aufgefallen. Warum muss man beim Kalibrieren u.U. die Antennen abhängen? Man muss beim Kalibrieren die Zielfrequenz bereits eingeben. Wenn dann, mit bereits angehängten Antennen, das Zielsignal schon „in der Luft“ ist, geht das kalibrieren schief.

Mit dem KrakenSDR muss man die Antennen bei einem Frequenzwechsel nicht mehr abmontieren und wieder erneut abstimmen. Beim Vorgänger Modell Keberos war das der Fall. **Mal sehen und/oder die Augen und Ohren offen halten, wie das beim KrakenSDR gelöst ist.** Könnte es sein, dass man beim KrakenSDR auf den Antennen nicht nur messen, sondern auch senden kann. Wenn das der Fall ist, könnte man mit einem intelligenten Verfahren auf einer oder mehreren Antennen mit sehr kleiner Leistung senden und dann so die Antennen kalibrieren.

Im Moment kann KrakenSDR „nur“ eine (1) Frequenz überwachen. Später ist mal vorgesehen, dass man mit KrakenSDR mehrere Frequenzen gleichzeitig überwachen kann.

### Es gibt interessante Links

Das FAQ muss man durchlesen. [KrakenSDR - Frequently Asked Questions | Crowd Supply](#)

Hier sind die Abstände der Antennen angegeben. [KrakenSDR - EU Orders, Software Updates, and Antenna-Array Spacing Information | Crowd Supply](#)

| Frequency | Radius  |
|-----------|---------|
| 25 MHz    | 306 cm  |
| 50 MHz    | 153 cm  |
| 144 MHz   | 53 cm   |
| 160 MHz   | 48 cm   |
| 433 MHz   | 18 cm   |
| 600 MHz   | 13 cm   |
| 900 MHz   | 8.5 cm  |
| 1100 MHz  | 7 cm    |
| 1700 MHz  | 4.25 cm |

**Was ist, wenn die Abstände zwar gleich gross sind, aber etwas grösser? Es müsste m.E. eigentlich gehen und die Peilung müsste ev. etwas genauer sein.**

Für 20m auf 14 MHz wären dann dies ca. 6m von einem Zentrum. Auf einem Parkplatz könnte man das mal kurz ausprobieren.

### Der Vorgänger von KrakenSDR, das Keberos SDR Board

Man lernt auch etwas, wenn man sich mit dem Vorgängermodell befasst, auch wenn man es im November 2021 nicht mehr beschaffen kann. Auf dem Occasionsmarkt habe ich mich nicht umgesehen. Dieser folgende Text war noch auf Deutsch im Internet erhältlich und dann geht es noch besser, weil man besser und auch schneller zwischen den Zeilen lesen kann.

### Kurzbeschreibung Kerberos

**Kerberos SDR**- 4 Channel Coherent RTL-SDR

Ein kohärenter **RTL-SDR** mit 4 Kanälen. Für die Peilung, passives Radar, Beamforming oder einfach vier RTL-SDRs!

Phasenkohärentes *RTL-SDR*-Software-Defined-Radio mit 4 Tunern. Die Anwendungen könnten Funkpeilung, passives Radar, Strahlformung oder die einfache Verwendung als vier praktische *RTL-SDR*-Dongles umfassen. Eine maßgeschneiderte Software, die Peilung und passive Radarfunktionen demonstriert ist verfügbar. Der Basis-DSP und der Phasensynchronisationscode können an jede von Ihnen gewünschte kohärente Anwendung angepasst werden.

Das von der RTL-SDR-Software definierte Funkphänomen hat die Welt verändert, indem ein kostengünstiger Zugriff auf das Funkspektrum ermöglicht wurde. Während RTL-SDR mittlerweile ein relativ ausgereiftes Produkt ist, mit dem fast jeder, der an der Elektronik herumgebastelt hat, gespielt hat, gibt es noch so viel mehr Potenzial, freigeschaltet zu werden.

Ein phasenkohärenter RTL-SDR kann aus zwei oder mehr RTL-SDR-Dongles bestehen, die sich einen gemeinsamen Takt teilen. Mit Hilfe einer Geräuschquelle können die RTL-SDRs miteinander synchronisiert werden. Sobald die Synchronisation abgeschlossen ist, stehen interessante Anwendungen wie Peilung, Strahlformung und passives Radar zur Verfügung.

In den letzten Jahren wurde mehrmals an phasenkohärenten RTL-SDRs gearbeitet und demonstriert. Bei RTL-SDR.com und Othernet haben wir jedoch enttäuscht festgestellt, dass es bisher keine einfache Möglichkeit gab, diese Experimente zu replizieren .

Es war schwierig, die erforderliche Hardware zu erstellen und darauf zuzugreifen, und die Software wurde als unveröffentlichte geschlossene Quelle aufbewahrt oder war viel zu komplex für die Installation und Verwendung.

Mit dem **Kerberos SDR** wollen wir dies ändern, indem wir phasenkohärenten Anwendungen den Zugriff und die Ausführung erleichtern, indem wir einsatzbereite

## KrakenSDR (Draft V1.0A05)

---

Hardware und eine gute Demo-Software mit einer Open-Source-DSP-Codebasis bereitstellen, die erweitert werden kann.

Bitte beachten Sie, dass wir *KerberosSDR* so einfach wie möglich gestalten möchten, dass jedoch mindestens grundlegende bis mäßige Computer- und Funkkenntnisse erforderlich sind oder dass Sie bereit sein müssen, etwas zu lernen. Dies ist ein experimentelles Produkt, und es ist eine gewisse Bereitschaft zum Experimentieren und Erforschen von Lösungen erforderlich. Die Demo-Software, die wir zur Verfügung stellen, ist in der Lage, *Peilung* und *2-RX-Passivradar* zu finden. Für benutzerdefinierte Anwendungen ist Ihr eigener benutzerdefinierter Code oder Ihre eigenen benutzerdefinierten Anwendungen erforderlich.

What's Included?

### **KerberosSDR Board**

The **KerberosSDR** Board which has:

4x RTL-SDR R820T2 Receivers

A wideband noise source that can be switched in software

USB Hub so only one USB connection is required

A calibration board for synchronizing samples with the noise source

A shielded metal enclosure

Internal cables for connecting the two boards and noise source

Was Sie bereitstellen müssen: Sie müssen Ihre eigenen Antennen für Ihre Anwendung bereitstellen (z. B. vier magnetische Peitschen zur Peilung, zwei Richtantennen für passives Radar), ein 5-V-USB-Netzteil, ein microUSB-USB-Kabel und ein Linux-Computer wie ein PC / Laptop oder ein Einplatinencomputer wie ein Raspberry Pi 3/4 oder Tinkerboard. (Muss Linux nativ ausführen - VMs haben zu viel USB-Verzögerung für Kohärenz).

### *KerberosSDR*-Hardwarespezifikationen

Jeder RTL-SDR an Bord des *KerberosSDR* basiert auf den Chips R820T2 und RTL2832U, die dieselben Chips sind, die in den gängigsten RTL-SDR-Dongles verwendet werden.

Frequenzbereich: 24 MHz - 1,7 GHz

ADC-Abtastrate: 2,4 MSPS

Bittiefe: 8 Bits

**KerberosSDR** verbindet seine RTL-SDRs über vier u.FL-Kabel mit der Kalibrierungsplatine. Die Kalibrierungsplatine verfügt dann über vier u.FL -> SMA-Kabel, mit denen Antennen angeschlossen werden können.

Bitte beachten Sie, dass Antennen nicht im Lieferumfang von KerberosSDR enthalten sind. Für Peilanwendungen benötigen Sie vier Rundstrahlantennen (z. B. Magnetpeitschen). Für passives Radar benötigen Sie zwei Richtantennen.

### Energieanforderungen

Der *KerberosSDR* nimmt einen USB-Stromeingang auf. Eine 3A-Versorgung sollte ausreichen. Auf einigen modernen PCs können Sie das Board möglicherweise sogar ohne zusätzliche Stromversorgung direkt mit Strom versorgen.

Anwendungen

Einige Anwendungen umfassen möglicherweise:

- Lokalisieren der Quelle von VHF / UHF-Rauschen, Piraten, Interferenzen, Störsendern, unbekanntem Signalen usw. mithilfe der Funkpeilung (RDF)
- Verwendung von passivem Radar zur Überwachung von Flugzeugen, die kein ADS-B senden

- Überwachung des Fahrzeug- oder Seeverkehrs mit passivem Radar

- Peilung für Amateurfunk-Fuchsjagden

- Ermittlung des Standorts von Rettungs- oder gestohlenen Asset Beacons

Kombinieren Sie mehrere kleine Gerichte, um ein großes Gericht für die Radioastronomie per Beamforming zu erstellen.

Verwendung der vier Tuner als Standard-RTL-SDRs. z.B. zwei für Trunking, eine für ADS-B und eine für Wettersatelliten.

### KerberosSDR Demo Software

Für die Entwicklung der Open-Source-DSP-Software haben wir Tamás Peto engagiert, einen Doktoranden an der Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität Budapest. Er hat eine hervorragende Open-Source-Linux-Demo-Anwendung entwickelt, die für die Peilung und das passive Radar verwendet werden kann. Der DSP und der Synchronisationscode können problemlos erweitert werden, um andere Anwendungen zu implementieren oder Funktionen zu erweitern.

The code can be found at <https://github.com/rtlsdrblog/kerberosdr>, and a guide to installing it can be found at [www.rtl-sdr.com/ksdr](http://www.rtl-sdr.com/ksdr). A support forum is available at <https://www.rtl-sdr.com/forum/viewforum.php?f=9>.

## Verbesserungspunkte zum Vorgänger Modell Kerberos

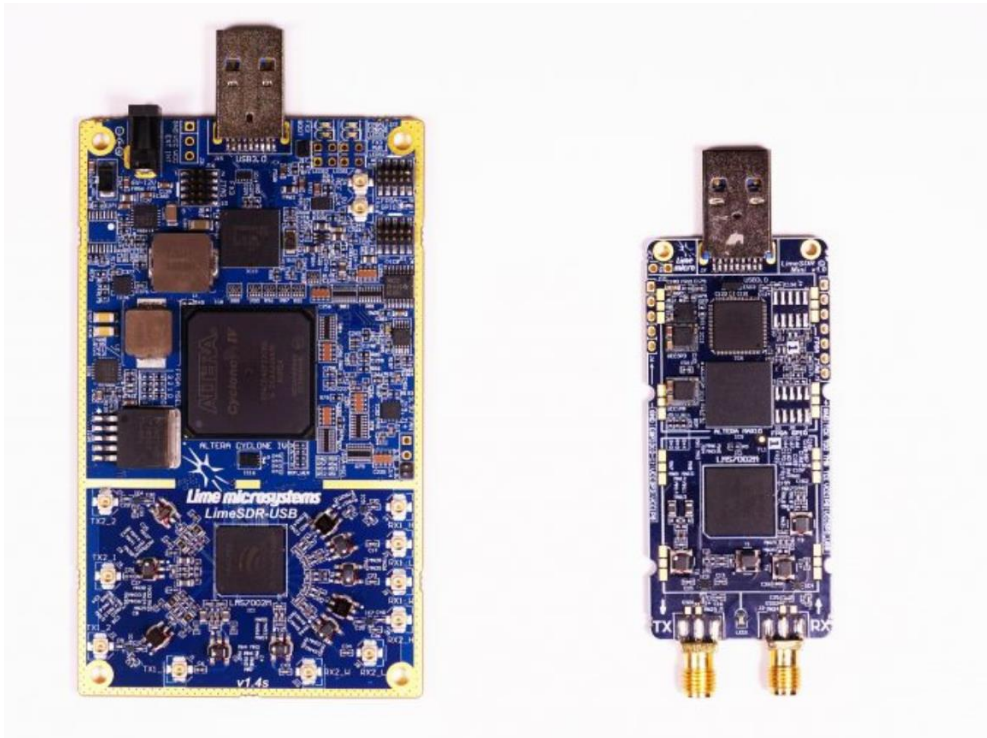
Was habe Martin HB9GYF in Videos gesehen und gehört oder im Internet gelesen, was am Vorgänger Modell nicht optimal war und was verbessert werden soll? Manchmal muss man auch noch selber einen Gedankenschritt durchführen, dass man auf die Punkte kommt. Warum? Ein Verkäufer will das Produkt verkaufen und nicht gleich auf eher schlechte Punkte zu sprechen kommen und dies auch nicht ansprechen. Was ist mir aufgefallen?

- Wenn man die Peilfrequenz veränderte, musste man wiederum kalibrieren. Den Vorgang vom Kalibrieren kenne ich nicht genau, aber es wurde an einem Ort geschrieben, dass man die Antennen abhängen und wieder anschliessen musste. Dies soll beim neuen Kraken SDR nicht mehr der Fall sein.
  - Man musste, gemäss einem anderen Video, zum Kalibrieren die Antennen abhängen und mit 50 Ohm Widerständen kurzschliessen
- Warum nun 5 statt 4 Antennen am Modul angeschlossen sind, weiss ich nicht. Die Vermutung liegt nahe, dass das UCA mit fünf (5) Antennen ein besseres oder genaueres „bearing“ ergibt.
- Wie genau ist das „bearing“?
  - Eine Genauigkeit der Peilung auf plus minus 3 Grad, egal ob MUSIC (MUltiple SIgnal Classification) oder CSD (Cross-Spectral Density) verwendet wird.
- Einschränkungen von CSD
  - CSD geht nur für/mit maximal zwei (2) Antennen
  - CSD kann nur eine (1) Zielfrequenz gleichzeitig auswerten
    - mit MUSIC kann/könnte man mehrere Zielfrequenzen gleichzeitig auswerten, aber KrakenSDR wird im Moment nur eine (1) Zielfrequenz Auswertung unterstützen
- Beim Peilen kann man die Länge der Anzeige (Peil-Linien) lang lassen. Bei der Auswertung stören lange Linien. Sie helfen zwar den Überschneidungspunkt zu finden.
  - Change Request: Man sollte bei der Auswertung die maximale Länge der Strahlen beschränken können. Die Länge könnte ca. 0.5 oder 1 km sein.
- Es wird vermutlich alle Sekunde gemessen. Diese Linien kann man bei der Peilfahrt gar nicht alle einzeichnen. Man müsste die Möglichkeit haben die Anzeige der Peillinien zeitlich zu verstellen.
  - Change Request: Es könnten 5 bis 20 Sekunden sein. Eventuell könnte es das Mittel sein.
- Mehrweg-Peilungen kann ein Mensch optisch ausfiltern (Berge und Felswände sieht man bei der Peilfahrt). Die Peilstriche sind einfach zu weit weg vom Ziel. Oder es hat einen Hügel dazwischen, dann ist die Mehrweg-Peilung auch auf Anhieb erklärlich.
  - Change Request: Die Überschneidungspunkte könnte man auch nach ca. 200 Messungen auch in einem Kreis im dannzumal anzunehmenden oder möglichen Zielgebiet festhalten. Das Zielgebiet (der Zielkreis) würde sich dann bei der Peilfahrt mitverschieben. Die Ansicht wäre so beim Peilen auch schon etwas ruhiger.
- Es geht immer wieder um eine Anzeige bei der Peilfahrt und eine Auswertung, wenn man steht und oder später, wenn man eine Auswertung offline vornimmt.

## LimeSDR

Dies könnte das Peilsystem von Daniel HB9GVD sein, welches er mir nach seinen Ferien mal vorstellt. Wenn ich es ausleihen könnte, würde ich als ersten Peilversuch die beiden Relais Lägern und Uto zuerst vom Schreibtisch aus peilen und wenn das geht, dann die Waservitalisieren im Limmattal mit dem Auto mobil „erkunden“.

Es gibt anscheinend zwei LimeSDR. Der erste etwas grössere hat vier SDR und der LimeSDR mini hat zwei Antennenanschlüsse. Auf den Fotos sind nur beim kleineren die SMA Buchsen zu sehen.

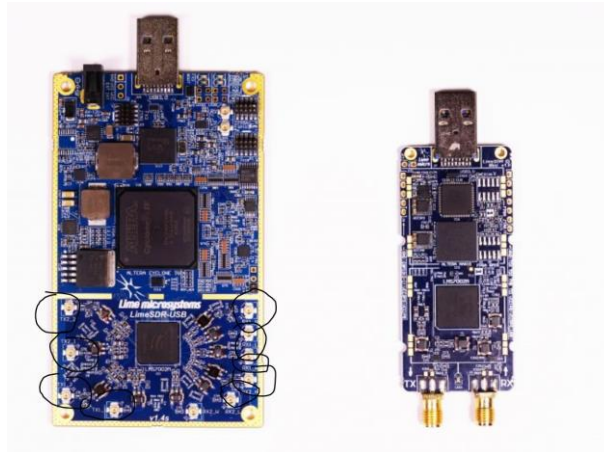


Beim Lime SDR mini hat es zwei SMA Buchsen, eine ist mit TRX und die andere mit RX angeschrieben. Beim Original Lime SDR v1.4 sehe ich keine SMA Buchsen. Oder muss man dann einfach so viele Lime SDR kaufen/beschaffen wie man Antennen hat/benötigt?

Nein, die SMA-Anschlüsse sind drauf und man muss sie von oben herab draufdrehen.

## KrakenSDR (Draft V1.0A05)

---



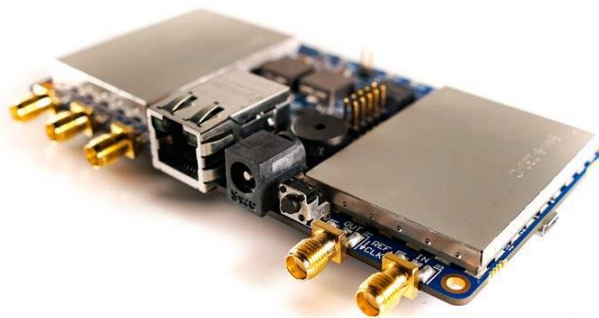
Das Lime SDR mini kann gleichzeitig TX und RX. Der TX Kanal hat frequenzabhängig ca. 20-40 mW Leistung. Man kann im Nov 2021 erst ein Crowed Funding per Ende März 2022 für rund 200 \$ absetzen. Somit fällt Lime SDR Mini im November 2021 raus, weil wir mindestens zwei RX Kanäle benötigen.

Der Lime SDR hat 2x2 Kanäle, 2 TX und 2 RX und kostet ca. 500-600\$.

Am 19.011.2021 meldet sich Daniel HB9GVD mit einer weiteren Variante. Es gibt in der Lime SDR Reihe noch einen dritten Part und das ist der Lime SDR Micro. Einen limenet micro: <https://www.crowdsupply.com/lime-micro/limenet-micro>. Da bringt man auch 4 Antennen ran und noch ein GPS. Auch hier läuft im November 2021 noch ein Crowed Funding.

### LimeNET Micro

A software-defined radio platform with integrated processor for creating self-contained wireless networks



### Wasservitalisierer von Hand peilen

Am Samstagabend 27.11.2021 hatte ich, nachdem ich mit Kurt HB9BZC telefonierte, das ICOM 705 zur Hand genommen und auf 2m im Bereich von 144.012 bis 144.018 MHz hinter einem 2m Koaxkabel eine Loop von ca. 2m Umfang mit RG213 angeschlossen und gemessen. Ich sehe ein paar Signale im Wasserfall und sie sind unterschiedlich stark.

Man kann im Wasserfall die Signale schön ablesen und die Stärke feststellen. Mit „Stärke feststellen ist hier eher die Veränderung in dB auf dem Wasserfall gedacht, wenn man den Loop dreht, nicht die S-Meter Anzeige. Bekanntlich ist es ja so, dass man mit einer Loop bei einer Peilung den Nulldurchgang recht „sauber“ peilen, resp. mit einem Kompass messen kann. Es ist bei den Signalen so, dass bei Wegdrehen die Signale um 20 dB kleiner im Wasserfall sind/werden.

Signale waren auf 14401256, 14401387, 74, 67, 68 ... sie verändern sich in der Frequenz leicht (dieses Verhalten ist zwar bekannt, aber dann später bei einer Peilung mit einem KrakenSDR für dessen Überprüfung der 2D-Konfiguration ev. als Test Case wichtig), 14401836 ... 06, 08, 03 sowie 14401455 ... 60 ersichtlich.

Ein neues Signal fällt nach einer gewissen Zeit auf der Frequenz 144.01460 auf, welches wesentlich stärker ist und der Signalpegel auch mit dem S-Meter gemessen werden kann. Aber es interessierte mich im Moment nur eine möglichst genaue Peilung. Das Minimum war bei 290°. Na ja, es ist klar, das Ziel ist dann natürlich um 90 verschoben. In welcher Richtung (links/rechts), muss eine spätere Kreuzpeilung erweisen. Die Störung hörte am 27.11.2021 um 2140 HBT auf.

### Erste Gedanken zu Peil Test Cases

Test Case 1: Die beiden Relais Lägern und Uto könnten für mich ein erster Test Case für eine Peilung auf dem Büro Tisch sein.

Test Case 2: Kann man so enge Signale mit einer 2D-Konfiguration peilen? Signale waren auf 14401256, 14401387, 74, 67, 68 ... sie verändern sich in der Frequenz leicht. 14401836 ... 06, 08, 03 sowie 14401455 ... 60. Reicht die Einstellung der Zielfrequenz? Wie muss man die eingeben? Von und bis, oder anders? Wie?

Test Case 3: Die Wasservitalisierer, ich schreibe mal nach dem ersten Messabend im Raum Limmattal, könnten ein zweiter Test Case sein. Insofern es z.T. auch gleichzeitig mehrere Wasservitalisierer sind. Ich könnte versuchen, die zuerst zu Hause auf dem Büro Tisch zu peilen und dabei lernen wie die Gain-Funktion geht und eingestellt werden muss, d.h. das Ziel ist im Empfangssignal unterschiedlich stark.

Test Case 4 und 5: Später könnten es auch Test Cases sein mit einem oder mehreren Wasservitalisierern auf unterschiedlichen Frequenzen und gleichzeitig noch mit unterschiedlichen Signalstärken, wenn ich z.B. mit dem Auto zu einem Peilversuch ausfahre.

Merkst Du als aufmerksamer Leser etwas?

Test Case 6: Mit zwei KrakenSDR an unterschiedlichen Standorten gleichzeitig peilen und die Auswertungen nachträglich elektronisch manuell übereinander legen.

Test Case 7: Antennen in einem Kreis mit 6m Radius aufstellen und Signale im 20m Band, d.h. auf 14 MHz peilen.

## Abkürzungen

TDOA Time Difference of Approval Verfahren

DFing Direction Finding

ULA Uniform Linear Array, alle Antennen sind auf einer Linie angeordnet und man weiss nicht woher, lks/rts, das Signal kommt

UCA Uniform Circular Array, alle Antennen sind im Kreis aufgestellt. Anscheinend wichtig ist, dass sie mindesten  $\lambda/4$  auseinander sind.  $\lambda 0.5$  somit, wenn es ein kleineres  $\lambda$  ist, also 0.3 und somit grösserer Abstand der Antennen, dann sei das „bearing“ d.h. die Richtungsauswertung oder Richtungsanzeige besser. Die Koaxkabel zu den fünf (5) Antennen müssen anscheinend sehr präzise gleich lang sein (Laufzeiten der Signale).

MUSIC MUltiple Signal Classification, kann mehrere Zielfrequenzen gleichzeitig bewerten und auch mehrere Antennen bedienen.

CSD Cross-Spectral Density, kann nur eine (1) Zielfrequenz bewerten und nur zwei Antennen bedienen.

### **Noch out of Scope, aber eventuell nächste Aufgabe**

Wenn wir zwei oder drei KrakenSDR bei zwei oder drei OM's einsetzen und die Auswertungen der Peilerggebnisse übereinander zusammenführen, können wir Störer von zu Hause aus sitzend peilen. Martin HB9GYF und Daniel HB9GVD haben im Moment das Crowed Funding KrakenSDR verdoppelt.

Wir sind so ev. rasch in der Lage einen solchen Test dann durchzuführen. Wir müssten vermutlich das Auswertprogramm selber schreiben. Eine Analyse wie die Peildaten vor/nach der Auswertung vorliegen, ist zu prüfen.

Wir könnten auch mal einen Change Request an das Entwickler Crowed Funding Team schreiben und sehen wie die darauf reagieren.

## Out of Scope

Alles was sich mit Zielfrequenz-Peilung und einem 3D Ansatz ergibt ist out of scope. Alles mit 2D ist natürlich in scope.

TDOA mit einem SDR Kiwi Ansatz ist out of scope.

Das Vorgehen mit dem ULA Verfahren ist out of scope.

Alle Methoden wie z.B. Time Division Multiplex Verfahren und Frequency Division Multiplex Verfahren sind out of scope.

Passiv Radar ist out of scope.

Kerberos ist vom gleichen Namen her auch noch ein Derivat von einem IP-Protokoll. Das ist natürlich out of scope.

Die Situation von gleichzeitig zwei oder drei Zielsignalen auf der gleichen oder wirklich fast auf der Frequenz im mittleren oder grösseren Umfeld vom Zielgebiet ist im Moment out of scope. Ein (1) Zielsignal im Zielgebiet ist natürlich in scope.

Die Situation von gleichzeitig zwei oder drei Zielsignalen auf der gleichen oder wirklich fast auf der Frequenz im Empfangsfeld einer entfernten Station ist out of scope. Erläuterungen dazu, was das ist sind im Internet und vermutlich technisch aus den 60er bis 90er Jahre zu finden. Die militärischen Anlagen wurden anfangs 2000 an vielen Orten ausser Betrieb genommen und fast alle abgebaut. Ein Wiki Bild der Wullenweder-Antenne der BND-Aussenstelle Gabelingen sagt mehr als tausend Worte.



Wenn man dazu im Internet etwas forscht, gibt es noch viele anderen interessante Antenne und Gebilde.

Es gibt auch ein interessantes Foto aus der Schweiz von einem drehbaren Gebilde. Wenn ich das nächste Mal drüber stolpere, kopiere ich das Foto hierher.

## KrakenSDR (Draft V1.0A05)

---

CaribouLite RPi Hat mit TX und RX Kanal ist im November 2021 auch ein Crowed Funding Projekt und ist im Moment out of scope, weil wir zum Peilen eigentlich mindestens 2 RX Kanäle benötigen.

Test Case 7: Das gleiche mit drei oder vier KrakenSDR durchführen, ist im Moment out of scope.

Test Case 8: Ein automatischer KrakenSDR Verbund könnte eigentlich ein Zukunftstest Case sein. Er ist mal aufgeschrieben, aber out of scope.

### Feedback

Wenn man etwas aufschreibt, erkennt man die Gedanken, welche in dem Hirn vom Schreiber entstanden sind und/oder vorliegt. Liege ich fachlich falsch? Wo und warum? An was müsste ich noch denken?

Feedback ist jederzeit herzlich bei Martin HB9GYF unter der Mailadresse [hb9gyf@uska.ch](mailto:hb9gyf@uska.ch) willkommen.