



**KRAKENS DR**  
KRAKENRF INC

USERS MANUAL  
BENUTZERHANDBUCH

# PREFACE

Congratulations on receiving your new KrakenSDR!

KrakenSDR is a 5-channel coherent RTL-SDR system. With a coherent RTL-SDR you can expect to be able to setup interesting applications such as radio direction finding, passive radar and beamforming. Or it can be simply used as five individual radio systems.

This manual will explain the device, safety information, its design, and provide some information on its operation.

This paper manual is a regulatory requirement for the EU. Instead of consulting this manual we instead suggest consulting our online guide at [krakenrf.com](http://krakenrf.com) as we are constantly working on the software and adding new features.

# SAFETY & ENVIRONMENT

## HAZARDS

Before getting started with your KrakenSDR, please review these safety instructions.

**Electrical shock:** You could be **INJURED OR KILLED** if live electrical wires touch an antenna that is connected to a KrakenSDR. When dealing with external antennas,

always ensure that your antennas are kept well away from power lines and any other live electrical wires.

**EM leakage:** The KrakenSDR **CANNOT TRANSMIT**, however it contains a built-in internal wideband noise source that is used for phase calibration purposes. Whilst this noise source is low power, isolated from the antennas via a high isolation silicon switch and enclosed within a metal faraday cage, there could be small amounts of wideband EM leakage that could interfere with highly sensitive radio equipment. This leakage has been measured to be well below regulatory compliance thresholds. However, should you remove the enclosure or make any modifications for any reason, noise source leakage may increase beyond compliance thresholds.

**Enclosure temperature:** The KrakenSDR metal enclosure may become warm or hot to the touch during operation.

**Cooling fan blades** The KrakenSDR contains a cooling fan on the enclosure that operates at high RPM. There is a finger guard, however small fingers and debris could get into the fan blades. Take care when handling, and always ensure that the fan area is clear of debris before powering the device.

**Driving risks:** A typical use-case for the KrakenSDR may be using it in a vehicle for radio direction finding. Please always pay attention to the road when using the device in a vehicle and have a passenger performing navigation tasks. Always ensure that antennas on the roof of your vehicle are attached securely and comply with local laws.

**Regions of conflict/war or use in or near sensitive locations:** Any radio receivers used in regions of conflict/war or when used around sensitive locations may not be seen by authorities favourably. Please consider your use of the KrakenSDR very carefully in these areas.

## RECYCLING



The KrakenSDR is compliant with RoHs. However, as the KrakenSDR contains a PCB and electronic components, please do not throw it in the trash. Should you need to dispose of a KrakenSDR, please take it to an e-waste recycling plant, or ship it back to KrakenRF Inc.

## AVOID DAMAGING YOUR KRAKENSDR

### NEARBY TRANSMITTERS

The KrakenSDR is a sensitive radio receiver. Like most radio receivers, any antennas connected to the KrakenSDR **MUST** be kept away from powerful nearby transmitters.

The maximum input power allowed at the SMA port is +10dBm. Please take external measures to block or limit

power if you know that you will be operating next to a powerful transmitter.

## LIGHTNING/ESD DAMAGE

For protection, the KrakenSDR implements ESD diodes, gas discharge tubes, and diode clipping protection.

However, it will not withstand direct or nearby lightning events, or possibly huge ESD events from events like snow and dust storms.

Therefore we suggest that any outdoor connected antenna **MUST** have externally provided lightning and ESD protection measures in place.

## OPERATING ENVIRONMENT

The KrakenSDR has been tested to operate in ambient environments up to 50C. However, for longevity it is recommended to keep it in a cool environment.

## THE KRAKENSDR

Hardware provided in package(s):

1. 1x KrakenSDR
2. (ANTENNA OPTION)
  - a. 5x Magnetic Whip Antennas
  - b. 5x SMA Tee's
  - c. 5x 2M LLMR100 cable

Hardware you'll need to provide:

1. A computing device such as a Raspberry Pi 4, Linux Single Board Computer, or Linux PC.
2. A 5V 2.4A capable USB-C power pack. If you intend on using devices connected to the bias tees, we recommend a 3A capable power pack. The Raspberry Pi official USB-C power pack is a good choice.
3. A USB-C to USB-A data cable. For connecting the data port to your Raspberry Pi 4, Linux Single Board Computer, or Linux PC.
4. Antennas.
  - a. A set of five identical antennas for use with the radio direction finding software.
  - b. Two directional Yagi antennas for use with the passive radar software.

## TECHNICAL SPECIFICATIONS

**Dimensions:** L: 177mm x W: 112.3mm x H: 25.86mm (+4.7mm height for fan finger guard) (See appendix for drawing)

**Weight:** 670g

**Typical Power Draw:** 5v, 2.2A (11W)

**Radio Tuner:** 5x R820T2

**Radio ADC:** 5x RTL2832U

**ADC Bit Depth:** 8-bits

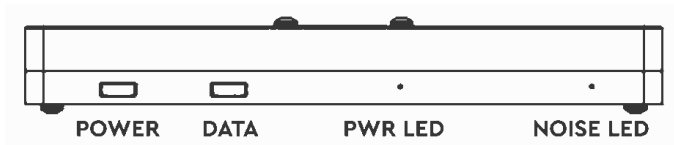
**Frequency Range:** 24 MHz -1766 GHz

**Bandwidth:** 2.56 MHz

**RX Ports:** 5

**Oscillator Stability:** 1PPM

## KRAKENSDR HARDWARE



### KRAKENSDR POWER PORT

The KrakenSDR requires power from a 5V 2.4A capable USB-C power supply. It is also compatible with 'PD' type USB-C power packs that you might find used with laptops.

For use in vehicles, it is possible to use USB cigarette lighter adapters. Make sure that they can support at least 5V 2.4A out. Battery packs can also be used, as long as they support 2.4A or more output current.

**Bias Tee Note:** The KrakenSDR draws 2.2A under nominal operation. If you intend to use the bias tees to power external devices, please ensure that you use a power pack capable of providing the power required. For example, if you use a 3A power pack, you will have about 800 mA current margin.

Note that the KrakenSDR has no power connection on the data port.

### KRAKENSDR DATA PORT

The KrakenSDR requires a USB-C cable to connect the computing device to the data port. Please note that this

data port is not connected to power, so you cannot power the device from the data cable. You must use the data cable AND the power cable together.

Make sure that you use a high-quality USB-C cable.

## KRAKENS DR COOLING

The KrakenSDR is cooled by heatsink fins and a cooling fan. Internally the PCB is thermally connected to the cooled enclosure via a thermally conductive silicon.

KrakenSDR has been tested to operate normally in ambient temperatures of up to 50C / 122F.

We recommend keeping your KrakenSDR out of direct sunlight and in an area with sufficient air flow.

Large sudden temperature swings may cause issues with phase coherence calibration being lost. See information later on periodic software automatic recalibration.

## SMA PORTS

The KrakenSDR has 5 SMA RX IN ports for connecting antennas labelled from CH0 to CH4.

## BIAS TEE

The KrakenSDR can provide 4.5V out via a bias tee out on each of its SMA ports. This can be used for powering external RF components such as LNAs. As mentioned previously, your power pack will need to be able to provide sufficient current to support external devices.



## STATUS LIGHTS

The KrakenSDR provides peep holes for several status lights.

**PWR LED:** If illuminated the white PWR LED to the right of the two USB-C ports indicates that the KrakenSDR is receiving power from the POWER USB-C port.

**NOISE LED:** If illuminated the white NOISE LED to the right of the PWR LED indicates that the noise source on the KrakenSDR is active. This LED may flash briefly every few minutes when running the software if calibration monitoring/auto recalibration is turned on.

**CHANNEL LEDS:** There are five blue CHANNEL LEDS next to each of the SMA ports. If illuminated, these LEDs indicate that that channel tuner has been enumerated by the computing device. It does not indicate if the drivers are installed, or if the DSP software has connected to the tuners.

## KRAKENS DR DESIGN

The KrakenSDR coherent design consists of

- 5x RTL-SDR tuners (with R820T and RTL2832U chips)
- 1x single clock source for all RTL-SDRs
- 1x noise source
- 5x noise / antenna port switches
- 1x USB hub

The KrakenSDR is not a naturally coherent system just by its hardware alone, but the design with the single clock source and noise source with switches allows for coherence to be achieved in software through cross-correlation algorithms.

Upon the start of the software, the noise source will be activated, and each channel correlated against the master channel (CH0 by default). Any sample timing and phase differences will be recorded, and each sample will be adjusted in software.

# RADIO DIRECTION FINDING

For the latest updates on software, we recommend following our software setup guides online at [www.krakenrf.com](http://www.krakenrf.com).

## QUICKSTART WITH ANDROID APP

This quickstart guide aims to have you connected to the Android Direction Finding App as quickly as possible. However, please make sure you read the rest of the manual to understand how direction finding works.

The first step is to burn the KrakenSDR Direction Finding image to an SD Card.

1. Using a PC, download the “Etcher” software from [balena.io/etcher](http://balena.io/etcher).
2. Download the latest KrkeanSDR DF Image zip file from [krakenrf.com](http://krakenrf.com).
3. Use Etcher to burn the SD Card.
4. Insert the card into your Raspberry Pi 4.

The next steps show how to run the software and connecting to the app.

1. Creating a WiFi hotspot with your Android device with username and password credentials `krakensdr/krakensdr`.
2. Plug in your KrakenSDR Power port to a 5V 2.4A capable supply and plug the Data port into the Raspberry Pi 4.
3. Boot up the Raspberry Pi 4 with the KrakenSDR DFing SD card image. Once booted, if the

- KrakenSDR hotspot is detected, the Pi 4 will automatically connect to the hotspot.
4. Via your phone settings, determine the IP address of the connected Raspberry Pi 4.
  5. Open a browser and connect to IP\_ADDR:8080
  6. Start the KrakenSDR by pressing the 'Start' button.
  7. Set the desired frequency, antenna configuration, and other settings for the specific signal of interest.
  8. Open the Android app and enter the IP\_ADDR of the Pi 4 in the settings.
  9. Create a log file by pressing on the save button.
  10. Press the Start DOA button to begin logging data and generating the heatmap.
  11. Drive with your KrakenSDR, either by using the built-in navigation feature in the Android App, or by having your navigator direct you so that you move in the direction of the bearing.

Alternatively, if you do not create a WiFi hotspot with your phone:

1. Plug in your KrakenSDR Power port to a 5V 2.4A capable supply and plug the Data port into the Raspberry Pi 4.
2. Boot up the Raspberry Pi 4 with the KrakenSDR DFing SD card image. The Pi 4 will create its own WiFi hotspot.

3. Open the KrakenSDR Android app, and use the download offline maps feature to download the maps for the region that you will be working in.
4. Connect to the krakensdr WiFi hotspot on your Android device.
5. In your Android WiFi settings find out the IP address of the Pi 4.
6. Enter the IP Address in the KrakenSDR Android App settings.
7. You can now continue from steps 5 onwards in the previous list of steps.

## DIRECTION FINDING BACKGROUND

In a radio direction finding operation the goal is to determine the exact location of an RF transmitter. This may be an illegal or interfering transmitter, a foxhunt beacon, an asset/pet/wildlife tracking beacon, a search and rescue beacon, or maybe just a curious unknown signal.

To locate a transmitter, a bearing towards the transmitter needs to be determined from multiple locations via a radio direction finding device. The bearings should then be plotted, and where they intersect is the estimated location of the transmitter.

However, radio direction finding will always have several degrees of bearing noise inaccuracies, and there will often be poor results due to a phenomenon known as multipath. Multipath is when the signal may be reflecting off some objects such as terrain, buildings or vehicles,

and the radio direction finding system may 'see' that reflection as the source. This can either skew the bearing away from the actual source, or simply provide a totally incorrect reading. The worst case is when the signal source does not have line of sight to the antennas, so only the reflections can be seen.

As an analogous example, you may be indoors looking at sunlight on the wall. If you couldn't see the sun directly, and didn't know any better, you might conclude that the source of light is the wall or window instead of the sun.

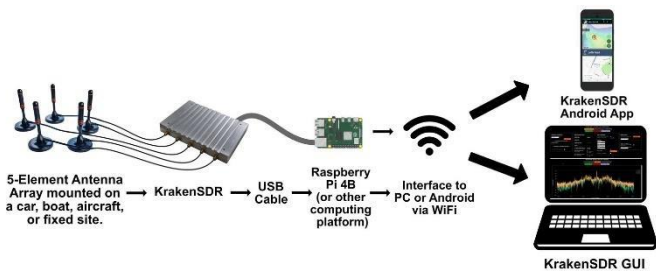
So, if we take a singular reading at a location where the multipath effect is strong due to a lack of line of sight, we may come to the wrong conclusion about the signal source bearing. Therefore, to obtain an accurate location, we need to take multiple readings at multiple locations to average out the incorrect or skewed readings we get from multipath. This can be achieved by either having multiple distributed sites with a KrakenSDRs and antenna array at each site, or by moving a single KrakenSDR around on a vehicle and taking many readings.

## MOBILE VEHICULAR OPERATION THEORY

Many simple radio direction finding systems will have the user drive to different locations, take a manual reading and plot that bearing on a map. With the KrakenSDR system we make use of modern smart phone technologies such as mapping, GPS and compass sensors, to take hundreds of readings by automatically

logging bearings from the KrakenSDR with the current location as the vehicle moves. The system over time generates an average intersection of these readings, essentially pinpointing the location of the transmitter. We make use of the smartphone mapping service MapBox to plot this data on a constantly updating map.

Advanced: The KrakenSDR app actually does something a little more clever than calculating simple intersections of bearing lines. It uses the full 360 degrees of data given by the correlative interferometry system. This 360 degrees of data includes multipath data too. It then overlays this data on a grid, activating each cell the bearing data lies on. Over time, the cell with the most activations is deemed to be the transmitter location.



## KRAKENS DR DOA WEB INTERFACE

### INTERFACE PAGES

**Configuration:** The configuration page contains all the settings to change centre frequency, gain, and to adjust DoA parameters such as array size and algorithm type.

**Spectrum:** The spectrum page displays an RF spectrum and waterfall graph of the currently tuned frequency.

**DOA Estimation:** The DOA Estimation page shows a graph of the currently estimated direction of arrival data.

## CONFIGURATION PAGE SETTINGS

**Centre Frequency:** The frequency at the centre of the active bandwidth.

**Receiver Gain:** The gain setting for all 5 tuners. Check the SNR in the spectrum plot screen, and adjust the gain to achieve high SNR, and avoid the spectrum overloading.

Any changes to the centre frequency or receiver gain are only applied when the “Update Receiver Parameters” button is pressed.

**Antenna Configuration:** Choose what antenna array type you are using, either a linear “ULA” or circular “UCA” antenna configuration.

**Antenna Radius/Inter-element Spacing:** Set the size of the array here (in meters)

**Wavelength Multiplier:** Shows the spacing multiplier based on the frequency and array sizing

**Enable DoA Estimation:** Enable the direction finding algorithms



**DoA Algorithm:** Choose between various direction finding algorithms. In almost all cases you will want to use MUSIC.

**Enable F-B Averaging:** When you use a linear ULA array, this can be enabled and may improve direction finding performance.

**DoA Graph Type:** Changes between a linear, polar or compass style graph for displaying DoA bearings. If you use the compass plot, you can set a compass offset, to compensate for where your array is pointing.

## BASIC DAQ SETTINGS

The DAQ code can be controlled from the web interface too. However, we recommend that only advanced users change DAQ settings.

**Preconfigured DAQ Files:** Choose a DAQ file configuration from a preset.

**Data Block Length:** Integrated time of each processed block. Larger blocks provide more processing gain, at the expense of slow update rates.

**Decimated Bandwidth:** The bandwidth of the system after decimation. Decimation may be required to keep the update rate fast enough for intermittent signals.

**Recalibration Interval:** How many minutes the system waits before checking up on coherence calibration and performing recalibration if calibration was lost for any reason.

The advanced DAQ settings will not be described here. For those settings, please refer to the code technical documentation.

Any changes to the basic or advanced DAQ settings can be applied by pressing the “Reconfigure & Restart DAQ Chain” button. This restart process may take a couple of minutes to complete.

## THE KRAKENS DR ANDROID APP

The KrakenSDR Android app can be downloaded from the Google Play store. Just search for ‘KrakenSDR’.

The app is free and can be installed on any modern Android device with an internet connection, and GPS. We recommend that you have a phone or tablet mount for your vehicle positioned so that you can see the map without compromising on driving safety.

The Android app receives bearing data relative to the antenna from the KrakenSDR software via WiFi. We use the built in GPS and compass sensors in the Android device to determine our true direction of movement, and then the app calculates the true bearing to the transmitter. The true bearing is then plotted on a map from the current GPS position.

## MAIN MAP PAGE BUTTONS

### RIGHT EDGE BUTTONS

**Save:** Create a log file for recording bearing and GPS track data. If you logged data without first creating a log

file, pressing save will create a log file with the temporary data saved in it.

**Load:** Load up a previously saved log file.

**Close:** Close any open log file or reset temporary data.

**Navigation:** Start the turn-by-turn navigation feature.

**Start Logging:** Connect to the KrakenSDR and begin logging data.

**Centre Location:** Centre the map to the current GPS location.

#### TOP BAR BUTTONS

**Magnifier:** Search for a location

**Download:** Download maps for the currently zoomed region

#### SETTINGS PAGE

**Server Address:** The IP address or hostname of the KrakenSDR server (the Pi 4, or computer running the KrakenSDR software)

**Pause Data Collection When Stationary:** If the GPS mode of bearing is used, you may wish to pause data collection when stationary to avoid bad vehicle bearing results.

**Logging Period:** How often the app polls the KrakenSDR server for data. Faster polling may give better results, but can end up with very large log files if the total

logging time is long. There is no use polling faster than the update rate of the KrakenSDR server software.

**Skip Every X Point:** Skip every X log point. Useful if your Android device is a bit slow and struggles to plot many points.

**Minimum Required Confidence:** The confidence value is an estimation on how 'good' a bearing result was. Trial and error with this value may help reduce the data size by discarding the poorest results. But it is generally not required.

**Minimum Required Power:** Discard any values below a certain power level.

**Total Grid Size:** How far the direction finding grid should extend in total.

**Number of Grids per Axis:** Defines the size of each grid cell. More grids per axis results in smaller grids, and greater resolution. At the expense of possible computation time.

**Grid Estimation Mode:** Either choose to use the Full 360 degrees of data provided by the KrakenSDR with the grid system, use only a single bearing for the maximum bearing with the grid system, or use a single bearing with an intersection calculation algorithm. Generally the full 360 method yields the best results.

**Trace Length:** How long the displayed bearing traces should extend on the map.

**Use Kalman Filter for Displayed Bearing:** Direction finding is a noisy process, and the bearing can jump around a lot which can be difficult for a human to track. Here you can enable Kalman Filtering which will filter noise out of the bearing line.

**Map Settings:** Choose between a street or satellite map.

**Camera Mode:** Choose between free and auto camera modes. Free mode allows the user to position the map camera manually. Auto camera will automatically follow the vehicle location.

**Zoom Mode:** Choose between free and auto zoom modes. Free mode allows the zoom to be manually sent. Auto camera automatically zooms to the active area between the vehicle location and estimated location.

**Bearing Mode:** Whether the mapping system uses the GPS or Compass sensor for determining the direction of movement. Generally, the GPS sensor is the most accurate, as long as the device is moving. If compass mode is used you will need to be careful with the direction that the Android device points to. For fixed sites, the antenna array forward bearing, and coordinates can be manually set too.

**Speedometer Units:** Choose between metric and imperial speed units, or turn the speedometer off.

**Antenna Array Type:** Set in the app the type of antenna array that is used by the direction finding system. (May

be depreciated soon in favour of reading this data from the KrakenSDR system)

**Linear Array Plot Direction:** If you are using a linear array, decide if you wish to plot bearings from the forward or backward direction, or both.

**Anti-Clockwise Antenna:** The standard convention is to arrange the antennas in order clockwise. If you arranged them anti-clockwise, select this to reverse the array in software.

## ANTENNA SETUP

For standard direction finding you will need five identical omni-directional antennas. (You can use less antennas, but for best performance we recommend using the full five). These are typically magnet mount whip antennas, or dipoles.

Note that when mounting antennas, the convention is to mount them in a clockwise direction. So antenna one is the first antenna pointing towards bearing zero, antenna two is to the coordinate to the right of antenna one, and so on.

The explanations below provide a bit of detail as to the math behind the antenna spacing. However, in practise, you only need to decide what type of array you want to use, and then you can use an excel sheet calculator to calculate the spacing required. Please see [krakenrf.com](http://krakenrf.com) for the link to the excel sheet.

## UNIFORM CIRCULAR ARRAY

If you wish to determine radio sources from 360 degrees, the antennas should be arranged in a uniform circular array or UCA for short. The interelement spacing (the distance between the tip of each antenna element in the array) needs to be designed specifically for a range of interested frequencies.

You must design your array such that the interelement spacing  $I_e$  is less than half a wavelength  $\lambda$  of your highest frequency of interest

$$I_e = s\lambda$$

where  $s$  is the wavelength spacing multiplier that must be  $\leq 0.5$  and  $\lambda$  is the wavelength in meters.

An array with an interelement spacing larger than this will experience what's called 'ambiguity'. Put simply means that the system may see the signal source coming in from more than one direction, and we have no way to know which is the true direction. This is obviously not ideal, so always keep the multiplier below 0.5.

Using a spacing multiplier less than 0.5 can allow you to design a smaller array size, at the expense of some accuracy. Generally, down to  $s=0.2$  is acceptable. However, it's important to note that the accuracy of the direction-finding result becomes much poorer with smaller spacing multipliers.

From this calculation you can see that the lower the frequency the larger the required array size. This shows

that this type of radio direction finding method can be impractical for frequencies with large wavelengths as the arrays will take up a lot of space. For HF and VHF frequencies with large wavelengths, other radio direction methods like TDoA, Watson-Watt and Yagi based may be more appropriate.

It may be more useful to work with a radius vs interelement spacing. The formula for calculating radius for a given spacing multiplier and wavelength is given by:

$$r = \frac{s\lambda}{\sqrt{2 \left(1 - \cos\left(\frac{360}{n}\right)\right)}}$$

where  $s$  = spacing multiplier,  $\lambda$  = wavelength in meters and  $n$  = number of antenna elements

## UNIFORM LINEAR ARRAY

The other way to set up an array is to use a uniform linear array, which is just the antenna lined up in a straight line. The disadvantage to this arrangement is that you can only receive bearings from 180 degrees, and there is no way of knowing if the signal is coming from in front, or behind the array.

The advantage is much greater accuracy resolution due to a larger possible aperture. Like above, the interelement spacing calculation is the same formula

$$I_e = s\lambda$$



## THEORY OF RESOLVING RESOLUTION

The resolving resolution of the system is effectively the accuracy. If the resolution is 10 degrees, we can say that the actual bearing is somewhere with a 10-degree arc.

If you are interested, we will briefly explain the theory behind what sort of resolution we can expect from this system. With a 5-element circular array spaced at  $0.5 \lambda$ , we might roughly expect a resolution of about 8 degrees. With a 5-element linear array we could roughly expect about 3.4 degrees.

To estimate this, we used the Rayleigh resolution calculation from Physics. The Rayleigh formula states that resolving resolution is given by  $\theta = 1.22\lambda/D$ , where  $D$  is the aperture of the antenna array. For a circular array the aperture is equivalent to the diameter, and for a linear array it's equal to the total length.

So, using the formula above to calculate radius, then multiplying by two to get diameter, we get for a  $n=5$  element circular antenna array with  $s=0.5$  spacing an aperture of  $D=0.85 \lambda$ . Therefore, the Rayleigh equation reduces to  $\theta = 1.22/0.85 = 1.44 \text{ rad} = 83 \text{ degrees}$ .

For a 5-element linear array its aperture is given by the total array length which is given by  $D = (n-1) * s \lambda$ . If we have  $n=5$  elements and  $s=0.5$  spacing, then  $\theta = 1.22/2 = 0.61 \text{ rad} = 34 \text{ degrees}$ .

Because we use 'super-resolution' algorithms like MUSIC, we can improve on the Rayleigh resolution by a

very approximate factor of 10. So, we end up with a resolution of  $83/10 = 8.3$  degrees for the circular array, and  $34/10 = 3.4$  degrees for the linear array.

## DISTRIBUTED NETWORKED DIRECTION FINDING

At the time of writing this manual, our software to provide distributed networked direction finding services is not yet complete. Please check [krakenrf.com](http://krakenrf.com) for updates on the networked direction finding project.

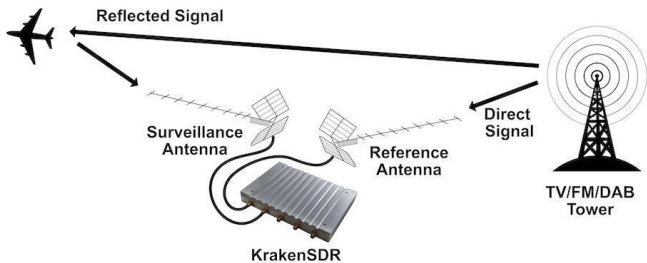
Once complete this software will allow the user to set up multiple KrakenSDR stations within a region and have them all upload bearing data to a central server. The central server will plot the data on a map, automatically combining the bearings into an estimated location of the transmitter.

# PASSIVE RADAR

Active radar systems emit a radio pulse towards a target such as an aircraft and wait for the reflection of that pulse to return. In contrast, a passive radar system emits no signals. Instead, it makes use of already existing powerful transmitters, such as broadcast FM, TV and mobile phone towers.

In a basic two channel passive radar system, you have one 'reference' antenna pointing towards the illuminating transmitter which is used to receive the reference signal cleanly. The second 'surveillance' antenna points towards targets of interest, such as aircraft, cars or marine vessels. The reflections of the illuminating signal from these targets are received by the second antenna.

The reflections are then processed and correlated against the clean reference signal. The result is a 'bistatic range-doppler' graph that shows detected targets as dots. The position of the dot on the graph measures the velocity of the object, and the bistatic distance.



## PASSIVE RADAR GEOMETRY

In a passive radar system, the geometry of the receiver, transmitter and targets of interest is very important for optimizing performance.

The targets and illuminator cannot be both in the same direction. The reason is that we want the reference antenna to receive only the direct reference signal, and most importantly we want the surveillance antenna to only receive the reflected signal. If the surveillance antenna is drowned out by the direct reference signal, it will be difficult to determine the reflections only.

## PASSIVE RADAR ILLUMINATOR CHOICES

In the modern world there are several possible choices for illuminators. The best characteristics are

- **Wideband:** The wider the bandwidth, the greater our radar resolution (up until our max 2.56 MHz bandwidth limit)
- **Stable and 'noise-like':** HDTV digital signals such as ATSC/DVB-T as well as DAB stations appear noise like in the analogue domain. Purely analogue signals like broadcast FM are less desirable. If you must use broadcast FM, a trick is to use heavy metal stations, since heavy metal is close to white noise.
- **High power:** The higher the transmit power, generally the higher power the weak reflections will be.

With these characteristics in mind, we recommend using HDTV signals, or secondly DAB signals if they exist in your area. Mobile phone 3G/4G/5G signals can also work, but their transmit power is much lower, so they will work only over a smaller area. Broadcast FM is the least desirable due to its small bandwidth and least noise-like characteristics.

## PASSIVE RADAR ANTENNAS

As per the chapter on geometry, it is desirable that the reference and surveillance signals are isolated from each other's antenna. To help with this requirement we can use directional antennas. Directional antennas are antennas that receive with high gain in one direction, but by design attenuate signals in all other directions.

For basic passive radar you will need two directional antennas, such as Yagi's. As HDTV signals are perfect for passive radar, it is possible and recommended to use cheap TV Yagi antennas from the local electronics store.

## PASSIVE RADAR SOFTWARE

We have created software that can implement basic 2-channel passive radar. To install it please see our website at [www.krakenrf.com](http://www.krakenrf.com) for the most up to date instructions.

Like the direction finding software, the passive radar software has a configuration and spectrum display screen. The difference is the last page, which is the Passive Radar range-doppler display.

## PASSIVE RADAR CONFIGURATION SETTINGS

**Enable Passive Radar:** Enable the passive radar computations to be performed.

**Clutter Cancellation:** In most scenarios an algorithm to cancel out stationary ‘clutter’ will need to be used, otherwise stationary clutter returns will dominate, hiding the fainter returns from moving objects. At the time of writing this manual there is one clutter cancellation algorithm called “Wiener MRE” implemented.

**Max Bistatic Range:** How many kilometers of bi-static range to plot on the bi-static range-doppler graph. Depends on your setup.

**Max Doppler:** What is the max doppler (speed) reading that should be plotted on the range-doppler graph.

**PR Persist:** If enabled, the range doppler display will maintain a history of previous plots with some decay value.

**Persist Decay:** The amount to decay older plots each cycle.

**Dynamic Range:** Choose the plot thresholds for dynamic range. Adjust with trial and error depending on your specific setup until you get a good looking range-doppler graph that shows the moving objects clearly.

## PASSIVE RADAR DAQ DATA BLOCK LENGTH /CPI SIZE SETTING GUIDE

The data block length (aka CPI Size) specifies the length of time radio data is collected. This block of data is then forwarded onwards for DSP processing.

For passive radar the data block length is an important parameter. Longer data block lengths result in more processing gain (weaker signal detections), and better range-resolution. This comes at the expense of a slower update rate and more CPU processing time. If you run on a fast machine, the update rate will be equal to the data block length time.

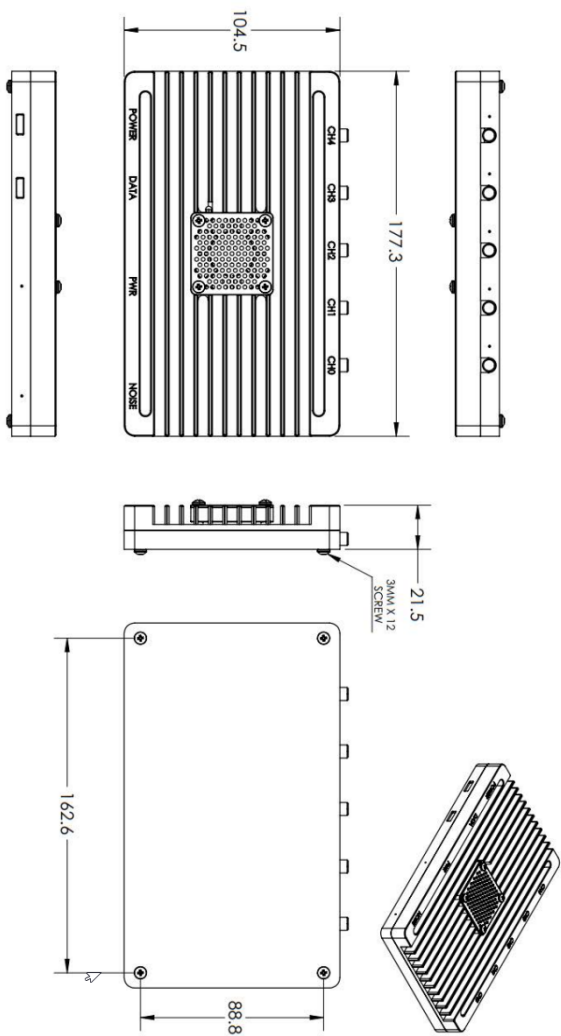
Another expense is that fast moving objects could spread their energy out over multiple range-doppler cells if the data block length is too long.

We have included three preconfigured DAQ files that can be used which set optimized data block lengths. They are “pr\_2ch\_2pow20”, “pr\_2ch\_2pow21” and “pr\_2ch\_2pow22”. The latter files have higher data block lengths, but update the display slower.

The optimal preconfig file will depend on the specific passive radar implementation. So we recommend experimenting with each type.

APPENDIX  
ENCLOSURE DRAWING





## CONNECTING TO AN ESTABLISHED WIFI NETWORK

If you are using either the Kraken DF or Kraken PR software on a fixed WiFi network, instead of via hotspots, you will need to add your WiFi network details. To do so you will need to temporarily connect your Pi 4 to a monitor and keyboard, or connect your Pi 4 via Ethernet and SSH into it.

The default login credentials for the terminal and SSH are pi/krakensdr.

To add your network edit the file wpa\_supplicant.conf

```
sudo nano
/etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

Add your own network by adding the following text

```
network={
    ssid="MY_WIFI_SSID"
    psk="MY_WIFI_PASSWORD"
}
```

Then Press "CTRL+X", "Y" to close and save the file. Now when you reboot the Pi 4 should automatically connect to your network.

## SUPPORT

Please consult our website at [krakenrf.com](http://krakenrf.com) for support options.

## WARRANTY

The KrakenSDR has a one-year warranty from manufacturing defects.

Please keep in mind the warranty will not cover damage from external events such as lightning or ESD.

## REGISTRATION INFORMATION

Please register your KrakenSDR at [krakenrf.com](http://krakenrf.com).



**KRAKENSDR**  
KRAKENRF INC

# BENUTZERHANDBUCH

# VORWORT

Herzlichen Glückwunsch zum Erhalt Ihres neuen Kraken SDR!

Kraken SDR ist ein kohärentes 5-Kanal-RTL-SDR-System. Mit einem kohärenten RTL-SDR können Sie interessante Anwendungen wie Funkpeilung, passives Radar und Beamforming aufbauen. Oder es kann einfach als fünf einzelne Funksysteme genutzt werden.

Dieses Handbuch erläutert das Gerät, die Sicherheitshinweise, der Aufbau und einige Informationen zur Bedienung.

Dieses Papierhandbuch ist für die Europäische Union gesetzlich vorgeschrieben. Wir empfehlen Ihnen, anstelle dieses Handbuchs unser Online-Handbuch unter [krakenrf.com](http://krakenrf.com) zu konsultieren, da wir ständig an der Software arbeiten und neue Funktionen hinzufügen.

## SICHERHEIT UND UMWELT

### GEFAHREN

Bevor Sie mit Ihrem Kraken SDR loslegen, lesen Sie bitte diese Sicherheitshinweise durch.

**Stromschlag:** Sie können **verletzt oder getötet** werden, wenn stromführende Leitungen eine Antenne berühren,

die an einen Kraken SDR angeschlossen ist. Achten Sie beim Umgang mit externen Antennen immer darauf, dass die Antennen von Stromleitungen und anderen stromführenden Drähten ferngehalten werden.

**EM-Leckagen:** Das Kraken SDR **kann nicht senden**, enthält jedoch eine eingebaute Breitband-Rauschquelle, die für die Phasenkalibrierung verwendet wird. Obwohl diese Rauschquelle eine geringe Leistung hat, von den Antennen über einen hochisolierenden Siliziumschalter isoliert ist und in einem faradayschen Käfig aus Metall eingeschlossen ist, kann es zu geringen Mengen an Breitband-EM-Leckagen kommen, die hochempfindliche Funkgeräte stören können. Diese Leckage wurde gemessen und liegt weit unter den gesetzlichen Grenzwerten. Sollten Sie jedoch das Gehäuse entfernen oder aus irgendeinem Grund Modifikationen vornehmen, kann die Leckage der Rauschquelle über die Grenzwerte hinaus ansteigen.

**Gehäusetemperatur:** Das Metallgehäuse des Kraken SDR kann sich während des Betriebs warm oder heiß anfühlen.

**Lüfterblätter** Der Kraken SDR verfügt über einen Lüfter am Gehäuse, der mit hoher Drehzahl (Runden pro Minute) arbeitet. Es gibt zwar einen Fingerschutz, aber kleine Finger und Fremdkörper könnten in die Lüfterblätter gelangen. Seien Sie vorsichtig bei der Handhabung und vergewissern Sie sich, dass der

Lüfterbereich frei von Schmutz ist, bevor Sie das Gerät einschalten.

**Risiken beim Fahren:** Ein typischer Anwendungsfall für den Kraken SDR ist die Verwendung in einem Fahrzeug zur Funkpeilung. Achten Sie bitte immer auf die Straße, wenn Sie das Gerät in einem Fahrzeug verwenden, und lassen Sie einen Beifahrer Navigationsaufgaben durchführen. Stellen Sie immer sicher, dass die Antennen auf dem Dach Ihres Fahrzeugs sicher befestigt sind und den örtlichen Gesetzen entsprechen.

**Konflikt-/Kriegsregionen oder Verwendung an oder in der Nähe von sensiblen Orten:** Funkempfänger, die in Konflikt-/Kriegsgebieten oder in der Nähe von sensiblen Orten eingesetzt werden, werden von den Behörden möglicherweise nicht wohlwollend betrachtet. Bitte überlegen Sie sich den Einsatz des Kraken SDR in diesen Gebieten sehr genau.

## VERWERTUNG



Der Kraken SDR ist konform mit den RoHs. Da der Kraken SDR jedoch eine Leiterplatte und elektronische Komponenten enthält, werfen Sie ihn bitte nicht in den Müll. Sollten Sie ein KrakenSDR entsorgen müssen,

bringen Sie es bitte zu einem E-Schrott-Recyclingbetrieb oder schicken Sie es an Kraken RF Inc. zurück.

## VERMEIDEN SIE SCHÄDEN AN IHREM KRAKENS DR

### SENDER IN DER NÄHE

Der Kraken SDR ist ein empfindlicher Funkempfänger. Wie bei den meisten Funkempfängern MÜSSEN alle an den Kraken SDR angeschlossenen Antennen von starken Sendern in der Nähe ferngehalten werden.

Die maximal zulässige Eingangsleistung am SMA-Anschluss beträgt +10 dBm. Bitte treffen Sie externe Maßnahmen, um die Leistung zu blockieren oder zu begrenzen, wenn Sie wissen, dass Sie in der Nähe eines starken Senders arbeiten werden.

### BLITZSCHLAG/ESD-SCHÄDEN

Zum Schutz sind im Kraken SDR ESD-Dioden, Gasentladungsröhren und Dioden-Clipping-Schutz implementiert.

Es ist jedoch nicht gegen direkte oder nahe Blitzeinschläge oder möglicherweise große ESD-Ereignisse wie Schnee- und Staubstürme geschützt.

Daher empfehlen wir, dass jede im Freien angeschlossene Antenne über externe Blitzschutz- und ESD-Schutzmaßnahmen verfügen MUSS.



## BETRIEBSUMGEBUNG

Der Kraken SDR wurde für den Betrieb in Umgebungen mit bis zu 50 °C getestet. Für eine lange Lebensdauer wird jedoch empfohlen, ihn in einer kühlen Umgebung aufzubewahren.

## DER KRAKENS DR

In der/den Verpackung(en) enthaltene Hardware:

1. 1x Kraken SDR
2. (OPTION ANTENNE)
  - a. 5x Magnetische Peitschenantennen
  - b. 5x SMA Tee's
  - c. 5x 2M LLMR100-Kabel

Hardware, die Sie zur Verfügung stellen müssen:

1. Ein Computergerät wie z.B. ein Raspberry Pi 4, ein Linux Single Board Computer oder ein Linux PC.
2. Ein 5V 2,4A fähiges USB-C-Netzteil. Wenn Sie beabsichtigen, Geräte zu verwenden, die mit den Bias-Tees verbunden sind, empfehlen wir ein 3A-fähiges Netzteil. Das offizielle USB-C-Netzteil des Raspberry Pi ist eine gute Wahl.
3. Ein USB-C zu USB-A Datenkabel. Für den Anschluss des Datenports an Ihren Raspberry Pi 4, Linux Single Board Computer oder Linux PC.
4. Antennen.

- a. Ein Satz von fünf identischen Antennen zur Verwendung mit der Funkpeilungssoftware.
- b. Zwei gerichtete Yagi-Antennen zur Verwendung mit der passiven Radarsoftware.

## TECHNISCHE DATEN

**Abmessungen:** Länge: 177mm x Breite: 112.3mm x Höhe: 25.86mm (+4.7mm Höhe für Lüfter-Fingerschutz) (Siehe Anhang für Zeichnung)

**Gewicht:** 670g

**Typische Leistungsaufnahme:** 5v, 2.2A (11W)

**Funk-Tuner:** 5x R820T2

**Funk-ADC:** 5x RTL2832U

**ADC-Bit-Tiefe:** 8-Bit

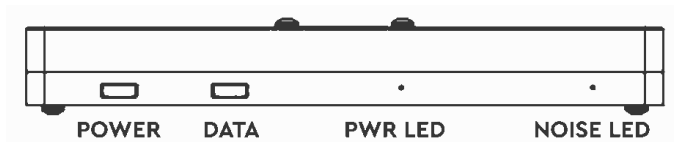
**Frequenzbereich:** 24 MHz -1766 GHz

**Bandbreite:** 2,56 MHz

**RX-Anschlüsse:** 5

**Oszillator-Stabilität:** 1 PPM / 23°C

## KRAKENS DR-HARDWARE



## KRAKENS DR STROMANSCHLUSS

Der KrakenSDR benötigt eine Stromversorgung über ein USB-C-Netzteil mit 5 V und 2,4 A. Er ist auch mit USB-C-

Netzteilen des Typs "PD" kompatibel, die Sie vielleicht bei Laptops verwenden.

Für den Einsatz in Fahrzeugen können USB-Adapter für den Zigarettenanzünder verwendet werden. Vergewissern Sie sich, dass diese mindestens 5 V und 2,4 A ausgeben können. Es können auch Akkus verwendet werden, sofern sie einen Ausgangsstrom von 2,4 A oder mehr unterstützen.

Hinweis zum Bias-Tee: Der KrakenSDR zieht im Nennbetrieb 2,2 A. Wenn Sie beabsichtigen, die Bias-Tees zur Stromversorgung externer Geräte zu verwenden, stellen Sie bitte sicher, dass Sie ein Netzteil verwenden, das den erforderlichen Strom liefern kann. Wenn Sie z.B. ein 3A-Netzteil verwenden, haben Sie eine Stromreserve von 800 mA.

Beachten Sie, dass der KrakenSDR keinen Stromanschluss am Datenport hat.

## KRAKENS DR DATENANSCHLUSS

Der KrakenSDR benötigt ein USB-C-Kabel, um das Computergerät mit dem Datenanschluss zu verbinden. Bitte beachten Sie, dass dieser Datenanschluss nicht mit der Stromversorgung des Kraken SDR verbunden ist, sodass Sie das Gerät nicht über das Datenkabel mit Strom versorgen können. Sie müssen das Datenkabel UND das Stromkabel zusammen verwenden.

Stellen Sie sicher, dass Sie ein hochwertiges USB-C-Kabel verwenden.

## KRAKENS DR KÜHLUNG

Der KrakenSDR wird durch Kühlrippen und einen Lüfter gekühlt. Intern ist die Leiterplatte über wärmeleitendes Silikon mit dem gekühlten Gehäuse thermisch verbunden.

KrakenSDR wurde für den normalen Betrieb bei Umgebungstemperaturen von bis zu 50C / 122F getestet.

Wir empfehlen, Ihr KrakenSDR vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen und an einem Ort mit ausreichender Luftzirkulation aufzubewahren.

Große plötzliche Temperaturschwankungen können dazu führen, dass die Phasenkohärenzkalibrierung verloren geht. Siehe spätere Informationen zur regelmäßigen automatischen Neukalibrierung durch die Software.

## SMA-ANSCHLÜSSE

Der KrakenSDR hat fünf SMA RX IN Ports für den Anschluss von Antennen mit der Bezeichnung CH0 bis CH4.

## BIAS TEE

Der KrakenSDR kann an jedem seiner SMA-Anschlüsse 4,5 V über ein Bias-T-Stück ausgeben. Dies kann für die Versorgung externer HF-Komponenten wie LNAs verwendet werden. Wie bereits erwähnt, muss Ihr Netzteil in der Lage sein, ausreichend Strom zu liefern, um externe Geräte zu unterstützen.

## STATUS LICHTER

Das KrakenSDR-Gehäuse hat Bohrungen für mehrere Statusleuchten.

**PWR-LED:** Wenn die weiße PWR-LED rechts neben den beiden USB-C-Anschlüssen leuchtet, zeigt dies an, dass der KrakenSDR über den POWER-USB-C-Anschluss mit Strom versorgt wird.

**NOISE-LED:** Wenn die weiße NOISE-LED rechts neben der PWR-LED leuchtet, zeigt sie an, dass die Rauschquelle des KrakenSDR aktiv ist. Diese LED kann während der Ausführung der Software alle paar Minuten kurz aufblinken, wenn die Kalibrierungsüberwachung/automatische Neukalibrierung aktiviert ist.

**KANAL-LEDS:** Neben jedem der SMA-Anschlüsse befinden sich fünf blaue KANAL-LEDS. Wenn diese LEDs leuchten, zeigen sie an, dass der betreffende Kanaltuner vom Computer erkannt wurde. Sie zeigen nicht an, ob die Treiber installiert sind oder ob die DSP-Software eine Verbindung zu den Tunern hergestellt hat.

## KRAKENS DR ENTWURF

Das kohärente Design von KrakenSDR besteht aus

- 5x RTL-SDR-Tuner (mit R820T- und RTL2832U-Chips)
- 1x eine einzelne Taktquelle für alle RTL-SDRs
- 1x Geräuschquelle

- 5x Umschalter für Rauschen / Antennenanschluss
- 1x USB-Hub

Der KrakenSDR ist durch seine Hardware allein noch nicht ein natürlich kohärentes System, aber das Design mit einer einzigen Taktquelle und einer Rauschquelle mit Schaltern ermöglicht es, die Kohärenz in der Software durch Kreuzkorrelationsalgorithmen zu erreichen.

Beim Start der Software wird die Rauschquelle aktiviert, und jeder Kanal wird mit dem Hauptkanal (standardmäßig CH0) korreliert. Alle Zeit- und Phasendifferenzen werden aufgezeichnet, und jedes Sample wird in der Software angepasst.

# RADIO RICHTUNGSFINDUNG

Für die neuesten Software-Updates empfehlen wir Ihnen, unsere Software-Setup-Anleitungen online unter [www.krakenrf.com](http://www.krakenrf.com) zu lesen.

## QUICKSTART MIT ANDROID-APP

Diese Kurzanleitung soll Ihnen helfen, so schnell wie möglich eine Verbindung mit der Android-Peilungs-App herzustellen. Bitte lesen Sie jedoch unbedingt den Rest des Handbuchs durch, um zu verstehen, wie die Peilung funktioniert.

Der erste Schritt besteht darin, das KrakenSDR Direction Finding Image auf eine SD-Karte zu brennen.

1. Laden Sie auf einem PC die Software "Etcher" von [balena.io/etcher](http://balena.io/etcher) herunter.
2. Laden Sie die neueste KrakenSDR DF Image Zip-Datei von [krakenrf.com](http://krakenrf.com) herunter.
3. Verwenden Sie Etcher, um die SD-Karte zu brennen.
4. Stecken Sie die Karte in Ihren Raspberry Pi 4.

Die nächsten Schritte zeigen, wie Sie die Software ausführen und eine Verbindung zur App herstellen.

1. Erstellen Sie auf Ihrem Android-Gerät einen WiFi-Hotspot mit Benutzernamen `krakensdr` und Passwort `krakensdr`.
2. Schließen Sie den KrakenSDR-Stromanschluss an eine 5V 2,4A-fähige Stromversorgung an und

verbinden Sie den Datenanschluss mit dem Raspberry Pi 4.

3. Starten Sie den Raspberry Pi 4 mit dem KrakenSDR SD-Karten-Image. Sobald der Pi 4 gebootet ist und der KrakenSDR-Hotspot erkannt wird, verbindet er sich automatisch mit dem Hotspot.
4. Ermitteln Sie über Ihre Telefoneinstellungen die IP-Adresse (IP\_ADDR) des angeschlossenen Raspberry Pi 4.
5. Öffnen Sie einen Browser und verbinden Sie sich mit IP\_ADDR:8080
6. Starten Sie KrakenSDR durch Drücken der Schaltfläche "Start".
7. Legen Sie die gewünschte Frequenz, Antennenkonfiguration und andere Einstellungen für das gewünschte Signal fest.
8. Öffnen Sie die Android-App und geben Sie in den Einstellungen die IP\_ADDR des Pi 4 ein.
9. Erstellen Sie eine Protokolldatei, indem Sie auf die Schaltfläche "Speichern" klicken.
10. Drücken Sie auf die Schaltfläche "Start DOA", um mit der Aufzeichnung der Daten und der Erstellung der Heatmap zu beginnen.
11. Fahren Sie mit Ihrem KrakenSDR los, indem Sie entweder die integrierte Navigationsfunktion in der Android-App nutzen oder sich von Ihrem Navigationsgerät in die Richtung der Peilung führen lassen.



Alternativ können Sie auch darauf verzichten, auf Ihrem Telefon einen WiFi-Hotspot einzurichten:

1. Schließen Sie den KrakenSDR-Stromanschluss an eine 5V 2,4A-fähige Stromversorgung an und verbinden Sie den Datenanschluss mit dem Raspberry Pi 4.
2. Starten Sie den Raspberry Pi 4 mit dem KrakenSDR SD-Karten-Image. Der Pi 4 wird seinen eigenen WiFi-Hotspot erstellen.
3. Öffnen Sie die KrakenSDR Android-App und verwenden Sie die Funktion "download offline maps" um die Karten für die Region herunterzuladen, in der Sie arbeiten werden.
4. Verbinden Sie sich mit dem krakenSDR WiFi-Hotspot auf Ihrem Android-Gerät.
5. Finden Sie in Ihren Android WiFi-Einstellungen die IP-Adresse des Pi 4 heraus.
6. Geben Sie die IP-Adresse in den Einstellungen der KrakenSDR Android App ein.
7. Sie können nun ab Schritt 5 in der vorherigen Liste der Schritte fortfahren.

## RICHTUNGSBESTIMMUNG HINTERGRUND

Bei einer Funkpeilung geht es darum, den genauen Standort eines HF-Senders zu bestimmen. Dabei kann es sich um einen illegalen oder störenden Sender, eine Bake zur Fuchsjagd, eine Bake zum Aufspüren von Gegenständen/Tieren/Wildtieren, eine Such- und Rettungsbake oder einfach um ein unbekanntes Signal handeln.

Um einen Sender zu orten, muss von mehreren Standorten aus mit einem Funkpeilgerät eine Peilung zum Sender ermittelt werden. Die Peilungen sollten dann aufgezeichnet werden. Der Schnittpunkt der Peilungen ist der geschätzte Standort des Senders.

Die Funkpeilung weist jedoch immer eine gewisse Ungenauigkeit durch Peilrauschen auf, und oft sind die Ergebnisse aufgrund eines Phänomens, das als Mehrwegeeffekt bekannt ist, schlecht. Mehrwegeeffekte entstehen, wenn das Signal von bestimmten Objekten wie Gelände, Gebäuden oder Fahrzeugen reflektiert wird und das Funkpeilsystem diese Reflexion als Quelle "sieht". Dies kann entweder die Peilung von der tatsächlichen Quelle wegzerren oder einfach eine völlig falsche Anzeige liefern. Der schlimmste Fall ist, wenn die Signalquelle keine Sichtverbindung zu den Antennen hat, so dass nur die Reflexionen gesehen werden können.

Ein analoges Beispiel: Sie befinden sich in einem Raum und betrachten das Sonnenlicht an der Wand. Wenn Sie die Sonne nicht direkt sehen könnten und es nicht besser wüssten, würden Sie vielleicht zu dem Schluss kommen, dass die Lichtquelle die Wand oder das Fenster ist und nicht die Sonne.

Wenn wir also eine einzelne Messung an einem Ort vornehmen, an dem der Mehrwegeeffekt aufgrund einer fehlenden Sichtlinie stark ist, können wir zu einer falschen Schlussfolgerung bezüglich der Peilung der Signalquelle kommen. Um eine genaue Ortung zu

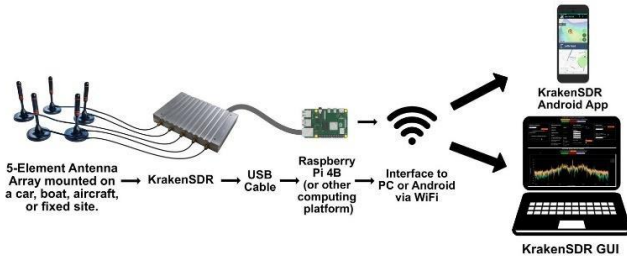
erhalten, müssen wir daher mehrere Messungen an mehreren Orten vornehmen, um die falschen oder verzerrten Messwerte, die wir aufgrund des Mehrwegeffekts erhalten, auszugleichen. Dies kann entweder durch mehrere verteilte Standorte mit einem KrakenSDR und einer Antennengruppe an jedem Standort erreicht werden, oder indem man einen einzelnen KrakenSDR auf einem Fahrzeug bewegt und viele Messungen vornimmt.

## THEORIE DES MOBILEN FAHRZEUGBETRIEBS

Bei vielen einfachen Funkpeilsystemen muss der Benutzer zu verschiedenen Orten fahren, eine manuelle Messung vornehmen und diese Peilung auf einer Karte eintragen. Mit dem KrakenSDR-System nutzen wir moderne Smartphone-Technologien wie Kartenmaterial, GPS und Kompassensoren, um Hunderte von Messwerten zu erfassen, indem wir automatisch die Peilungen des KrakenSDR mit dem aktuellen Standort aufzeichnen, während sich das Fahrzeug bewegt. Das System erstellt im Laufe der Zeit eine durchschnittliche Schnittmenge dieser Messwerte, die im Wesentlichen den Standort des Senders angibt. Wir nutzen den Smartphone-Kartendienst Map Box, um diese Daten auf einer sich ständig aktualisierenden Karte darzustellen.

Fortgeschrittene: Die KrakenSDR-App ist etwas raffinierter als die Berechnung einfacher Schnittpunkte von Peillinien. Sie nutzt die vollen 360 Grad der Daten, die das korrelative Interferometriesystem liefert. Diese 360-Grad-Daten enthalten auch Mehrwegdaten. Diese

Daten werden dann auf einem Raster überlagert, wobei jede Zelle aktiviert wird, auf der die Peilungsdaten liegen. Im Laufe der Zeit wird die Zelle mit den meisten Aktivierungen als der Standort des Senders angesehen.



## KRAKENSDR DOA WEB-SCHNITTSTELLE

### INTERFACE-SEITEN

**Konfiguration:** Die Konfigurationsseite enthält alle Einstellungen zur Änderung der Mittenfrequenz, der Verstärkung und zur Anpassung der DoA-Parameter wie Array-Größe und Algorithmus-Typ.

**Spektrum:** Die Spektrum-Seite zeigt ein HF-Spektrum und ein Wasserfalldiagramm der aktuell eingestellten Frequenz an.

**DoA-Schätzung:** Die Seite DoA-Schätzung zeigt ein Diagramm der aktuell geschätzten Ankunftsrichtung an.

## KONFIGURATIONSSSEITE EINSTELLUNGEN

**Center Frequency:** Die Frequenz in der Mitte der aktiven Bandbreite.

**Receiver Gain:** Die Verstärkungseinstellung für alle fünf Tuner. Überprüfen Sie das SNR im Spektrum-Plot-Bildschirm und passen Sie die Verstärkung an, um eine hohe SNR zu erreichen und eine Überlastung des Spektrums zu vermeiden.

Änderungen der Mittenfrequenz oder der Verstärkung des Empfängers werden erst übernommen, wenn die Schaltfläche "Update Receiver Parameters" gedrückt wird.

**Antenna Configuration:** Wählen Sie die Art der Antennengruppe, die Sie verwenden, entweder eine lineare "ULA"- oder eine zirkuläre "UCA"-Antennenkonfiguration.

**Antenna Radius/Inter-element Spacing:** Stellen Sie hier die Größe des Arrays ein (in Metern).

**Wavelength Multiplier:** Zeigt den Abstandsmultiplikator basierend auf der Frequenz und der Array-Größe an.

**Enable DoA Estimation:** Aktivieren Sie die Algorithmen zur Richtungsbestimmung

**DoA Algorithm:** Wählen Sie zwischen verschiedenen Peilalgorithmen. In fast allen Fällen werden Sie sich für MUSIC entscheiden.

**Enable F-B Averaging:** Wenn Sie ein lineares ULA-Array verwenden, kann diese Funktion aktiviert werden und die Peilleistung verbessern.

**DoA Graph Type:** Wechselt zwischen einem linearen, polaren oder kompassähnlichen Diagramm zur Anzeige von DoA-Peilungen. Wenn Sie die Kompassdarstellung verwenden, können Sie einen Kompass-Offset einstellen, um die Ausrichtung des Arrays zu kompensieren.

## GRUNDLEGENDE DAQ-EINSTELLUNGEN

Der DAQ-Code kann auch über die Weboberfläche gesteuert werden. Wir empfehlen jedoch, dass nur erfahrene Benutzer die DAQ-Einstellungen ändern.

**Preconfigured DAQ Files:** Wählen Sie eine DAQ-Dateikonfiguration aus einer Reihe von Voreinstellungen.

**Data Block Length:** Integrierte Zeit der einzelnen verarbeiteten Blöcke. Größere Blöcke bieten einen größeren Verarbeitungsgewinn, allerdings auf Kosten langsamer Aktualisierungsraten.

**Decimated Bandwidth:** Die Bandbreite des Systems nach der Dezimierung. Eine Dezimierung kann erforderlich sein, um die Aktualisierungsrate für intermittierende Signale schnell genug zu halten.

**Recalibration Interval:** Wie viele Minuten das System wartet, bevor es die Kohärenzkalibrierung überprüft und eine Neukalibrierung durchführt, wenn die Kalibrierung aus irgendeinem Grund verloren gegangen ist.

Die erweiterten DAQ-Einstellungen werden hier nicht beschrieben. Für diese Einstellungen lesen Sie bitte die technische Dokumentation des Codes.

Alle Änderungen an den grundlegenden oder erweiterten DAQ-Einstellungen können durch Drücken der Schaltfläche "Reconfigure & Restart DAQ Chain" übernommen werden. Dieser Neustart kann einige Minuten in Anspruch nehmen.

## DIE KRAKENS DR ANDROID-ANWENDUNG

Die KrakenSDR Android-App kann im Google Play Store heruntergeladen werden. Suchen Sie einfach nach "KrakenSDR".

Die App ist kostenlos und kann auf jedem modernen Android-Gerät mit einer Internetverbindung und GPS installiert werden. Wir empfehlen Ihnen, eine Telefon- oder Tablet-Halterung für Ihr Fahrzeug anzubringen, damit Sie die Karte sehen können, ohne die Fahrsicherheit zu beeinträchtigen.

Die Android-App empfängt Peilungsdaten relativ zur Antenne von der KrakenSDR-Software über WiFi. Wir verwenden die im Android-Gerät eingebauten GPS- und Kompassensoren, um Ihre wahre Bewegungsrichtung zu bestimmen, und dann berechnet die App die wahre Peilung zum Sender. Die wahre Peilung wird dann anhand der aktuellen GPS-Position auf einer Karte eingezeichnet.

## SCHALTFLÄCHEN DER HAUPTKARTENSEITE

### SCHALTFLÄCHEN AM RECHTEN RAND

**Save:** Erstellen Sie eine Protokolldatei zur Aufzeichnung von Peilungs- und GPS-Trackdaten. Wenn Sie Daten aufgezeichnet haben, ohne zuvor eine Protokolldatei zu erstellen, wird durch Drücken von Speichern eine Protokolldatei erstellt, in der die temporären Daten gespeichert werden.

**Load:** Laden Sie eine zuvor gespeicherte Protokolldatei.

**Close:** Schließen Sie alle offenen Protokolldateien oder setzen Sie temporäre Daten zurück.

**Navigation:** Starten Sie die Turn-by-Turn-Navigationsfunktion.

**Start Logging:** Verbinden Sie sich mit dem KrakenSDR und beginnen Sie mit der Aufzeichnung von Daten.

**Centre Location:** Zentriert die Karte auf den aktuellen GPS-Standort.

### SCHALTFLÄCHEN IN DER OBEREN LEISTE

**Magnifier:** Suche nach einem Ort

**Download:** Herunterladen von Karten für die aktuell gezoomte Region.

### EINSTELLUNGEN SEITE

**Server Address:** Die IP-Adresse oder der Hostname des KrakenSDR-Servers (der Pi 4 oder der Computer, auf dem die KrakenSDR-Software läuft)



**Pause Data Collection When Stationary:** Wenn der GPS-Modus für die Peilung verwendet wird, sollten Sie die Datenerfassung bei Stillstand unterbrechen, um schlechte Ergebnisse bei der Fahrzeugpeilung zu vermeiden.

**Logging Period:** Wie oft die App den KrakenSDR-Server nach Daten abfragt. Eine schnellere Abfrage kann zu besseren Ergebnissen führen, kann aber zu sehr großen Protokolldateien führen, wenn die gesamte Protokollierungszeit lang ist. Es ist nicht sinnvoll, schneller abzufragen als die Aktualisierungsrate der KrakenSDR-Server-Software.

**Skip Every X Point:** Überspringt jeden X-ten Protokollpunkt. Nützlich, wenn Ihr Android-Gerät ein wenig langsam ist und Schwierigkeiten hat, viele Punkte zu zeichnen.

**Minimum Required Confidence:** Der Konfidenzwert ist eine Schätzung, wie "gut" ein Peilergebnis war. Empirisches Ermitteln dieses Wertes kann helfen, die Datenmenge zu reduzieren, indem die schlechtesten Ergebnisse verworfen werden. Er ist jedoch im Allgemeinen nicht erforderlich.

**Minimum Required Power:** Alle Werte unterhalb einer bestimmten Leistung werden verworfen.

**Total Grid Size:** Wie weit das Peilgitter insgesamt reichen soll.

**Number of Grids per Axis:** Legt die Größe der einzelnen Rasterzellen fest. Mehr Gitternetze pro Achse führen zu kleineren Gitternetzen und einer höheren Auflösung. Dies geht jedoch auf Kosten der möglichen Berechnungszeit.

**Grid Estimation Mode:** Verwenden Sie entweder die von KrakenSDR bereitgestellten vollständigen 360-Grad-Daten mit dem Gittersystem, oder verwenden Sie nur eine einzelne Peilung für die maximale Peilung mit dem Gittersystem, oder verwenden Sie eine einzelne Peilung mit einem Algorithmus zur Berechnung von Schnittpunkten. Im Allgemeinen liefert die Methode der vollen 360-Grad-Daten die besten Ergebnisse.

**Trace Length:** Wie lang die angezeigten Peilungsspuren auf der Karte sein sollen.

**Use Kalman Filter for Displayed Bearing:** Die Peilung ist ein verrauschter Prozess, und die Peilung kann stark springen, was für einen Menschen schwer zu verfolgen ist. Hier können Sie die Kalman-Filterung aktivieren, die das Rauschen aus der Peilungslinie herausfiltert.

**Map Settings:** Wählen Sie zwischen einer Straßen- oder Satellitenkarte.

**Camera Mode:** Wählen Sie zwischen freiem und automatischem Kameramodus. Im freien Modus kann der Benutzer die Kartenkamera manuell positionieren. Die automatische Kamera folgt automatisch der Fahrzeugposition.

**Zoom Mode:** Wählen Sie zwischen freiem und automatischem Zoom-Modus. Im freien Modus kann das Zoom manuell gesendet werden. Die Auto-Kamera zoomt automatisch auf den aktiven Bereich zwischen der Fahrzeugposition und der geschätzten Position.

**Bearing Mode:** Ob das Kartierungssystem den GPS- oder den Kompasssensor zur Bestimmung der Bewegungsrichtung verwendet. Im Allgemeinen ist der GPS-Sensor am genauesten, solange sich das Gerät bewegt. Wenn der Kompassmodus verwendet wird, müssen Sie auf die Richtung achten, in die das Android-Gerät zeigt. Bei festen Standorten können die Antennenanordnung, die Peilung und die Koordinaten auch manuell eingestellt werden.

**Speedometer Units:** Wählen Sie zwischen metrischen und angelsächsischen Geschwindigkeitseinheiten, oder schalten Sie den Tachometer aus.

**Antenna Array Type:** Legen Sie in der App den Typ der Antennengruppe fest, die vom Peilsystem verwendet wird. (Wird möglicherweise bald zugunsten des Auslesens dieser Daten aus dem KrakenSDR-System abgeschrieben)

**Linear Array Plot Direction:** Wenn Sie ein lineares Array verwenden, entscheiden Sie, ob Sie die Peilung in Vorwärts- oder Rückwärtsrichtung oder in beiden Richtungen aufzeichnen möchten.

**v:** In der Regel werden die Antennen im Uhrzeigersinn angeordnet. Wenn Sie sie gegen den Uhrzeigersinn angeordnet haben, wählen Sie diese Option, um die Anordnung in der Software umzukehren.

## EINRICHTUNG DER ANTENNE

Für die Standardpeilung benötigen Sie fünf identische Rundstrahlantennen. (Sie können auch weniger Antennen verwenden, aber für eine optimale Leistung empfehlen wir die Verwendung aller fünf Antennen). Dies sind in der Regel Peitschenantennen mit Magnethalterung oder Dipole.

Beachten Sie, dass die Antennen in der Regel im Uhrzeigersinn montiert werden. Antenne eins ist also die erste Antenne, die in Richtung des Peilungsnullpunkts zeigt, Antenne zwei befindet sich an der Koordinate rechts von Antenne eins, und so weiter.

Die nachstehenden Erklärungen enthalten einige Details zu den mathematischen Grundlagen des Antennenabstands. In der Praxis müssen Sie jedoch nur entscheiden, welche Art von Array Sie verwenden möchten, und dann können Sie den erforderlichen Abstand mit einem Excel-Rechner berechnen. Auf [krakenrf.com](http://krakenrf.com) finden Sie den Link zu der Excel-Tabelle.

## UNIFORMES KREISFÖRMIGES ARRAY

Wenn Sie Funkquellen über 360 Grad bestimmen wollen, sollten die Antennen in einem einheitlichen kreisförmigen Array, kurz UCA, angeordnet werden. Der Abstand zwischen den Elementen (der Abstand zwischen

den Spitzen der einzelnen Antennenelemente im Array) muss speziell für eine Reihe von interessierenden Frequenzen ausgelegt werden.

Sie müssen Ihr Array so gestalten, dass der Abstand zwischen den Elementen  $I_e$  weniger als eine halbe Wellenlänge  $\lambda$  der höchsten interessierenden Frequenz beträgt

$$I_e = s\lambda$$

wobei  $s$  der Multiplikator für den Wellenlängenabstand ist, der  $\leq 0,5$  sein muss, und  $\lambda$  die Wellenlänge in Metern ist.

Bei einem Array mit einem größeren Abstand zwischen den Elementen kommt es zu einer so genannten "Mehrdeutigkeit". Einfach ausgedrückt bedeutet dies, dass das System die Signalquelle aus mehr als einer Richtung kommen sieht und wir nicht wissen können, welche die wahre Richtung ist. Das ist natürlich nicht ideal, daher sollten Sie den Multiplikator immer unter 0,5 halten.

Die Verwendung eines Abstandsmultiplikators von weniger als 0,5 kann es Ihnen ermöglichen, ein kleineres Antennenfeld zu verwenden, allerdings auf Kosten einer gewissen Genauigkeit. Im Allgemeinen ist ein Wert bis zu  $s=0,2$  akzeptabel. Es ist jedoch zu beachten, dass die Genauigkeit der Richtungsfindung bei kleineren Abstandsmultiplikatoren deutlich schlechter wird.

Aus dieser Berechnung geht hervor, dass die erforderliche Array-Größe umso größer ist, je niedriger die Frequenz ist. Dies zeigt, dass diese Art der Funkpeilung für Frequenzen mit großen Wellenlängen unpraktisch sein kann, da die Arrays viel Platz benötigen. Für HF- und VHF-Frequenzen mit großen Wellenlängen sind andere Funkpeilverfahren wie T DoA, Watson-Watt und Yagi besser geeignet.

Es kann sinnvoller sein, mit einem Radius im Verhältnis zum Abstand zwischen den Elementen zu arbeiten. Die Formel zur Berechnung des Radius für einen bestimmten Abstandsmultiplikator und eine bestimmte Wellenlänge lautet wie folgt:

$$r = \frac{s\lambda}{\sqrt{2 \left(1 - \cos\left(\frac{360}{n}\right)\right)}}$$

mit  $s$  = Abstandsmultiplikator,  $\lambda$  = Wellenlänge in Metern und  $n$  = Anzahl der Antennenelemente

### EINHEITLICHES LINEARES ARRAY

Die andere Möglichkeit, ein Array aufzustellen, ist ein einheitliches lineares Array, bei dem die Antennen in einer geraden Linie aufgereiht sind. Der Nachteil dieser Anordnung ist, dass man nur Peilungen von 180 Grad empfangen kann und es keine Möglichkeit gibt, zu erkennen, ob das Signal von vor oder hinter dem Array kommt.

Der Vorteil ist eine wesentlich höhere Genauigkeitsauflösung aufgrund einer größeren möglichen Apertur. Die Berechnung der Abstände zwischen den Elementen erfolgt nach der gleichen Formel wie oben

$$I_e = s\lambda$$

## THEORIE DER AUFLÖSUNGSGENAUIGKEIT

Das Auflösungsvermögen des Systems ist effektiv die Genauigkeit. Wenn die Auflösung 10 Grad beträgt, können wir sagen, dass die tatsächliche Peilung irgendwo in einem 10-Grad-Bogen liegt.

Wenn Sie daran interessiert sind, werden wir kurz die Theorie erklären, die hinter der Auflösungsgenauigkeit steht, die wir von diesem System erwarten können. Mit einem kreisförmigen Array mit 5 Elementen und einem Abstand von  $0,5 \lambda$  könnten wir eine Auflösung von etwa 8 Grad erwarten. Mit einem linearen Array mit 5 Elementen könnten wir ungefähr 3,4 Grad erwarten.

Um dies abzuschätzen, haben wir die Rayleigh-Auflösungsberechnung aus der Physik verwendet. Die Rayleigh-Formel besagt, dass das Auflösungsvermögen durch  $\theta = 1,22\lambda/D$  gegeben ist, wobei D die Apertur der Antennengruppe ist. Bei einem kreisförmigen Array entspricht die Apertur dem Durchmesser, bei einem linearen Array ist sie gleich der Gesamtlänge.

Wenn man also die obige Formel zur Berechnung des Radius verwendet und dann mit zwei multipliziert, um den Durchmesser zu erhalten, erhält man für eine

kreisförmige Antennengruppe mit  $n=5$  Elementen und einem Abstand von  $s=0,5$  eine Apertur von  $D=0,85 \lambda$ . Daher reduziert sich die Rayleigh-Gleichung auf  $\theta=1,22/0,85 = 1,44 \text{ rad} = 83 \text{ Grad}$ .

Für ein lineares Array mit 5 Elementen ist die Apertur durch die Gesamtlänge des Arrays gegeben, die sich aus  $D = (n-1) * s \lambda$  ergibt. Bei  $n=5$  Elementen und einem Abstand von  $s=0,5$  ist  $\theta=1,22/2 = 0,61 \text{ rad} = 34 \text{ Grad}$ .

Da wir Algorithmen mit "Superauflösung" wie MUSIC verwenden, können wir die Rayleigh-Auflösung um ungefähr den Faktor 10 verbessern. So erhalten wir eine Auflösung von  $83/10 = 8,3 \text{ Grad}$  für das kreisförmige Array und  $34/10 = 3,4 \text{ Grad}$  für das lineare Array.

## VERTEILTE VERNETZTE PEILUNG

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Handbuchs ist unsere Software zur Bereitstellung verteilter vernetzter Peildienste noch nicht vollständig. Bitte informieren Sie sich unter [krakenrf.com](http://krakenrf.com) über den aktuellen Stand des Projekts für die vernetzte Peilung.

Sobald diese Software fertiggestellt ist, kann der Benutzer mehrere KrakenSDR-Stationen in einer Region einrichten, die alle Peilungsdaten an einen zentralen Server hochladen. Der zentrale Server wird die Daten auf einer Karte darstellen und die Peilungen automatisch zu einem geschätzten Standort des Senders kombinieren.

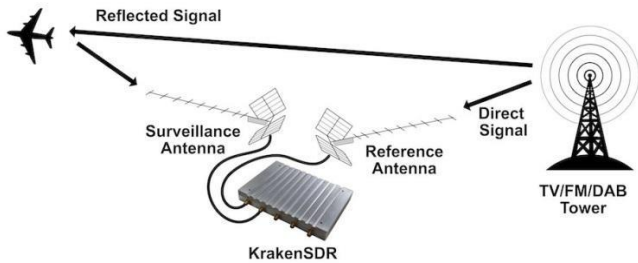


# PASSIV-RADAR

Aktive Radarsysteme senden einen Funkimpuls in Richtung eines Ziels, z. B. eines Flugzeugs, aus und warten auf die Reflexion dieses Impulses. Im Gegensatz dazu sendet ein passives Radarsystem keine Signale aus. Stattdessen nutzt es bereits vorhandene leistungsstarke Sender, wie z. B. UKW-, Fernseh- und Mobilfunktürme.

Bei einem grundlegenden passiven Zweikanal-Radarsystem ist eine "Referenzantenne" auf den beleuchtenden Sender gerichtet, der für einen sauberen Empfang des Referenzsignals sorgt. Die zweite "Überwachungsantenne" ist auf interessante Ziele wie Flugzeuge, Autos oder Wasserfahrzeuge gerichtet. Die Reflexionen des Beleuchtungssignals von diesen Zielen werden von der zweiten Antenne empfangen.

Die Reflexionen werden dann verarbeitet und mit dem sauberen Referenzsignal korreliert. Das Ergebnis ist ein "bi-statisches Entfernungs-Doppler"-Diagramm, das die erkannten Ziele als Punkte darstellt. Die Position des Punktes auf dem Diagramm misst die Geschwindigkeit des Objekts und die bi-statische Entfernung.



## PASSIV-RADAR-GEOMETRIEN

Bei einem passiven Radarsystem ist die Geometrie des Empfängers, des Senders und der zu erfassenden Ziele sehr wichtig für die Optimierung der Leistung.

Die Zielobjekte und die Beleuchtungseinrichtung können nicht beide in dieselbe Richtung zeigen. Der Grund dafür ist, dass die Referenzantenne nur das direkte Referenzsignal empfangen soll und die Überwachungsantenne vor allem nur das reflektierte Signal empfangen soll. Wenn die Überwachungsantenne durch das direkte Referenzsignal übersteuert wird, ist es schwierig, nur die Reflexionen zu bestimmen.

## AUSWAHL AN PASSIVRADAR-SENDERN

In der modernen Welt gibt es mehrere Möglichkeiten für Beleuchtungen. Die wichtigsten Eigenschaften sind:

- **Breitbandigkeit:** Je größer die Bandbreite, desto höher die Radarauflösung (bis zur maximalen Bandbreite von 2,56 MHz)
- **Stabilität und "Rauschähnlichkeit":** Digitale HDTV-Signale wie ATSC/DVB-T sowie DAB-

Sender erscheinen im analogen Bereich rauschähnlich. Rein analoge Signale wie UKW-Rundfunk sind weniger geeignet. Wenn Sie UKW-Sender verwenden müssen, besteht ein Trick darin, Heavy-Metal-Sender zu verwenden, da Heavy Metal dem weißen Rauschen sehr ähnlich ist.

- **Hohe Leistung:** Je höher die Sendeleistung, desto stärker sind im Allgemeinen die schwachen Reflexionen.

Angesichts dieser Eigenschaften empfehlen wir die Verwendung von HDTV-Signalen oder allenfalls DAB-Signalen, falls diese in Ihrem Gebiet vorhanden sind. Mobiltelefonsignale (3G/4G/5G) können ebenfalls verwendet werden, aber ihre Sendeleistung ist viel geringer, so dass sie nur in einem kleineren Gebiet funktionieren. FM-Rundfunk ist aufgrund seiner geringen Bandbreite und seiner rauscharmen Eigenschaften am wenigsten geeignet.

## PASSIVE RADARANTENNEN

Wie im Kapitel über Geometrie beschrieben, ist es wünschenswert, dass das Referenz- und das Überwachungssignal von der jeweils anderen Antenne isoliert ist. Um diese Anforderung zu erfüllen, können wir Richtantennen verwenden. Richtantennen sind Antennen, die in einer Richtung mit hohem Gewinn empfangen, aber Signale in allen anderen Richtungen abschwächen.

Für ein einfaches passives Radar benötigen Sie zwei Richtantennen, z. B. Yagi-Antennen. Da HDTV-Signale perfekt für passives Radar geeignet sind, ist es möglich und empfehlenswert, billige TV-Yagi-Antennen aus dem örtlichen Elektronikgeschäft zu verwenden.

## SOFTWARE FÜR PASSIVES RADAR

Wir haben eine Software entwickelt, die ein einfaches 2-Kanal-Passivradar implementieren kann. Die aktuellsten Anleitungen zur Installation finden Sie auf unserer Website unter [www.krakenrf.com](http://www.krakenrf.com).

Wie die Peilsoftware verfügt auch die Passivradar-Software über einen Konfigurations- und einen Spektrum-Anzeigebildschirm. Der Unterschied ist die letzte Seite, die Passivradar-Entfernungs-Doppler-Anzeige.

## KONFIGURATIONSEINSTELLUNGEN FÜR PASSIVES RADAR

**Enable Passive Radar:** Aktivieren Sie die Durchführung der passiven Radarberechnungen.

**Clutter Cancellation:** In den meisten Szenarien muss ein Algorithmus zur Unterdrückung von stationären Störsignalen verwendet werden, da sonst die stationären Störsignale dominieren und die schwächeren Signale von sich bewegenden Objekten verdecken. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Handbuchs ist ein Algorithmus zur Störungsunterdrückung namens "Wiener MRE" implementiert.

**Max Bistatic Range:** Wie viele Kilometer bi-statische Reichweite auf dem Diagramm für bi-statische Reichweite und Doppler dargestellt werden sollen. Dies hängt von Ihrer Einrichtung ab.

**Max. Doppler:** Wie hoch der maximale Dopplerwert (Geschwindigkeit) ist, der im Bereichs-Doppler-Diagramm dargestellt werden soll.

**PR Persist:** Wenn diese Option aktiviert ist, speichert die Bereichsdoppleranzeige einen Verlauf früherer Darstellungen mit einem bestimmten Abklingwert.

**Persist Decay:** Der Betrag, um den ältere Darstellungen pro Zyklus verfallen.

**Dynamic Range:** Wählen Sie die Schwellenwerte für den dynamischen Bereich. Passen Sie die Schwellenwerte für den Dynamikbereich durch Ausprobieren an Ihre spezifischen Gegebenheiten an, bis Sie eine gut aussehende Bereichs-Doppler-Kurve erhalten, welche die sich bewegenden Objekte deutlich zeigt.

## PASSIVE RADAR DAQ DATENBLOCKLÄNGE /CPI-GRÖÖE EINSTELLUNGSLEITFADEN

Die Datenblocklänge (auch CPI-Größe genannt) gibt an, wie lange die Funkdaten erfasst werden. Dieser Datenblock wird dann zur DSP-Verarbeitung weitergeleitet.

Beim passiven Radar ist die Datenblocklänge ein wichtiger Parameter. Längere Datenblocklängen führen

zu einem größeren Verarbeitungsgewinn (schwächere Signalerfassung) und einer besseren Entfernungsauflösung. Dies geht jedoch auf Kosten einer langsameren Aktualisierungsrate und einer längeren CPU-Verarbeitungszeit. Wenn Sie auf einem schnellen Rechner arbeiten, ist die Aktualisierungsrate gleich der Datenblocklänge.

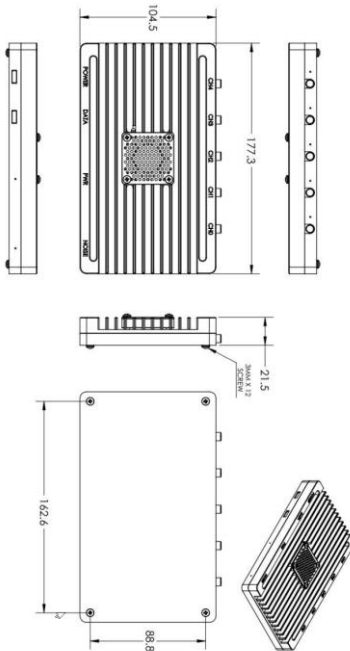
Ein weiterer Nachteil ist, dass sich schnell bewegende Objekte bei einer zu großen Datenblocklänge ihre Energie über mehrere Bereichs-Dopplerzellen verteilen könnten.

Wir haben drei vorkonfigurierte DAQ-Dateien beigefügt, die verwendet werden können, um optimierte Datenblocklängen einzustellen. Diese sind "pr\_2ch\_2pow20", "pr\_2ch\_2pow21" und "pr\_2ch\_2pow22". Die letztgenannten Dateien haben höhere Datenblocklängen, aktualisieren die Anzeige aber langsamer.

Die optimale Vorkonfigurationsdatei hängt von der jeweiligen Implementierung des passiven Radars ab. Wir empfehlen daher, mit jedem Typ zu experimentieren.

# ANHANG

## GEHÄUSE-ZEICHNUNG



## VERBINDEN MIT EINEM BESTEHENDEN WIFI-NETZWERK

Wenn Sie die Software Kracken DF oder Kracken PR nicht über Hotspots, sondern über ein festes WiFi-Netzwerk verwenden, müssen Sie Ihre WiFi-Netzwerkdetails konfigurieren. Dazu müssen Sie Ihren Pi 4 vorübergehend mit einem Monitor und einer Tastatur verbinden oder Ihren Pi 4 über Ethernet anschließen und per SSH verbinden.

Die Standard-Anmeldedaten für das Terminal und SSH lauten pi/krakensdr.

Um Ihr Netzwerk hinzuzufügen, bearbeiten Sie die Datei wpa\_supplicant.conf

```
sudo nano  
/etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

Fügen Sie Ihr eigenes Netzwerk hinzu, indem Sie den folgenden Text hinzufügen

```
network={  
    ssid="MY_WIFI_SSID"  
    psk="MEIN_WIFI_PASSWORT"  
}
```

Drücken Sie dann "CTRL+X", "Y", um die Datei zu schließen und zu speichern. Wenn Sie nun neu starten, sollte sich der Pi 4 automatisch mit Ihrem Netzwerk verbinden.



## UNTERSTÜTZUNG

Bitte informieren Sie sich auf unserer Website [krakenrf.com](http://krakenrf.com) über die Unterstützungsmöglichkeiten.

## GARANTIE

Der KrakenSDR beinhaltet eine einjährige Garantie auf Herstellungsfehler.

Bitte beachten Sie, dass die Garantie keine Schäden durch äußere Einflüsse wie Blitzschlag oder ESD abdeckt.

## INFORMATIONEN PERMETHRIN SFR ZUR REGISTRIERUNG

Bitte registrieren Sie Ihr KrakenSDR unter [krakenrf.com](http://krakenrf.com).