

Bedienungsanleitung

für den direkt digitalisierenden Blackbox-Empfänger

RSR200



Ausgabe: 1.0A
Erstellt: 07.01.2025
Letzte Änderung: 10.04.2025

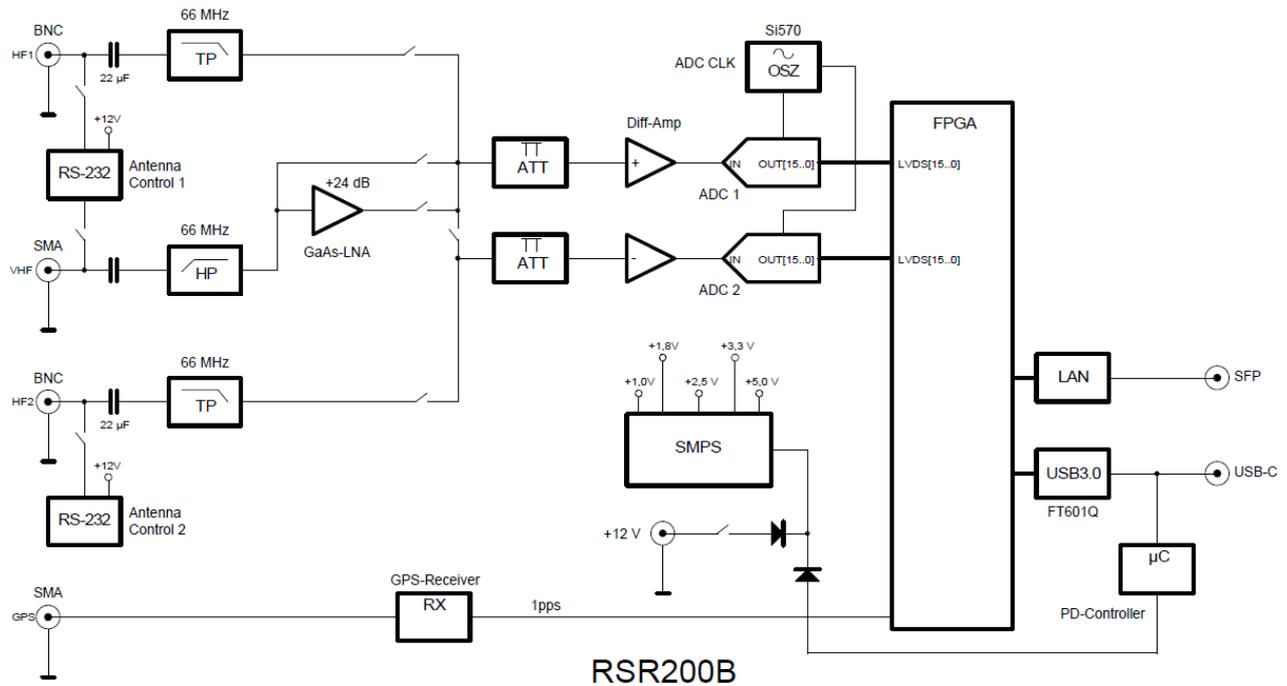
Inhalt

1. Übersicht.....	3
2. Sicherheitshinweise.....	5
3. Inbetriebnahme.....	6
3.1 Auspacken und erstmaliges Einschalten.....	6
3.2 Allgemeine Hinweise zum Betrieb.....	7
4. Technische Daten.....	13
5. Hinweise zum Betrieb des RSR200.....	14
5.1 Datenraten / Bandbreiten / Empfangsbereiche.....	14
5.2 USB-Schnittstelle.....	16
5.3 LAN-Schnittstelle.....	16
5.4 Hinweise zum Empfangsbetrieb.....	17
5.4.1 Fernsteuerung von Aktivantennen.....	17
5.4.2 Antennen-Diversity.....	17
5.5 Updates.....	18
5.5.1 Version 1.01.....	18
5.5.2 Version 1.0A.....	19

1. Übersicht

Der Reuter-Softwaredefined-Receiver „RSR200“ ist ein Empfangsgerät für Hochfrequenz-Signale im Bereich von 1 kHz bis circa 250 MHz. Er arbeitet nach dem Prinzip der direkten Digitalisierung der Empfangssignale und der Weiterleitung des erzeugten Datenstroms an einen Personalcomputer (PC). Dieser übernimmt dann per Software die Verarbeitung der Signale („SDR“: Software Defined Receiver).

Der RSR200 ist ein Breitbandempfänger, der vor allem zur Erzeugung hochfrequenter Datenströme großer Echtzeitbandbreite konzipiert ist. Das erlaubt dem SDR (PC) die Überwachung und Analyse eines großen Frequenzbereichs ohne Verlust an Informationen gegenüber anderen Technologien („Scanner“: Verarbeitung nur schmaler Frequenzbereiche zeitlich gestaffelt).



Die Digitalisierung der an den Eingängen eingespeisten Analogsignale erfolgt nach deren Filterung und Verstärkung durch 2 Analog-Digital-Umsetzer (eng. „ADC“: Analog Digital Converter) mit je 16 Bit Amplitudenaufösung. Die ADC können mit einstellbarer Taktrate von 70 – 200 MHz betrieben werden. Die digitalen Ausgangssignale werden in einen hochintegrierten programmierbaren Schaltkreis („FPGA“: Field Programmable Gate Array) eingespeist. Dieser übernimmt eine Vorverarbeitung der Daten und die Ansteuerung verschiedener Schnittstellen zur Übertragung an einen PC.

Die maximal mögliche Datenrate der Schnittstellen bestimmt die maximal verarbeitbare Echtzeitbandbreite. Der RSR200 stellt 2 Schnittstellen zur Datenübertragung bereit:

- USB: Maximal 3200 Mbit = 100 MSp/s bei 2x16 Bit I/Q-Auflösung. Praktisch erreichbar max. ca. 85 MSp/s.
- LAN: 1 GBit Ethernet / 1000 MBit FX (Glasfaser): Praktisch erreichbar max. ca. 30 MSp/s bei 2x16 Bit I/Q und UDP-Protokoll.

Es sind 3 Signal-Eingänge vorhanden:

- HF1: 0 – 66 MHz, Digitalisierung mit ADC (Kanal) 1 und / oder Kanal 2
- HF2: 0 – 66 MHz, Digitalisierung mit Kanal 2
- VHF: 66 – 150 MHz, Digitalisierung mit Kanal 1 und / oder 2

HF1 und VHF sind nur umschaltbar, nicht gleichzeitig benutzbar, ihre Signale führen immer an Kanal 1. Kanal 2 kann diese Signale ebenfalls digitalisieren. Die Zusammenführung der von beiden Kanälen generierten Signale ist auf verschiedene Arten möglich (siehe unten Beschreibung DSP → Wahlschalter zur Einstellung der Betriebsarten).

Die Datenströme beider Kanäle können einzeln oder auch vollkommen unabhängig voneinander zur den

Ausgabe-Schnittstellen geleitet werden. Jede Schnittstelle kann das Signal von Kanal 1, Kanal 2, oder beider Kanäle gleichzeitig ausgeben.

Beide Kanäle besitzen an den HF-Eingängen einstellbare (1 dB Schrittweite) Verstärker und Abschwächer. Für Eingang VHF kann ein zusätzlicher Vorverstärker mit ca. 24 dB Verstärkung zugeschaltet werden.

Beide Kanäle besitzen eine Fernspeise- / Steuereinheit für Aktivantennen oder andere vorgeschaltete Aktiveinheiten (Preselektoren o. ä.). Die Fernspeiseeinheiten können maximal 200 mA und maximal 12 V liefern. Steuersignale können für Aktivantennen RLA4 und RFA1/2, sowie für Preselektoren RAP1 ausgegeben werden (je nach Versionsstand von Firmware und DLL).

Die Ausgabeschnittstellen USB und LAN sind zum Direktanschluss an einen leistungsfähigen Personalcomputer (PC) vorgesehen. Die hohen erzeugten Datenraten erfordern eine Verbindung ohne Zwischenschaltung von bremsenden Routern, Hubs, Switches o. ä. Der RSR200 ist konsequent auf zuverlässige Aufrechterhaltung des notwendigen Datenstroms ausgelegt. Steuerinformationen werden direkt mit im Signal-Datenstrom übertragen. Störungen / Verzögerungen der Daten führen deshalb nicht nur zu Aussetzern in der Datenverarbeitung, sondern auch zu Fehlfunktionen der Steuerung.

2. Sicherheitshinweise

Bitte beachten sie immer folgende Sicherheitshinweise!

Das Gerät ist zum Anschluss an eine Gleichstrom-Kleinspannung vorgesehen. Verwenden Sie nur sichere Stromquellen wie z. B. geprüfte / zertifizierte Netzteile oder abgesicherte Akkumulatoren.

Schließen sie das Gerät niemals an eine andere Spannung an, als in den technischen Daten angegeben, besonders niemals an Netzspannung! Das Gerät toleriert Verpolung (Vertauschung von + und – Pol) sowie Überspannung nur in den angegebenen Spannungsbereichen und nur für kurze Zeit. Trennen sie es sofort von der Stromversorgung, wenn es aufgrund von Verpolung oder Überspannung selbsttätig abgeschaltet oder nicht eingeschaltet hat.

Trennen sie das Gerät von der Stromversorgung (Stecker ziehen!), wenn sie irgend eine Befestigungsschraube lösen oder irgend einen Eingriff in das Gerät vornehmen möchten! Das Gerät enthält keine vom Benutzer zu wartende oder zu wechselnde Bauteile (z. B. Glühlämpchen oder Sicherungen).

Das Gerät ist zum Betrieb in Innenräumen vorgesehen. Setzen Sie es keinerlei Feuchtigkeit aus, stellen Sie niemals mit Flüssigkeit gefüllte Gefäße auf das Gerät! Sollte einmal versehentlich Feuchtigkeit (z. B. verschüttete Getränke) an oder gar in das Gerät gelangt sein, entfernen sie sofort die Stromversorgung und senden sie das Gerät zur Überprüfung an den Lieferanten zurück!

Beachten sie den erlaubten Temperaturbereich zur Inbetriebnahme des Gerätes! Schalten Sie das Gerät nicht ein bzw. wieder aus, wenn dieser Bereich über- oder unterschritten wird! Das Gerät erwärmt sich im Betrieb und gibt diese Verlustwärme über die Gehäuseoberfläche ab. Stellen sie es immer so auf, dass mindestens 10 cm Abstand zwischen der Rückwand sowie den Seitenwänden und anderen Gegenständen vorhanden sind! Stellen Sie nie wärmeabstrahlende Quellen wie z. B. Kerzen oder Heizungen direkt neben, unter oder auf das Gerät! Betreiben Sie das Gerät nicht bei direkter Sonneneinstrahlung!

Sorgen sie immer für eine sichere Aufstellung auf einer eben, geraden und festen Unterlage ausreichender Tragfähigkeit! Transportieren Sie das Gerät immer entweder in festen Kartons oder Kisten (z. B. der Lieferverpackung), oder transportieren Sie es durch festes Umfassen der Seitenwände mit beiden Händen! Das Gerät kann bei Absturz aufgrund seines Eigengewichtes Verletzungen hervorrufen!

Setzen sie das Gerät niemals mechanischen Beanspruchungen durch Schlag, Druck, Vibrationen oder Stoß aus, die über ein im häuslichen Bereich bei der Verwendung von elektronischen Geräten übliches Maß hinaus gehen! Die Bedienelemente sind empfindlich gegen Druck oder Schlag. Betätigen sie ein Bedienelement nie mit einer Kraft über das erforderliche Maß hinaus!

Stellen sie irgendwelche Beschädigungen am Gerät fest, nehmen sie es sofort außer Betrieb (Stromversorgung abtrennen)! Senden sie es gegebenenfalls zur Reparatur an den Lieferanten zurück.

Möchten sie das Gerät aufgrund von Schäden oder Nichtgebrauchbarkeit entsorgen, senden sie es an den Lieferanten zurück oder geben sie es bei Ihrer örtlichen Altgerätesammelstelle ab. Entsorgen sie das Gerät niemals anderweitig, beispielsweise über den Hausmüll!

Benutzen sie zur Pflege und Säuberung des Gerätes nur weiche, fusselfreie und trockene Tücher. Verwenden sie bei hartnäckigen Verschmutzungen niemals Lösungsmittel, sondern höchstens eine geringe Befeuchtung des Putzlappens mit destilliertem Wasser! Achten sie darauf, dass niemals Feuchtigkeit in das Gerät eindringt!

3. Inbetriebnahme

Nachdem sie das Gerät erhalten und die Bedienungsanleitung sorgfältig gelesen haben (besonders die vorstehenden Sicherheitshinweise beachten!), können sie es nun in Betrieb nehmen.

3.1 Auspacken und erstmaliges Einschalten

Bitte packen sie das Gerät vorsichtig aus und stellen sie es auf eine stabile Unterlage. Haben sie das Gerät grade von einer kühleren in eine wärmere Umgebung gebracht, lassen sie es bitte eine Weile ausgeschaltet, um eventuell auftretende Kondensations-Feuchtigkeit zu vermeiden. Durch Auflegen einer Hand auf die Gehäuseoberseite können sie feststellen, ob das Gerät in etwa die Umgebungstemperatur angenommen hat.

Dem Gerät sind immer mindestens folgende Zubehörteile beige packt:

- USB-Kabel zum Anschluss an einen Personalcomputer.
- GPS-Antenne („GPS-Maus“) mit langem Kabel und SMA-Stecker.
- Stromversorgungskabel mit Hohlstiftstecker zum Anschluss an eine Stromquelle.

Stecken sie das beiliegende (oder ein gleichwertiges) USB Kabel mit dem USB-C Stecker in Buchse „USB3.0“. Stecken sie den Stecker der anderen Seite des Kabels in eine passende Buchse eines PC, die mindestens dem Standard USB 3.0 entspricht. Sollte der PC fragen, welcher Treiber für das neue USB-Gerät verwendet werden soll (wenn kein passender gefunden wird), leiten sie den Windows-Installationsassistenten zur Datei „FTDIBUS3“ im für ihren PC passenden Verzeichnis der USB-Treiber (ladbar auf der RSR200 Website unter „Software“). Weitere Hinweise finden sie in Abschnitt 5.2 „USB-Schnittstelle“.

Hinweis: Wenn sie ein für „Power Delivery“ (PD) geeignetes Kabel verwenden und den RSR200 an einen PD Host-fähigen (Strom liefern könnenden) Port anschließen, wird der RSR200 sofort eingeschaltet. Die folgenden Schritte zur Herstellung der Stromversorgung entfallen dann.

Schließen sie das Stromversorgungskabel an. Dabei muss der koaxiale DC-Stecker („Hohlstift“ für 2,5 mm Pin) in die „+12 V“ Buchse des RSR200 gesteckt werden. Der **Pluspol** muss auf dem **Mittelanschluss** liegen. Er ist am anderen Kabelende als rote Leitung markiert. An diesem Ende kann das Kabel an Polklemmen angeklemt, oder mit zum Netzgerät passenden Steckern versehen werden (z. B. „Bananenstecker“). Die Stromversorgung (Netzteil oder Akkumulator o. ä.) muss mindestens den in den technischen Daten genannten Strom liefern können.

Die Qualität der Stromversorgung hat großen Einfluss auf die Empfangsleistung des RSR200. Einstreuung von Störungen z. B. aus ungenügend entstörten Schaltnetzteilen oder ungünstige Erdungsverhältnisse (im Gerät liegt der Minuspol an Masse) können die mögliche Leistungsfähigkeit des RSR200 erheblich mindern!

Bei anliegender Versorgungsspannung leuchtet die LED „PWR“. Bei korrekter Polung blau, bei falscher Polung rot. Trennen sie bei Falschpolung die Versorgungsspannung **sofort** ab und stellen sie die korrekte Polung her! Nun kann der RSR200 am frontseitigen Kippschalter eingeschaltet werden. Die Farbe der LED „PWR“ wechselt auf Cyan (Türkis). Wird der RSR200 über USB-PD versorgt, leuchtet die LED grün und die LED „LAN“ Magenta (Violett) (oder Weiß, wenn auch eine Ethernet-Verbindung besteht, siehe unten).

Soll der RSR200 mit GPS-korrigierter Frequenzeinstellung betrieben werden, schließen sie die mitgelieferte GPS-Antenne am Anschluss „GPS“ an.

Zum Empfang verschiedener HF-Signale müssen an die Eingänge „HF1“ und / oder „HF2“ und / oder „VHF“ passende Antennen angeschlossen werden. Beachten sie die laut technischen Daten zulässigen Eingangsspiegel!

Der RSR200 ist nun betriebsbereit und liefert bereits Daten am USB-Port (und gegebenenfalls am LAN-Port, siehe Beschreibung „LAN-Schnittstelle“). Zur Verarbeitung dieser Daten muss nun auf dem PC ein geeignetes SDR-Programm gestartet werden. Alle weiteren Ausführungen beziehen sich auf die Verwendung des Programms „HSDR“ ab Version V2.81.

3.2 Allgemeine Hinweise zum Betrieb

Der RSR200 gibt seine Daten an USB- und LAN-Port mit ganz bestimmten Eigenschaften (Protokollen) aus. Diese müssen vom PC bzw. dem auf ihm laufenden SDR-Programm berücksichtigt und entsprechend empfangen werden. Zum RSR200 gibt es dazu ein Verbindungsprogramm, das die Daten empfängt und anderer Software (den SDR-Programmen) nach einem gewissen Standard bereitstellt. Dieser Standard wurde für das Programm „Winrad“ definiert. Dazu wird das Verbindungsprogramm in Form einer DLL (Dynamic Link Library) zur Verfügung gestellt. Das SDR-Programm startet diese DLL und nutzt ihre Funktionalität zum Empfang der Daten und zur Steuerung der Hardware. Für den RSR200 gibt es die Datei „ExtIO_RSR200Bxxx.DLL“ (xxx entsprechend aktueller Version). Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf Version „ExtIO_RSR200B100“, Änderungen siehe Abschnitt „Updates“ zu neueren Versionen.

Die aktuelle ExtIO*.DLL sollte in das Verzeichnis des SDR-Programms kopiert werden. Je nach Version sind eventuell zusätzliche Dateien notwendig:

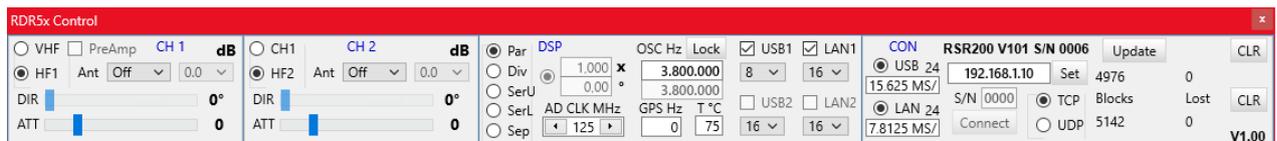
- FTD3XX.dll
- cc32c260mt.dll (nur für V100)
- borlndmm.dll (nur für V100)

Diese Dateien sind zusammen mit der ExtIO*.DLL auf der Website des Herstellers ladbar. Nach Kopie in das Verzeichnis des SDR-Programms (oder ein beliebiges anderes) kann das Programm gestartet werden. Im Programm muss die ExtIO*.DLL als Quelle für die Empfangsdaten ausgewählt werden (bei HSDR über „Options [F7] → Select Input“). Bei erfolgreicher Verbindung des SDR-Programms über die DLL mit der RSR200 Hardware erscheinen die Empfangssignale im SDR-Programm.



HSDR über USB mit >30 MHz Signalbandbreite.

Die hauptsächlichen Einstellungen wie z. B. Empfangsfrequenz oder Demodulator und Bandbreite des Empfangs erfolgen im SDR-Programm (siehe dessen Bedienanleitung). Spezielle Einstellungen der Hardware sind jedoch nur über eine eigene Bedienoberfläche des RSR200 möglich. Diese Oberfläche ist in der ExtIO*.DLL enthalten und kann vom SDR-Programm angezeigt werden.



Die Steuerung des RSR200 erfolgt über 4 Paneele:

- **CH 1:**
 - Umschalter VHF/HF1: Auswahl des in Kanal 1 digitalisierten Empfangssignals.
 - PreAmp: Zuschaltbarer Vorverstärker für Eingang VHF.
 - Ant: Auswahl der Fernspeisung / -steuerung für Kanal 1 (an HF1 und VHF). In Version 1.00 wählbar: „Off“ oder „+12 V“. LED „HF1/VHF“ zeigt das Anliegen von Gleichspannung an den Eingängen an.
 - DIR: Richtungseinstellung einer an HF1 oder VHF angeschlossenen Antenne RLA4 (in V1.00 nicht verfügbar).
 - ATT: Dämpfungseinstellung für Kanal 1. Werte über 0 (dB) ergeben Dämpfung der Eingangssignale, unter 0 dB Verstärkung.

- **CH2** : Wie CH 1. Der Eingangswahlschalter erlaubt die Umschaltung des Kanals von Kanal 1 (gleiches Signal wie für diesen Kanal ausgewählt) auf HF2. Die gewählte Fernspeisung / -steuerung wird immer an HF2 geschaltet. LED „HF2“ zeigt die Aktivierung an.

- **DSP:**

- Wahlschalter zur Einstellung der Signalverarbeitung:

- **Par:** Parallele Addition: Die 16 Bit Datenströme der beiden ADC werden zu einem 17 Bit Datenstrom zusammengeführt. Das ergibt eine theoretische Erhöhung des SNR von 3,01 dB (praktisch rund 2 dB erreichbar). Kanal 2 muss dazu auf Signaleingang „CH1“ geschaltet werden. (Bei Schaltung auf „HF2“ werden ebenfalls beide Datenströme addiert. Eine Verbesserung des SNR ist jedoch nur zu erreichen, wenn „HF1“ bzw. „VHF“ und „HF2“ exakt das gleiche Signal erhalten.)
- **Div:** Diversity: Der Datenstrom aus Kanal 2 wird mit veränderbarer Amplitude und Phase zum Datenstrom 1 addiert. Werden den beiden Eingängen HF1 und HF2 unterschiedliche Signale zugeführt („Antennen-Diversity“), so können bestimmte Signale durch Interferenz angehoben bzw. abgeschwächt werden. Zur Einstellung der Amplitude und Phase kann ein Fenster geöffnet werden (Knopf rechts neben „Div“):



Der grüne Zeiger kann an der Spitze (kleiner grüner Punkt) mit der Maus „angefasst“ und im IQ-Datenraum positioniert werden. Dabei entspricht der Abstand zur Mitte der Amplitude (korrekt: Magnitude des komplexen Signals), der Winkel zur x-Achse der Phase. Sollte das Signal im Kanal 2 kleiner als das im Kanal 1 sein, so kann über „Gain“ eine digitale Verstärkung zugeschaltet werden. Weitere Beeinflussungsmöglichkeiten sind durch die getrennt einstellbaren Abschwächer in Kanal 1 und 2 möglich.

Gehen sie zur Dämpfung eines bestimmten (Stör-)Signals (Hauptanwendung des Diversity) folgendermaßen vor:

- Überprüfen sie die Pegelverhältnisse des Signals in beiden Kanälen (möglich durch Umschalten der Kanäle für die gewählte Schnittstelle bei Betriebswahl „Sep“, siehe unten). Der Empfang des Störsignals sollte in Kanal 2 etwas stärker als in Kanal 1 sein (sonst „Gain“ zuschalten).
- Positionieren sie die Spitze des Zeigers in etwa auf dem Pegelkreis, bei dessen Dämpfung die Pegel im Kanal 2 auf die des Kanals 1 gebracht werden (höchste Dämpfung erfolgt bei exakter Amplitudengleichheit).
- Fahren sie nun mit dem Zeiger auf diesem Kreis um den Mittelpunkt (Phasenänderung). Bei einer bestimmten Phase wird das Signal maximal gedämpft. Dabei auch die Amplitude geringfügig verändern, um den exakten Punkt der höchsten Dämpfung zu finden.
- Verwenden sie die Einstellregler für Magnitude und Winkel zur Feineinstellung.

Die erreichbaren Unterdrückungswerte sind stark von den Signalen an den Eingängen abhängig. Beachten sie allgemeine Hinweise zum Thema Antennen-Diversity (sinnvolle Auswahl und Anordnung von Antennen usw.).

- **SerU / SerL:** Serielle Addition: Kanal 1 wird mit Verschiebung von $\frac{1}{2}$ Taktperiode mit Kanal 2 zeitlich verschachtelt. Der kombinierte Datenstrom wird mit doppelter Taktfrequenz gefiltert. Das entspricht einer virtuellen Verdopplung der ADC-Taktfrequenz. Es ist wählbar, ob das obere („SerU“) oder das untere („SerL“) Seitenband des resultierenden Spektrums weiterverarbeitet wird. Ergebnis ist eine Erhöhung des SNR entsprechend der parallelen Addition und eine Dämpfung unerwünschter Aliasing-Signale entsprechend des gewählten Seitenbands. Die praktisch erreichbare Dämpfung beträgt ca. 30 dB.

- Sep: Separate Verarbeitung der Daten von Kanal 1 und Kanal 2. Beide Kanäle arbeiten vollkommen getrennt voneinander (praktisch 2 Geräte in einem). Ihre Signale können unterschiedlichen Schnittstellen zur Weitergabe an einen oder zwei PC zugeführt werden.

- AD CLK MHz:

Taktfrequenz der ADC (beide Kanäle arbeiten immer mit der gleichen AD-Taktfrequenz). Die Frequenz kann in Schritten von 1 MHz eingestellt werden. Wählen sie eine Taktfrequenz, bei der die ADC gerade mit der minimal benötigten Taktrate (Aliasing-Signale berechnen / beobachten) arbeiten. Die Verstellung der Taktrate ist kritisch (jeweils kurze Unterbrechung der Signalverarbeitung und Schnittstellen-Datenübertragung) und kann unter Umständen zu Fehlfunktionen führen. Benutzen sie diese Einstellung nur, wenn unbedingt notwendig.

Achtung! Hohe Taktfrequenzen führen zu erhöhter Stromaufnahme und damit Erwärmung des RSR200. Beachten sie die Innentemperatur des Geräts und vermindern sie die Taktfrequenz oder schalten sie das Gerät aus, wenn die Temperatur über 80°C steigt!

- Osz Hz / Lock:

Anzeige der (vom SDR-Programm gesteuerten) im RSR200 erzeugten Mischfrequenz zur Erzeugung des Ausgangsspektrums. Die Datenströme der beiden Kanäle werden mit dieser Frequenz gemischt und das entsprechend in der Frequenz verschobene Spektrum wird zu den Schnittstellen geleitet. Kanal 2 läuft immer parallel zu Kanal 1 mit Ausnahme der Betriebsartenwahl „Sep“. Die Frequenz kann auch manuell eingegeben werden. Schalter „Lock“ kann die Frequenz verriegeln, so dass sie nicht mehr vom SDR-Programm gesteuert werden kann (sinnvoll, wenn das Programm häufig unnötige Verstellungen vornimmt).

- GPS Hz

Anzeige der vom GPS-Empfänger (bei angeschlossener Antenne) ermittelten Abweichung der ADC-Taktfrequenz vom Sollwert. Der Wert wird bei jeder Frequenzeinstellung als Korrekturwert verwendet.

Hinweis: Der RSR200 besitzt einen sehr rauscharmen Hauptoszillator zur Erzeugung der ADC-Taktfrequenzen. Der Nachteil solch signaltechnisch hochwertiger (kurzzeitstabiler) Oszillatoren ist ihre oft nicht besonders hohe Frequenzstabilität gegenüber Temperaturänderungen, Exemplarstreuungen und Alterung. Diese langsamen Änderungen können durch einen Korrekturwert ausgeglichen werden. Dazu ist eine genaue Messung der aktuellen Frequenz notwendig. Das ist bei stabilem Empfang des GPS-Signals bis auf eine Abweichung von 1 Hz möglich. Die Korrektur erfolgt dabei nicht durch direkte Beeinflussung des Oszillators (PLL o. ä.), so dass dessen spektrale Reinheit vollständig erhalten bleibt.

- T °C:

Kerntemperatur des FPGA im Gerät. Sie sollte in Spitzen nicht über 80 °C hinaus gehen und dauerhaft nicht über 75 °C. Vermindern sie andernfalls die ADC-Taktfrequenz oder schalten sie das Gerät aus.

- USB1, LAN1, USB2, LAN2 und zugehörige Auswahlmenüs:

Hier erfolgt die Auswahl der Schnittstelle, an der die Daten des jeweiligen Kanals ausgegeben werden (USB* / LAN*: Schnittstelle; *1 / *2: Kanal). Das zugehörige Auswahlmenü bestimmt die Dezimierung (Teilerfaktor zur Verminderung der Datenrate gegenüber der ADC-Taktrate). Geringe Dezimierung ergibt hohe Bandbreiten, aber auch hohe zu übertragende Datenraten. Stellen sie die Datenrate nur so hoch ein, dass keine oder nur sehr wenige Daten verloren gehen (siehe unten).

Achtung! Prinzipiell können mehrere Datenströme zu den Schnittstellen geleitet werden. Das Verbindungsprogramm ExtIO_RSR200B100.DLL erlaubt jedoch in der Originalversion nach „Winrad-Standard“ nur die Weiterleitung an ein einzelnes SDR-Programm. Die parallele Verarbeitung mehrerer Datenströme erfordert spezielle Software.

- **CON:**

- USB xx / Anzeige USB-Datenrate:

Wird automatisch aktiviert, wenn bei Start der Software eine funktionsfähige USB-Verbindung

(min. Standard 3.0) erkannt wird. Die Zahl hinter „USB“ gibt die Bitbreite der Übertragung der IQ-Daten an. Sie wird normalerweise automatisch auf 16 oder 24 eingestellt, je nach gewählter ADC-Taktfrequenz und Dezimierung für USB. Sie kann durch Doppelklick mit der Maus zwangsweise auf 16 eingestellt werden (Verminderung der Bitrate auf der Schnittstelle bei gestörter Datenübertragung). 24 Bit Übertragung ergibt bessere Signalqualität gegenüber 16 Bit. Die Anzeige unterhalb „USB xx“ gibt die Samplerate an, die sich aus den gewählten Einstellungen ergibt. Üblicherweise wird diese auch im SDR-Programm angezeigt, die Übereinstimmung sollte geprüft werden (sonst „passt“ das Spektrum im SDR-Programm nicht zum tatsächlich vom RSR200 erzeugten).

- LAN xx / Anzeige LAN-Datenrate:

Entsprechend USB, wenn beim Einschalten eine funktionsfähige Netzwerkverbindung gefunden wird.

- Anzeige „RSR200 ...“:

Anzeige der vom RSR200 an die Software übermittelten Versionsnummer der Firmware im Gerät und der Seriennummer des Gerätes.

- Anzeige IP-Adresse und Knopf „Set“:

IP-Adresse unter der der RSR200 im Netzwerk zu erreichen ist. Diese Adresse ist fest im Gerät gespeichert. Der RSR200 aktiviert seinen Netzwerkanschluss (SFP-Port) nach dem Einschalten immer mit dieser festen IP-Adresse. Sie kann in der Bedienoberfläche geändert, mit Knopf „Set“ zum RSR200 übertragen und dort eingespeichert werden. Nach dem nächsten Einschalten wird dann diese Adresse verwendet.

Achtung! Wählen sie die Adresse sorgfältig! Die Software (ExtIO*.DLL) kann nur eine Verbindung über LAN herstellen, wenn der PC (Windows...) diese Adresse im Netz erreichen kann. Beachten sie die weiteren Erläuterungen zum Betrieb des RSR200 über Netzwerkanschluss (siehe unten).

- S/N und Knopf „Connect“:

Eingabemöglichkeit der Seriennummer eines RSR200, unter der das Gerät im WAN (Heimnetz, Internet, ...) gefunden werden soll. Mittels Knopf „Connect“ wird das Gerät per DNS im Netzwerk gesucht und beim Auffinden wird eine Netzwerkverbindung hergestellt. Beachten sie die weiteren Erläuterungen zum Betrieb des RSR200 über Netzwerkanschluss (siehe unten).

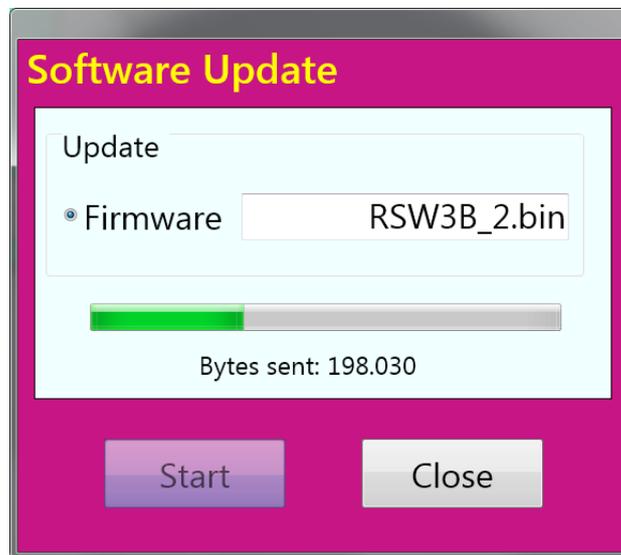
- Auswahl TCP / UDP:

Wahl des Übertragungsprotokolls, das für die Datenübertragung im Netzwerk verwendet wird. TCP erlaubt die Erkennung von Datenfehlern und gegebenenfalls die Wiederholung nicht korrekt empfangener Daten. Das erfordert jedoch höhere Rechenleistung des PC und kann bei hohen Datenraten zum kurzzeitigen vollständigen Abbruch der Verbindung führen (im Hintergrund werden zusätzliche Daten und „Verhandlungen“ über die Netzwerkschnittstelle geführt). UDP prüft die Daten nicht und ermöglicht höhere Datenraten. Es können jedoch gelegentlich einzelne Daten fehlen. Bei stabilen Verbindungen passiert das jedoch sehr selten und geringe Datenverluste sind im SDR-Programm meist kaum zu bemerken.

- Knopf „Update“:

Öffnet einen Dialog zum Update der Firmware des RSR200. Bei aktiver Datenverbindung (Zähler für USB und / oder LAN läuft) werden innerhalb der Signaldaten auch die Daten für das Update mit übertragen. Die Geschwindigkeit ist deshalb von den Einstellungen zur Datenrate abhängig. Folgendes wird empfohlen:

- Nur USB1, Dezimierung 16 (langsam), 8 (normal) oder 4 (schnell, stabile Verbindung nötig!).
- AD CLK ca. 110 – 120 MHz, maximal 125 MHz!
- Signalverarbeitung in SDR-Programm abschalten („Stopp“ o. ä.).
- Stabiler Betrieb des PC (kein Einschalten von Stromsparmechanismen o. ä.) und des RSR200 (kein Ausfall der Stromversorgung, nicht abschalten, USB nicht trennen, ...).



Das Feld „Firmware“ ist zunächst leer. Mit Doppelklick / -tipp darauf sucht das Programm nach ladbaren Dateien. Diese müssen immer die Erweiterung .Bit haben und sich direkt im Ordner der ExtIO*.DLL befinden. Sollten mehrere *.Bit Dateien im Ordner existieren, wird die erste auffindbare (je nach Anordnung der Dateien im Ordner) verwendet. Um Verwechslungen zu vermeiden, sollte also immer nur eine, nämlich genau die zu ladende (neue) Firmware im Programmordner vorhanden sein.

Durch Betätigen des Buttons „Start“ wird die Übertragung zum RSR200 in Gang gesetzt.

Achtung! Die Übertragung darf nur erfolgen, wenn der RSR200 eine fehlerfreie Datenverbindung zum PC hat (Fehlerzähler in „CON“ laufen nicht).

Der Fortschritt der Übertragung wird durch den grünen Fortschrittsbalken und die Zählung der übertragenen Bytes signalisiert. Sollte eine Fehlermeldung erscheinen (Übertragung konnte nicht gestartet werden oder wurde wegen längerer Unterbrechungen der Verbindung abgebrochen), muss das Update-Fenster geschlossen werden. Nach Wiederherstellung einer fehlerfreien Verbindung muss das Update **sofort wiederholt** werden, bis es erfolgreich beendet wurde. Beenden sie das SDR-Programm nicht und schalten sie den RSR200 nicht aus, bis das Update erfolgreich ist!

Achtung! Abgebrochene Updates können zum Totalausfall des RSR200 führen! In diesem Fall kann die Wiederherstellung der Firmware nur durch grundlegende Neuprogrammierung beim Hersteller erfolgen.

Wurde die neue Firmware fehlerfrei geladen, so wird sie nach Neustart des RSR200 (Aus- / Wieder-Einschalten, vorher SDR-Programm beenden!) geladen. Die Versionsnummer im Panel „CON“ der Bedienoberfläche zeigt die Firmware-Version an.

- Anzeigen „Blocks“ und „Lost“ mit Knöpfen „Clear“:

Die Datenübertragung der Schnittstellen (oben USB, unten LAN) erfolgt in Blöcken mit bestimmter Größe. Die Blöcke sind fortlaufend nummeriert. Die in der Software eingehenden Blöcke werden gezählt und mit der Nummerierung verglichen. Die Zahl der Blöcke seit dem Starten der Schnittstelle und eventuell aufgetretene Fehler (keine Datenfehler, nur Nummerierungsfehler) werden angezeigt. Die Fehlerzähler können mit „Clear“ zurückgesetzt werden.

Hinweis: Die Qualität einer Datenverbindung hinsichtlich ihrer Fähigkeit, die geforderte Datenrate übertragen zu können, kann durch Beobachten der Zähler (überhaupt aktiv, wie häufig Fehler) beurteilt werden. Seltene Fehler sind normal. Sobald der Fehlerzähler jedoch häufiger weiterzählt (einmal alle paar Sekunden oder öfter), kann die Schnittstelle die Daten nicht ausreichend schnell übertragen. Verringern sie in diesem Fall die Datenrate (ADC-Taktfrequenz, Dezimierung, auf 16 Bit schalten), oder wechseln sie die Schnittstelle (USB anstatt LAN). Die maximal mögliche Datenrate ist ebenfalls sehr vom PC und dessen Konfiguration (Betriebssystem, weitere laufende Programme, Firewalls / Virens Scanner, ...) abhängig.

Achtung! Einzelne Fehler sind kein Problem für die Signaldaten der ADC. Fehler in Steuerdaten (Steuerung des RSR200 über die Paneele der Bedienoberfläche) und ganz besonders beim Firmware-Update können jedoch verheerende Folgen haben. Betreiben sie

die Schnittstellen nicht mit Datenraten, die häufige Fehler verursachen.

- Anzeige „Vxxx“ unten rechts:

Die Version der ExtIO*.DLL, die diese Bedienoberfläche bereitstellt.

4. Technische Daten

Größe (B x H x T):	135 mm x 53 mm x 110 mm (ohne Anschlüsse / Bedienelemente)
Frequenzbereich (-3 dB):	1 kHz ... 66 MHz (HF1 und 2), 66 ... 150 MHz (VHF)
Aussteuerungsgrenze (ATT = 0 dB):	0 dBm (HF1 und 2), +5 dBm (VHF, PreAmp aus)
Eingangspegel max:	+13 dBm
Eigenrauschen:	< -156 dBm/Hz (HF1 / 2), < -150 dBm/Hz (VHF, PreAmp aus)
Jitter Haupttaktoszillator:	< 0,5 ps RMS (12 kHz ... 20 MHz)
Temperaturdrift Haupttaktoszillator:	< 5 ppm (0 ... 80 °C, ohne GPS-Korrektur)
Intermodulationsabstand IM3:	> 82 dB @10 MHz (HF1 / 2), > 76dB @100 MHz (VHF ohne PreAmp), 1 dB unter Vollaussteuerung
Verstärkung PreAmp:	24 dB @100 MHz
Rauschmaß PreAmp:	< 2,0 dB @100 MHz
Eingangs-IP3 PreAmp:	> +12 dBm @100 MHz
Pegelungenauigkeiten:	±3 dB
Stromversorgung:	+9,0 ... +15,0 VDC / max. 0,8 A (min. +12,0 V, wenn die Antennenfernspeisung benutzt werden soll)
Anschlüsse:	BNC 50 Ohm, Hohlstift 2,5 mm, SMA female
Gewicht:	< 600 g
Umgebungsbedingungen:	0 ... +40 °C Umgebungstemperatur, ≤90 % rel. Luftfeuchte nicht kondensierend, Innenraumeinsatz
Konformität:	CE nach DIN EN 55013, EN 55020, EN 60065 RoHS- / WEEE-Richtlinie, ear-Reg-Nr. 27676700

Änderungen im Zuge der technischen Weiterentwicklung vorbehalten!

5. Hinweise zum Betrieb des RSR200

5.1 Datenraten / Bandbreiten / Empfangsbereiche

Der RSR200B ist ein Hochgeschwindigkeits-Digitalisierer, der große Signalbandbreiten zur Verfügung stellen kann. Die theoretische Obergrenze ergibt sich aus der maximal möglichen Datenrate der USB-Schnittstelle. Diese wird mit 100 MHz bei 32 Bit Wortbreite betrieben. Das ergibt theoretisch eine Bitrate von 3,2 GBit. Dies entspricht 100 MSp/s bei 16 Bit Wortbreite der IQ-Daten. Durch die Unterteilung in Datenblöcke und das Einfügen von Steuerinformationen in den Datenstrom reduziert sich die mögliche Samplerate.

Die minimal mögliche Samplerate resultiert aus der minimal möglichen ADC-Taktfrequenz 70 MHz und der höchstmöglichen Dezimierungsrate 16. Das ergibt 4,375 MSp/s. Diese Datenrate ist fast immer zu hoch, um sie über ein langsames Netzwerk (Internet, WLAN, ...) zu übertragen.

Achtung! In der ersten Version V10x der Firmware und der ExtIO_RS200B10x.DLL ist der RSR200 nur zum Direktanschluss per Kabel an eine Schnittstelle eines PC vorgesehen.

Die variable ADC-Taktfrequenz ist eine hervorstechende Eigenschaft des RSR200 zur flexiblen Anpassung an vorhandene bzw. gewünschte Empfangsbedingungen. Dabei müssen die theoretischen Grundlagen der Umsetzung von analogen Signalen in digitale Signale / Daten beachtet werden. Es sind insbesondere das sogenannte "Nyquist-Theorem" und alle damit zusammen hängenden Effekte wie Spiegelung / Faltung, Aliasing, Oversampling, Bandbreitenbegrenzung usw. Zum erfolgreichen Einsatz des RSR200 wird dringend empfohlen, entsprechende Grundlagenliteratur zu Rate zu ziehen.

Beim Betrieb des RSR200 ist ganz besonders die von der ADC-Taktfrequenz abhängige Lage der „Nyquist-Zonen“ zu beachten. Das sind die Bereiche, die „am Stück“ digitalisiert werden können, ohne dass Signalstörungen („Aliasing“) auftreten. Dazu muss die entsprechende Zone **mittels analoger Filter am Eingang des RSR200** ausgefiltert werden. Jedes Signal einer anderen Zone, das an den ADC-Eingang gelangt, wird ebenso empfangen, wie das Signal in der gewünschten Zone (mit unterschiedlicher Dämpfung entsprechend der Zonen-Ordnung). Die Nyquist-Zonen haben jeweils eine Bandbreite von der Hälfte des ADC-Taktes.

Beispiel: ADC-Takt = 100 MHz. Zone 1: 0 – 50 MHz, Zone 2: 50 – 100 MHz, Zone 3: 100 – 150 MHz, ...

Sollen Signale aus Zone 1 empfangen werden, so müssen alle Signale oberhalb 50 MHz gesperrt werden (Tiefpass). Für den Empfang in Zone 2 ist ein Bandpass von 50 – 100 MHz notwendig. Usw. Zu beachten ist, dass die Filter auch bei höchstem Aufwand niemals „Rechteck-Filter“ sein können, also eine begrenzte Flankensteilheit besitzen. Eine Nyquist-Zone ist somit niemals vollständig nutzbar, an ihren Grenzen beginnt bereits die Dämpfung der gewünschten Signale und es erscheinen Signale aus der jeweiligen Nachbarzone. Die Dämpfung des Filters bei den Frequenzen der unerwünschten Zonen bestimmt, wie stark das in den gewünschten Bereich fallende störende Signal ist.

Zur erfolgreichen Nutzung des RSR200 ist es also unabdingbar, zur Taktfrequenz passende Filter vor den Eingängen zu verwenden (oder nur Signale einzuspeisen, die keine Frequenzen in störenden Bereichen enthalten, wie z. B. aus Messgeneratoren oder resonanten Antennen mit hoher Außerband-Signalunterdrückung). Oder, und hier liegt der Vorteil des RSR200, die ADC-Taktfrequenz den gegebenen Möglichkeiten (vorhandene Filter, Antennen, ...) anzupassen.

Beispiel 1: Im RSR200 integrierte Tiefpass-Filter (HF1 und 2). Die Filter sind ausreichend, um im KW-Bereich (1. Nyquist-Zone = „Basisband“) gute Dämpfung der Aliassignale zu erreichen. Bei der Standard ADC-Taktfrequenz 125 MHz liegt der nächste Empfangsbereich (2. Nyquist-Zone) bei 62,5 – 125 MHz. Frequenzen um 125 MHz \pm 30 MHz werden in den Bereich 0 – 30 MHz abgebildet. Die Frequenz 125 MHz - 30 MHz = 95 MHz (nächstliegende zum eigentlichen Empfangsbereich) wird bei 30 MHz abgebildet und erscheint ca. 75 dB gedämpft. Fazit: Solange an HF1 / 2 nicht extrem starke UKW-Signale anliegen (Antennenfrage!), sollte diese Dämpfung für nahezu alle Empfangssituationen genügen.

Tipp: Eine Änderung der ADC-Taktfrequenz schiebt den Bereich, der nach 0 – 30 MHz abgebildet wird, auf andere Frequenzen (immer um die Vielfachen der Taktfrequenz herum). Beispielsweise können bei Wahl von 140 MHz ADC-Takt keine UKW-Frequenzen in den KW-Bereich gespiegelt werden.

Beispiel 2: Im RSR200 integriertes Hochpass-Filter (VHF). Das Filter ist ausreichend, um im VHF-Bereich gute Dämpfung der tieffrequenten Aliassignale aus dem KW-Bereich zu ermöglichen. Ebenso wie im Beispiel 1 wird ein 30 MHz Signal zu 95 MHz gespiegelt. Es erscheint dort mit ca. 72 dB Dämpfung.

Das nächst höhere Aliassignal im VHF-Bereich liegt bei $125 \text{ MHz} + 30 \text{ MHz}$ (3. Nyquist-Zone) = 155 MHz. Dieses wird am VHF-Eingang voll durchgelassen und erscheint mit nur ca. 5 dB Dämpfung (Frequenzgang des VHF-Eingangs + Systemdämpfung bei höheren Aliasing-Ordnungen) auf 95 MHz.

Dies unterstreicht deutlich die Forderung, dass für störungsfreie Digitalisierung in Nyquist-Zonen höherer Ordnung immer **Bandpassfilter** verwendet werden müssen. Im Beispiel müsste also mindestens ein Tiefpassfilter (ergibt zusammen mit dem eingebauten Hochpassfilter einen Bandpass) vor den Eingang VHF geschaltet werden, dass alle Frequenzen oberhalb der Taktfrequenz ausreichend unterdrückt.

Bei Digitalisierung in noch höheren Nyquist-Zonen verschärfen sich die Forderungen immer mehr. Hier genügt auch der Hochpass an VHF nicht mehr, da es lediglich die 1. Zone dämpft.

Beispiel 3: Digitalisierung des DAB-Bereichs von 174 – 240 MHz. Die Bandbreite beträgt 66 MHz. Laut Nyquist-Theorem muss der ADC-Takt größer als das Doppelte der zu erfassenden Bandbreite sein. Es ist also eine Frequenz für AD CLK von min. 132 MHz notwendig. Dann wäre aber ein Bandpass mit rechteckiger Filterkurve nötig. Für realistische Filter muss der ADC-Takt erhöht werden. Weiterhin muss aber auch beachtet werden, dass der gewünschte Empfangsbereich vollständig in eine Nyquist-Zone passt. Mit z. B. 150 MHz AD CLK läge die 3. Zone bei 150 – 225 MHz, könnte also den DAB-Bereich nicht vollständig erfassen. Mit Wahl von 166 MHz liegt die 3. Zone bei 166 – 249 MHz und damit recht symmetrisch über dem gewünschten Empfangsbereich. Die nächstliegenden Aliassignale sind 158 MHz ($174 \text{ MHz} - 166 \text{ MHz} = 8 \text{ MHz}$ unter dem ADC-Takt) und 258 MHz ($1,5 \text{ AD CLK} - 240 \text{ MHz} = 9 \text{ MHz}$ über 1,5fachem ADC-Takt). Das vorzusehende Bandpassfilter für den DAB-Bereich muss also schon recht aufwändig sein, wenn alle möglichen Aliassignale gut unterdrückt werden sollen.

Verwendung von SerL und SerU: Um die Anforderungen an Anti-Aliasingfilter speziell im VHF-Bereich zu entschärfen, gibt es im RSR200 die spezielle Betriebsart: „Ser“ (Seriellschaltung der beiden ADC). Dies meint eine Verschiebung der Abtastzeitpunkte der ADC derart gegeneinander, so dass das Eingangssignal mit scheinbar doppelter Frequenz (seriell hintereinander) abgetastet wird. Dadurch verdoppelt sich auch die Breite der Nyquist-Zonen und die Anforderungen an die notwendigen Filter werden deutlich verringert.

Achtung! Die serielle Arbeitsweise der ADC ist nur mit begrenzter zeitlicher Genauigkeit möglich. Schon Abweichungen der Abtastzeitpunkte im femto-Sekundenbereich ($1 \text{ fs} = 0,001 \text{ ps}$) verringern die mögliche Dämpfung der originalen (schmalen) Nyquist-Zonen gegenüber den idealen (verdoppelten) Zonen. Im RSR200 sind ca. 30 dB Dämpfung möglich.

Die verdoppelte Datenrate aus den ADC muss in einer Dezimierungsstufe wieder auf den originalen ADC-Takt gebracht werden. Dabei ist eine Filterung notwendig, um wieder der Nyquist-Bedingung zu genügen (Bandbreite maximal 0,5 AD CLK). Der nachgestellte Buchstabe „U“ (Upper) oder „L“ (Lower) der Betriebsart „Ser“ kennzeichnet dabei, ob eine Hochpass- oder eine Tiefpassfilterung erfolgt. Damit kann ausgewählt werden, ob die mögliche Unterdrückung von Aliassignalen im Nyquist-Band „rechts“ (höhere Frequenzen) oder „links“ (niedrigere Frequenzen) vom verwendeten Nyquist-Band erfolgt.

Beispiel 4: Empfang des 4 m Bandes bei 70 MHz an Eingang VHF. Gewählte ADC-Taktfrequenz 160 MHz (Empfang der 70 MHz innerhalb der 1. Nyquist-Zone). Die nächste höherfrequente Aliasfrequenz liegt bei 90 MHz ($0,5 \text{ AD CLK} - 70 \text{ MHz}$, 2. Zone), sie wird ungedämpft empfangen. Die Anforderungen an ein Filter zur ausreichenden Dämpfung der UKW-Signale sind also hoch. Bei Wahl der Betriebsart „SerL“ wird die untere (hier die 1.) Nyquist-Zone durchgelassen und die obere unterdrückt. Die UKW-Signale werden also mit ca. 30 dB gedämpft und die Anforderungen an das Filter vermindern sich deutlich.

Hinweis: Dies ist ein fiktives Beispiel mit Wahl einer ungünstigen Taktfrequenz (was aber in manchen Fällen nicht anders geht). In Beispiel 4 wäre z. B. die Wahl von 120 MHz AD CLK günstiger, weil die nächsthöhere Taktfrequenz erst bei 170 MHz liegt. Aber selbst dann ergäben sich bei Wahl von „SerU“ (das Nutzsignal liegt nun in der „oberen“ 2. Zone) vorteilhafte Bedingungen, weil nun das untere Seitenband (1. Zone) gedämpft wird. Das tieferfrequente Aliassignal bei 50 MHz ($70 \text{ MHz} - 0,5 \text{ AD CLK}$) wird zwar vom VHF-Hochpass schon gedämpft, aber nun ca. 30 dB mehr. Trotz Nutzung einer höheren Zone (eigentlich Bandpass nötig!), reicht nun der Hochpass des VHF-Eingangs für normale Empfangsfälle aus (die höherfrequenten Aliassignale müssen aber weiterhin durch einen zusätzlichen Tiefpass unterdrückt werden, wenn die Antenne diese liefert).

Achtung! Die Filterung des benachbarten Nyquist-Bandes bei den „Ser“ Betriebsarten ist nicht unendlich steil. Die 3 dB Bandbreite (Nutz-Band) bzw. max. Unterdrückung (gedämpftes Band) liegt ca. 10% neben der jeweiligen Nyquist-Grenze. Nähert sich die Empfangsfrequenz der Grenze, so nimmt die Dämpfung des Nutzsignals zu und die Unterdrückung des Aliassignals ab.

Weitere Hinweise: Der RSR200 erlaubt wie gezeigt eine sehr flexible Gestaltung der Empfangsbereiche mit unterschiedlichen Eigenschaften der Signalqualität bzw. Anforderungen an die Filterung der

Eingangssignale. Wenn die Empfangsbereiche mit möglichst großer Bandbreite ausgenutzt werden sollen, gehen sie folgendermaßen vor:

- Prüfen sie, welche Frequenzbereiche an welchem Eingang empfangen werden sollen und welche Signale tatsächlich von den verwendeten Antennen geliefert werden.
- Identifizieren Sie die notwendige ADC-Taktfrequenz und die daraus resultierende Lage der Nyquist-Zonen, die einen durchgehenden Empfang des gewünschten Bereichs ermöglichen.
- Prüfen Sie, wie weit die im RSR200 integrierten Möglichkeiten der Signalfilterung ausreichen, um den gewünschten Bereich störungsfrei empfangen zu können (ausreichende Dämpfung der außerhalb dieses Bereichs sonst noch von den Antennen gelieferten Signale).
- Schalten sie, wenn nötig, entsprechende Filter vor den jeweiligen Signaleingang.

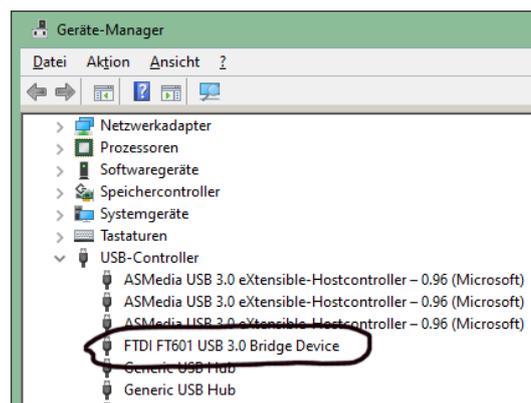
Achtung! Die Umschaltung der Eingänge HF1, HF2 und VHF an die ADC erfolgt mit begrenzter Dämpfung des jeweils ausgeschalteten Kanals. Auch existiert nur eine begrenzte Übersprechdämpfung zwischen den Bauteilen der verschiedenen Kanäle auf der Leiterplatte des Gerätes. Starke Signale an einem Eingang können deshalb auch unerwünscht in Kanälen erscheinen, die auf einen anderen Eingang geschaltet sind. Trennen sie in diesem Fall den störenden Eingang ab.

5.2 USB-Schnittstelle

Ein üblicher PC mit USB3.x Port benötigt geringe Rechenzeiten, um die Blöcke aus der Schnittstelle zu lesen und an die Software zu leiten. Weiterhin kann dieser Ablauf durch hohe Belastung des PC immer wieder kurzzeitig vom Betriebssystem unterbrochen werden.

Tests an einem Intel i7 8 Core / max. 4 GHz PC unter Windows 10 erbrachten unter Idealbedingungen (keine weitere USB-Schnittstelle benutzt, kein anderes Programm aktiv, auch kein SDR-Programm, nur die Bedienoberfläche) eine stabile Datenrate von ca. 85 MSp/s. Nach Start von HDSDR sind noch ca. 70 MSp/s möglich. Damit ist die USB-Schnittstelle die erste Wahl, wenn es um große Bandbreiten geht.

Im RSR200 arbeitet ein Schnittstellenschaltkreis der Firma FTDI (FT601Q). Dieser benötigt einen USB-Treiber auf einem Windows-PC zur Herstellung der USB-Verbindung. Die FTDI-Schaltkreise sind weit verbreitet und oft ist auf dem PC schon der passende Treiber aktiv. Fragt Windows nach einem Treiber, oder ist der vorhandene nicht funktionsfähig, so können die Treiber auf der Produktseite des RSR200 von unserer Website geladen werden (passende Version auswählen). Im Gerätemanager ist dann der Treiber anzugeben (neuen Treiber für „unbekanntes Gerät“ o. ä.). Die erfolgreiche Installation wird nach Anschluss / Einschalten des RSR200 so wie folgt (o. ä.) angezeigt:



5.3 LAN-Schnittstelle

Für das Netzwerk ist eine Verbindung mit 1 GBit vorgesehen. Unter den oben genannten Bedingungen ist eine stabile Datenrate von maximal ca. 950 MBit per TCP oder UDP möglich. Dazu muss der PC über einen 1 GBit-Netzwerkanschluss direkt mit dem RSR200 verbunden werden und es dürfen keine anderen Netzwerkverbindungen aktiv sein.

Achtung! In der ersten Version V10x der Firmware und der ExtIO_RS200B10x.DLL ist der Netzwerkanschluss nicht vollständig aktiv. Benutzen sie zunächst nur die USB-Schnittstelle.

Zum Anschluss der LAN-Schnittstelle ist ein SFP-Modul erforderlich. Diese gibt es mit normalem RJ-45 Port zu Verwendung mit üblichen Patchkabeln, oder mit Glasfaseranschluss (verschiedene Standards möglich). Es muss den jeweiligen Spezifikationen für mindestens 1000 MBit Übertragungsrate genügen. Das Modul muss in den Slot „SFP 1000“ gesteckt und verriegelt werden. Bei Verbindung über Glasfaserleitung muss am PC-seitigen Ende ebenfalls ein SFP-Slot oder anderer zur Leitung passender Anschluss am PC vorhanden sein. Weiterhin sind „Medienkonverter“ verwendbar, die den Einsatz eines SFP-Moduls und die Umsetzung auf RJ-45 vornehmen.

5.4 Hinweise zum Empfangsbetrieb

5.4.1 Fernsteuerung von Aktivantennen

Der RSR200B enthält 2 Steuergeräte zur Fernsteuerung der Antennen RLA4 und RFA2, sowie des Preselektors RAP1 und von beliebigen Antennen mit 12 V Speisung (max. 200 mA!). Die Steuergeräte stellen für die Antenne auch den notwendigen Betriebsstrom bereit („Fernspeisung“). Der RAP1 benötigt immer eine eigene Stromversorgung (kann die selbe sein, wie die des RSR200). Das erste Steuergerät kann auf Eingang HF1 oder VHF geschaltet werden (Auswahl im Bedienpaneel „CH 1“ entsprechend des gewählten Signaleingangs). Steuergerät 2 ist immer fest mit HF2 verbunden.

Sind die Steuergeräte ausgeschaltet (Auswahl „Off“), so sind sie mittels optoelektronischem Relais komplett abgekoppelt. Bei Wahl einer Aktivantenne werden die Fernspeisung und das notwendige Steuersignal für Rxxx-Geräte über Trennfilter (Drosselspule mit 400 μ H Induktivität) an den Eingang geschaltet.

Achtung! Die mögliche Beeinflussung tieffrequenter Signale aufgrund der Trenn-Induktivität ist zu berücksichtigen! Verwenden Sie keine Fernspeisung / -steuerung, wenn 400 μ H Induktivität nicht für ihren geplanten Empfangsbetrieb ausreichen!

Achtung! Der Betriebsstrom der Antennen wird direkt aus der Stromversorgung des RSR200 entnommen (Buchse „+12V“ oder USB-PD). Beachten sie eine ausreichende Stromergiebigkeit der verwendeten Stromversorgung (Betriebsstrom des RSR200 plus Stromverbrauch aller Antennen)!

Die Fernsteuerung der Rxxx-Geräte erfolgt mittels digital codierter Signale direkt über die HF-Leitung vom RSR200-Eingang zum Gerät. Dabei werden Informationen zur Richtungseinstellung (RLA4 und RAP1) bzw. Resonanzgüte (RFA2) direkt aus den Bedienpaneelen entnommen (Slider über „ATT“). RFA2 und RAP1 werden außerdem mit Informationen über die aktuelle Empfangsfrequenz versorgt. Diese werden vom SDR-Programm (Einstellung „Tune“ o. ä.) über die ExtIO*.DLL an den RSR200 und weiter zu den Geräten geliefert. Damit ist die Funktionalität „automatisch mitlaufende Abstimmung“ gewährleistet.

Die Übertragung der Steuersignale direkt über die HF-Leitung ist eine komfortable Möglichkeit der Fernsteuerung (keine zusätzlichen Leitungen notwendig). Sie hat aber auch Nachteile:

- Relativ langsam. Die Datenübertragung erfolgt mit 125 Bit/s, jedes Datenpaket benötigt damit über 0,1 s zur Übertragung. Speziell bei schneller Abstimmung „hinkt“ die Antenne daher den Einstellbefehlen hinterher. Betätigen sie Einstellungen, die eine Signalübertragung zur Antenne erfordern, nur langsam.
- Die Einstellsignale überlagern sich den Empfangssignalen. Sie sind, besonders bei tiefen Empfangsfrequenzen, im Signal bemerkbar. Das Störspektrum reicht bis ca. 10 kHz, darüber hinaus kann es sich den Empfangssignalen aufmodulieren.

Achtung! Der RSR200 besitzt eine sehr tiefe Grenzfrequenz (ca. 200 Hz). Die 125 Hz Steuersignale erzeugen deshalb eine hohe zusätzliche Aussteuerung der ADC. Bei hohen Vorverstärkungen (kleine Werte für ATT) und / oder großen HF-Eingangspiegeln können die ADC übersteuert werden. Erhöhen sie in diesem Fall die Dämpfung (ATT größer einstellen). Beachten sie eventuell zusätzliche digitale Verstärkungen (Wert „Magnitude“ > 1,000 bei Betriebsart „Div“) und reduzieren sie diese soweit nötig!

Hinweis: Die Aktivantennen RLA4 und RFA2 (und viele andere) liefern recht hohe Empfangspegel. Weitere Verstärkung (ATT < 0) ist niemals nötig. Vielmehr sollte die Abschwächung soweit erhöht werden, bis dass das Eigenrauschen des RSR200 gerade (noch nicht) anfängt, schwache Signale zu beeinflussen.

5.4.2 Antennen-Diversity

Der RSR200B bietet die Möglichkeit, Signale von 2 Antennen direkt in der Hardware (ohne Notwendigkeit, das ein SDR-Programm das tut) so zu verknüpfen, dass eine destruktive (dämpfende) oder konstruktive

(verstärkende) Interferenz gleichfrequenter Signale auftritt. Gleichfrequente Signale meint dabei den Empfang des selben Signals über verschiedene Kanäle. Beim RSR200 sind das die Eingänge HF1 und HF2 mit den daran angeschlossenen Antennen.

Die Hauptanwendung des Diversity-Empfangs ist die selektive Unterdrückung von unerwünschten Signalen. Dazu müssen die Signale vor der Verknüpfung (Addition) auf exakt den selben Pegel und exakt um 180° verschobene Phase (Inversion) gebracht werden. Gelingt dies nur für die unerwünschten Signale, ohne dass die erwünschten Empfangssignale diese Bedingung erfüllen, so werden die Störsignale stark gedämpft und die gewünschten Signale kaum. Je mehr die gewählten Antennen diese Bedingungen unterstützen, um so erfolgreicher wird die Unterscheidung zwischen unerwünschten und erwünschten Signalen sein.

Der RSR200 selbst ermöglicht die Anpassung des Pegel und der Phase für den Empfangskanal 2, um bei Addition mit Kanal 1 die notwendige Pegelgleichheit und Phaseninversion zu erreichen. (Auch mittels „ATT“ in beiden Kanälen ist eine grobe Angleichung der Pegel möglich). Für hohe Unterdrückungswerte (hohe Genauigkeit der Übereinstimmungen) ist eine sehr exakte Einstellung notwendig. Der Kanal 2 kann deshalb digital mit einer Auflösung von 0,001 im Bereich 0,001 bis 8 facher Verstärkung und 0,01° im Bereich von 0° bis ±180° Phasenwinkel eingestellt werden.

Achtung! Diese Einstellbereiche ergeben insgesamt 288 Millionen mögliche Kombinationen!

Um die geeignetste Kombination zur Erzielung der maximal möglichen Dämpfung zu finden, erfolgt die Auswahl in 2 Schritten:

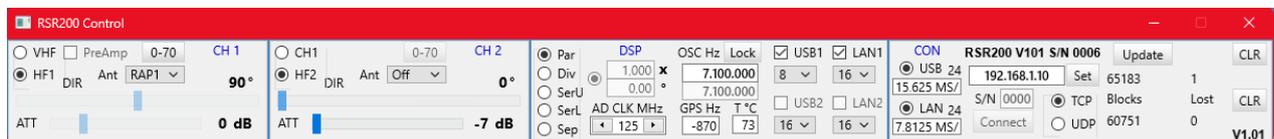
- Grobauswahl mit Hilfe des Zeigers für die gesuchten (Polar-) Koordinaten im zweidimensionalen Magnituden-Phasenraum. Diese Auswahl per Maus erfolgt mit der Pixel-Auflösung des Diagramms („Zielscheibe“). Dabei wird das Spektrum im SDR-Programm betrachtet und der Punkt gesucht, bei dem eine Absenkung der Pegel des interessierenden Signals erfolgt. Mit kleinen Variationen um den gefundenen Punkt herum kann man den Pixel auf der „Zielscheibe“ identifizieren, der die größtmögliche Absenkung ermöglicht. Dabei sind je nach Frequenz ca. 30 dB (bis ca. MW) bis 20 dB (KW) möglich. Wird keiner gefunden, müssen die Pegel der Signale besser angepasst werden (Antennen, Abschwächer, evtl. Einschalten von „Gain“ im Diagramm, ...).

Hinweis: Der RSR200 ermöglicht in Betriebsart „Sep“ die Umschaltung der Ansicht beider Einzelkanäle. Dazu jeweils das Häkchen bei der gewählten Schnittstelle abwechselnd bei Kanal 1 und 2 setzen. Der Pegel des auszublendenden Signals sollte in Kanal 2 geringfügig höher sein als in Kanal 1 (Antennen ausrichten, Abschwächer einstellen). Ist das nicht möglich, darf er maximal 18 dB tiefer liegen, dann digitales „Gain“ im Diversity benutzen.

- Feineinstellung mit den Einstellreglern „Magnitude“ und „Angle“. Hier kann mit wechselseitiger Verstellung (Schrittweiten evtl. anpassen) genau der Punkt der höchsten Unterdrückung gewählt werden. Bei tiefen Frequenzen ohne große Schwankungen sind bis zu 60 dB erreichbar, der Punkt höchster Dämpfung ist sehr „scharf“. Mit steigender Frequenz lassen mögliche Dämpfung und „Schärfe“ der Einstellung nach.

5.5 Updates

5.5.1 Version 1.01



Die Version 1.01 enthält folgende Erweiterungen:

- Steuerung der Geräte RLA4, RFA1/2, RAP1 bei Anschluss an die Eingänge HF1, HF2 oder VHF.

Die Gestaltung der Paneele CH 1 und CH 2 hat sich geändert. Über das Auswahlmenü „Ant“ kann nun neben der Fernspeisung „+12 V“ auch eines der genannten Geräte ausgewählt werden:

- Slider „DIR“: Bei RLA4 und RAP1 kann hiermit die Empfangsrichtung einer RLA4 (direkt oder am Eingang des RAP1 angeschlossen) ferngesteuert werden. Der Schieberegler lässt sich mit der Maus schnell verschieben und kann mit den Cursortasten der Tastatur fein eingestellt werden. Die Einstellung ist in 232 Schritten von 0° – 180° möglich.

- Button „0-70“: Bei Auswahl „RAP1“ kann hiermit die Überbrückung des Preselektors eingeschaltet werden. Am RAP1 wird dann „0-30MHz“ angezeigt (er ist nur für diesen Bereich ausgelegt). Die Überbrückung kann aber den ganzen Bereich durchlassen, der mit HF1 oder HF2 empfangbar ist (sinnvoll bis ca. 70 MHz).

Zum Update des Gerätes muss die Datei „RSR200B101.BIT“ in den RSR200 übertragen werden. Folgen sie genau den Anweisungen zum Software-Update (Beschreibung Knopf „Update“ in Paneel „CON“)! Nach erfolgreicher Übertragung muss das verwendete SDR-Programm geschlossen und der RSR200 ausgeschaltet werden. Nach dem Wiedereinschalten (einige Sekunden warten) ist die neue Firmware aktiv.

Die neue Firmware kann nur mit der dazu gehörigen ExtIO*.DLL arbeiten. Für Firmware Version RSR200B101 muss die Datei ExtIO_RSR200B101.DLL im verwendeten SDR-Programm angegeben werden.

Achtung! Verwenden sie keine DLL im SDR-Programm, die nicht zur Firmware des RSR200 passt! Die Arbeit des RSR200 ist dann nur eingeschränkt oder gar nicht möglich. Führen sie im Besonderen niemals ein Update aus, wenn Firmware und ExtIO*.DLL unterschiedlich sind! Dadurch könnte der Speicher des RSR200 komplett gelöscht werden. Das Gerät kann dann nur nach (kostenpflichtiger) Neuprogrammierung beim Hersteller wieder betriebsfähig gemacht werden.

Hinweis: Ob RSR200-Firmware und im PC verwendete DLL zueinander passen, lässt sich leicht an den im Paneel CON angezeigten Versionsnummern erkennen. Die hinter „RSR200“ angezeigte Firmware-Version muss exakt der ganz unten rechts angezeigten DLL-Version entsprechen (Trenn-Punkt ist bedeutungslos). Passen die Versionen nicht, konfigurieren sie sofort das SDR-Programm auf die Verwendung der richtigen DLL!

5.5.2 Version 1.0A

Hierbei handelt es sich um eine „Beta-Version“ (noch nicht vollständig freigegebene Version) zu Test und Beseitigung folgender Eigenart:

- Bei Übersteuerung von Eingang HF2 treten starke Signalverzerrungen auf.

Eingang HF2 besitzt auf digitaler Ebene („hinter“ dem ADC) eine spezielle Signalverarbeitung zur Realisierung der Funktionalität „Antennen-Diversity“. Sie ist bei Auswahl der Betriebsart „Div“ im Paneel „DSP“ immer aktiv. Außerdem ist sie auch bei Auswahl von „Sep“ aktiv, weil in diesem Fall Kanal 2 ebenfalls über die Diversity-Schaltung (dann auf Magnitude 1,000 und Phase 0,00 eingestellt) geroutet wird.

Bis Firmware Version 1.01 reagiert die Diversity-Schaltung sehr empfindlich auf Übersteuerung. Ab V1.02 (testweise ab V1.0A) ist ein zusätzlicher Begrenzer installiert, der höhere Pegel auf maximal den zur Vollaussteuerung (Clipping-Grenze) notwendigen Pegel begrenzt. Dadurch entstehen nur die bei Clipping unvermeidbaren Verzerrungen, aber keine zusätzlichen.

Um Übersteuerungen des RSR200 generell besser erkennen zu können, wurden in die Paneele der Eingangsschaltungen für Kanal 1 und 2 zusätzliche Anzeigen integriert. Das normalerweise grüne Feld „Ov“ (Overload) wird rot, sobald der Empfangspegel nur noch ca. 0,5 dB unter der Clipping-Grenze liegt. Die Schaltung arbeitet mit der ADC-Taktfrequenz, ermöglicht also auch die Erfassung sehr kurzer Impulse im ns-Bereich. Eine erkannte Vollaussteuerung bzw. Übersteuerung wird jedoch min 0,5 s lang rot angezeigt.

Hinweis: Leuchtet die Übersteuerungsanzeige eines Kanals öfter oder gar dauerhaft rot, reduzieren Sie den Eingangspegel. Bei Übersteuerung ist eine verzerrungsfreie Signalverarbeitung nicht möglich!

Der Eingangspegel kann mit Hilfe des Abschwächers („ATT“ auf höhere Werte setzen) reduziert werden.

Achtung! In der Betriebsart „Div“ kann eine digitale Verstärkung „hinter“ dem ADC eingestellt werden (Magnitude > 1,000). Diese Verstärkung reduziert generell die analog „vor“ dem ADC eigentlich mögliche Aussteuerungsgrenze. Wählen sie digitale Verstärkung nur, wenn unbedingt nötig, z. B. bei sehr geringen Pegeln der am Eingang HF2 angeschlossenen Signalquelle!

Beachten sie auch die Hinweise zum Einsatz von ferngesteuerten Antennen. Die Fernsteuerung erfolgt direkt über das HF-Kabel und überlagert damit die Empfangssignale mit den Steuersignalen. Bei hohen Summenpegeln (breitbandige Empfangssignale) und / oder hoher Vorverstärkung (ATT < 0) kann durch die zusätzlichen Antennen-Steuersignale Übersteuerung auftreten. Reduzieren sie in diesem Fall die

Vorverstärkung (ATT auf größere Werte stellen).

Die steuerbaren Geräte RLA4, RAP1 und RFA2 sind Aktivgeräte (integrierte Verstärker), die so hohe Pegel liefern, dass niemals Vorverstärkung im RSR200 notwendig ist. Vielmehr ist speziell bei der RLA4 (breitbandig hohe Pegel) der Einsatz von Dämpfung (ATT >0) oder das Zwischenschalten eines Preselektors notwendig.