

Bedienungsanleitung

für den direkt digitalisierenden Blackbox-Empfänger

RSR200



Ausgabe: 2.25
Erstellt: 07.01.2025
Letzte Änderung: 09.07.2026

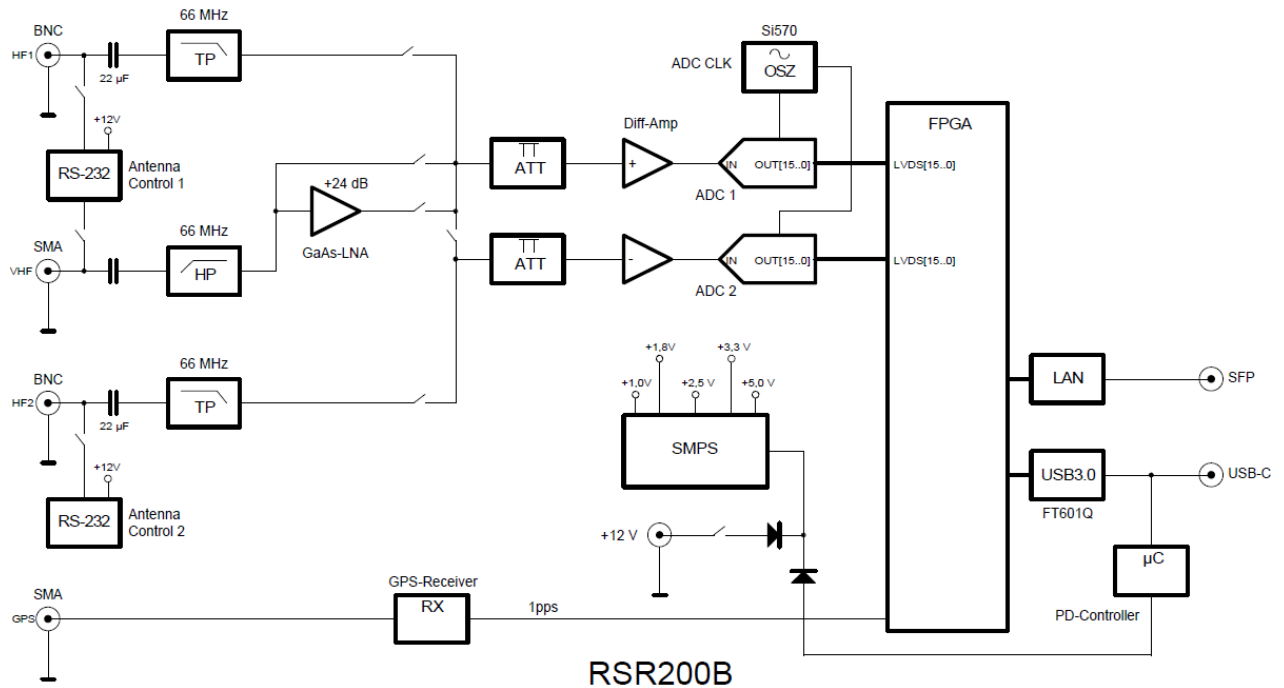
Inhalt

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 Hinweise zu Software-Updates.....	18
5.6 Verwendung der ExtIO-DLL für selbst erstellte SDR-Programme.....	20
5.7 Mehrkanalbetrieb.....	22
6. Updates.....	24
6.1 Version 1.01.....	24
6.2 Version 1.0A.....	24
6.3 Version 2.10.....	25
6.4 Version 2.11.....	29
6.5 Version 2.21.....	29
6.6 Version 2.22.....	30
6.7 Version 2.23.....	30
6.8 Version 2.24.....	31
6.9 Version 2.25.....	32

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 Amplitudenauflösung. 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 gerade 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 Zubehöerteile 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“.

Achtung! Die USB-Buchse ist mechanisch sehr empfindlich. Vermeiden sie jede Krafteinwirkung auf die Buchse, wie z. B. Verdrehung oder seitliche Zug- oder Druckbelastung. Verlegen Sie das Kabel so, dass keine Kräfte auf die Buchse wirken (geradlinige Führung, keine Bewegung im angeschlossenen Zustand). **Mechanische Beschädigungen der Buchse sind kein Garantiefall!** Eine Reparatur ist sehr teuer (die komplette Leiterplatte im Gerät muss getauscht werden).

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 Eingangspegel!

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.

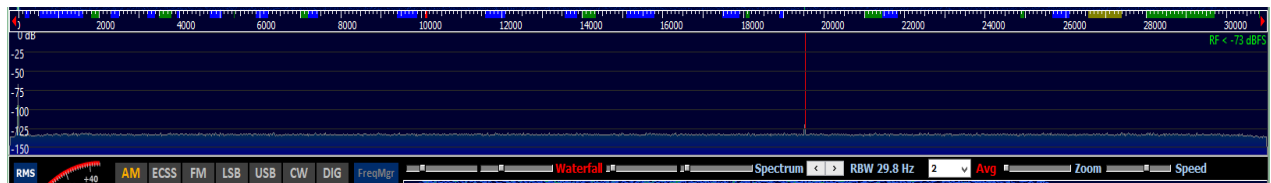
3.2 Allgemeine Hinweise zum Betrieb

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, dass 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:

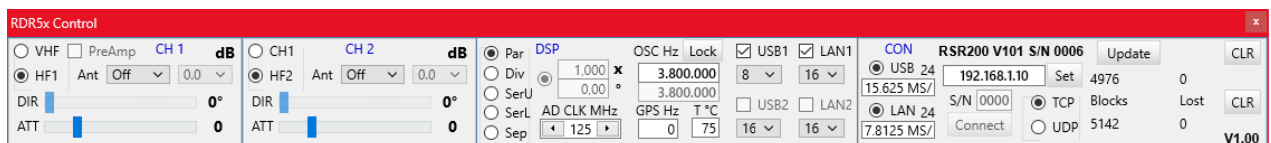
- FTD3XX.dll
- cc32c260mt.dll (nur für V100)
- borIndmm.dll (nur für V100)

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:

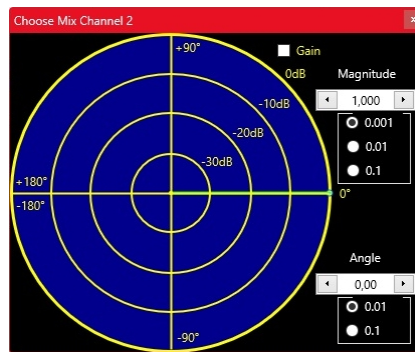
- **CH 1:**
 - Umschalter VHF/HF1: Auswahl des in Kanal 1 digitalisierten Empfangssignals.
 - PreAmp: Zuschaltbarer Vorverstärker für Eingang VHF.
 - Ant: Auswahl der Fernspeisung / -steuerung für Kanal 1 (an HF1 und VHF). In Version 1.00 wählbar: „Off“ oder „+12 V“. LED „HF1/VHF“ zeigt das Anliegen 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:

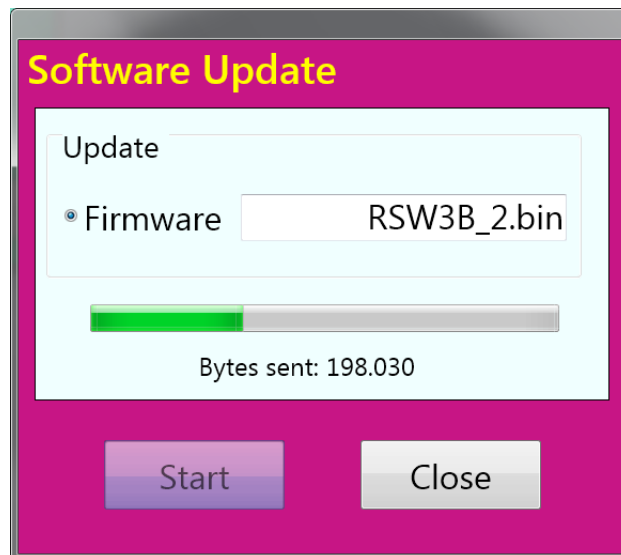
Wahl des Übertragungsprotokolls, das für die Datenübertragung im Netzwerk verwendet wird. TCP erlaubt die Erkennung von Datenfehlern und gegebenenfalls die Wiederholung nicht korrekt empfangener Daten. Das erfordert jedoch höhere Rechenleistung des PC und kann bei hohen Datenraten zum kurzzeitigen vollständigen 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 Haupttaktozillator:	< 0,5 ps RMS (12 kHz ... 20 MHz)
Temperaturdrift Haupttaktozillator:	< 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 Antennenfernspesung 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 er 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.

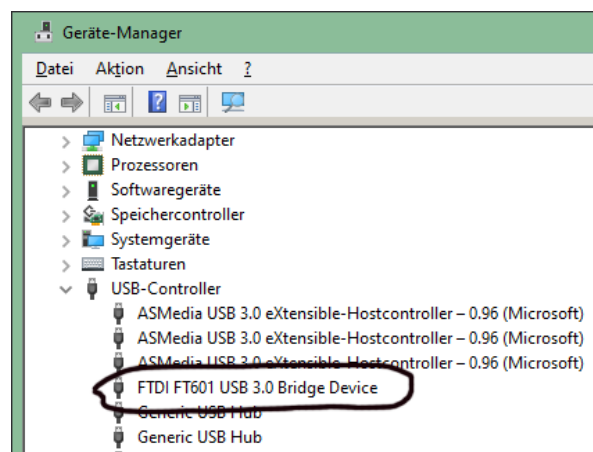
Achtung! Die Umschaltung der Eingänge HF1, HF2 und VHF an die ADC erfolgt mit begrenzter Dämpfung des jeweils ausgeschalteten Kanals. Auch existiert nur eine begrenzte Übersprechdämpfung zwischen den Bauteilen der verschiedenen Kanäle auf der Leiterplatte des Gerätes. Starke Signale an einem Eingang 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, der Preselektoren RAP1 und RAP2 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 RAP1/2 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-Eingangspegeln 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 $\pm 180^\circ$ 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 Hinweise zu Software-Updates

Ein „SDR“ besteht aus mindestens 2 Teilen:

1. Dem HF-Empfänger, der Analogsignale digitalisiert und die resultierenden Daten an einer üblichen Computer-Schnittstelle ausgibt (und darüber auch mittels digitaler Daten gesteuert werden kann).
2. Einem Computer (üblicherweise PC), der die Daten verarbeitet (Audio erzeugt, Bedienoberflächen zur Steuerung und Anzeige enthält usw.).

Außer für sehr einfache Geräte (Empfänger hat keine intelligente Steuerung in Form einer CPU), ist für beide Teile Software erforderlich. Der Anteil für den Empfänger (Programm der integrierten CPU) wird üblicherweise „Firmware“ genannt. Der Anteil für den PC besteht aus mindestens einer ausführbaren Datei (das eigentliche SDR-Programm) und oft weiteren Hilfsdateien. Bei der Verwendung des RSR200 als Empfänger sind mindestens immer 2 Hilfsdateien erforderlich:

1. Eine DLL (enthält ausführbaren Programmcode) zur Vermittlung der Datenströme zwischen SDR-Programm und Empfänger. (Im Falle des RSR200B enthält die DLL auch eine eigene Bedienoberfläche für Steuerungen, die in üblichen SDR-Programmen nicht enthalten sind). Diese

sogenannte ExtIO-DLL (weitere Benennung je nach Namen und Versionen der Geräte und Dateien) wird bei einem Software-Update einfach in das vom verwendeten SDR-Programm geforderte Verzeichnis kopiert. Im Programm muss dann diese Datei angegeben / ausgewählt werden (wenn das Programm keine anderen (alten) ExtIO-DLLs findet, nimmt es meist automatisch die einzig vorhandene).

2. Eine Treiber-DLL (Verbindungs-Datei zu einem PC-Anschluss wie z. B. USB). Diese Datei muss sowohl zur ExtIO-DLL, als auch zum verwendeten Anschluss bzw. dem vom Betriebssystem installierten Anschlussstreiber passen. Die passende Treiber DLL (beim RSR200B ein USB-Treiber) steht immer zusammen mit der zugehörigen ExtIO-DLL zur Verfügung und muss in genau das gleiche Verzeichnis kopiert werden wie die ExtIO.

Damit lautet die Anweisung zum Software-Update der PC-Anteile des SDR: Kopieren Sie die beiden DLL-Dateien aus dem für Ihren PC zutreffenden Archiv (gemäß installiertem USB-Treiber „alt“ oder „neu“) in das vom SDR-Programm geforderte Verzeichnis (bei HDSDR das Programmverzeichnis).

Um den RSR200 mit einem PC betreiben zu können, auf dem ein SDR-Programm läuft (welches die beiden notwendigen DLLs verwendet), muss auch im RSR200 die passende Firmware vorhanden sein. Bei einem Update wird die passende Firmware zum RSR200 durch Betätigen des Knopfes „Update“ in der Bedienoberfläche des RSR200 übertragen. Die zu übertragende Datei hat immer die Endung „.Bit“. Der Vorgang ist auf Seite 10 (ältere Software) bzw. 24 (neuere Software) beschrieben.

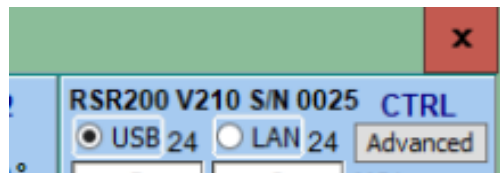
Damit Hardware und PC-Software richtig zusammen arbeiten, ist immer erforderlich:

Die Version der ExtIO-DLL und der Firmware müssen gleich sein!

Die Versionsnummern sind in den Namen der Dateien enthalten. Beabsichtigen sie also z. B. einen RSR200B mit geladener Firmware **V210** zu betreiben, so muss das SDR-Programm auch die DLL mit dem Namen ExtIO_RSR200B**210**.dll verwenden! Umgekehrt gilt genauso: Arbeitet ihr SDR-Programm mit der DLL ExtIO_RSR200B210.dll, so muss im RSR200 auch die Firmware V210 geladen sein!

Welche DLL verwendet wird, kann im SDR-Programm ausgewählt werden bzw. wird dort angezeigt. Außerdem wird die Versionsnummer immer im Bedienpaneel (welches ja in der DLL enthalten ist) angezeigt (unten rechts im CTRL-Paneel).

Die im RSR200 laufende Firmware ist von außen nicht sichtbar. Sie wird erst im Bedienpaneel angezeigt (oben im CTRL-Paneel vor der Seriennummer), wenn eine Verbindung zwischen RSR200 und PC-Software hergestellt ist:



Stimmen beide Nummern nicht überein, muss entweder die passende DLL verwendet, oder die passende Firmware in den RSR200 geladen werden. Üblicherweise sollten beide Teile auf den Stand der neuesten Version gebracht werden.

Es gibt eine Ausnahme: Im RSR200 ist Version V100 aktiv. Dann muss zwingend auch das SDR-Programm zusammen mit ExtIO Version V100 verwendet werden (womit zunächst beide Teile wieder gleich sind). In dieser Konstellation kann eine neue Firmware in den RSR200 geladen werden. Erst dann darf auch die neue DLL (passend zur neu geladenen Firmware) verwendet werden!

Hintergrund: Im RSR200 sind immer 2 unabhängige Firmware-Dateien gespeichert:

1. Eine vom Hersteller fest eingespeicherte (nicht änderbare) Version.
2. Die letzte per Update vom PC aus geladene Version.

Beim Einschalten des RSR200 wird immer versucht, die letzte geladene Version zu starten. Gelingt das nicht (keine vorhanden, Fehler beim Update, falsche Datei geladen, Absturz des Programms...), so wird die fest eingespeicherte Version aktiviert. Mittels dieser ist es nun weiterhin möglich, den RSR200 zu starten und wieder eine lauffähige neue Version zu laden.

Es ist also möglich, dass der RSR200 sich mit 2 unterschiedlichen Versionsnummern melden kann. Die fest eingebrannte Version ist dabei üblicherweise eine ältere Version (die bei der Herstellung aktuelle).

Die Verbindung zwischen PC und RSR200 kann mit jeder möglichen Kombination von Firmware und DLL hergestellt werden (um überhaupt die Firmware-Version angezeigt zu bekommen). Auch das Laden neuer Firmware in den RSR200 ist mit jeder Kombination **ab Version V101 aufwärts** möglich. Der laufende Betrieb sollte jedoch immer mit gleichen Versionsnummern erfolgen. Sonst ist ein stabiler Betrieb nicht gewährleistet.

Ausnahme Version V100

Die Firmware und DLL V100 stellen eine Besonderheit dar. Dies ist die allererste Version, die in die ersten ausgelieferten Geräte einprogrammiert wurde. Sie ist **nicht kompatibel** mit neueren Versionen (ab V101)! Erscheint in der Versionsanzeige des RSR200 die V100, so muss zwingend auch die DLL **ExtIO_RSR200B100.dll** im SDR-Programm verwendet werden. Speziell die Funktion des Uploads neuer Firmware ist sonst nicht gewährleistet.

Bei Verwendung neuerer DLLs (Versionsnummer größer 100) mit Firmware RSR200 V100 kann bei einem Update-Versuch der gesamte Speicher gelöscht und damit das Gerät unbrauchbar gemacht werden!

Das Erscheinen verschiedener Firmware-Versionennummern kann zunächst etwas verwirren. Prüfen sie deshalb nach jedem Neustart (RSR200 einschalten und SDR-Programm neu starten oder neu verbinden), welche Nummer angezeigt wird. Erscheint eine ältere Version, so kann aus irgend welchen Gründen die letztmalig geladene neuere Version nicht starten. Probieren sie dann einen Neustart (RSR200 aus- / nach ca. 5 Sekunden wieder einschalten, SDR-Programm neu starten). Erscheint nun die Nummer der letztmalig geladenen Version, ist alles OK. Der vorherige „Fehlstart“ in die ältere Sicherheitsversion war Zufall (kann selten vorkommen, z. B. bei instabiler Stromversorgung oder starken Störspannungen).

Erscheint jedoch immer die alte Version, so ist keine neuere vorhanden. In diesem Fall kann / sollte das Update auf eine neue Version erfolgen. Beachten sie, dass bei laufender V100 im RSR200 ein Update nur bei Verwendung der V100 DLL möglich ist!

5.6 Verwendung der ExtIO-DLL für selbst erstellte SDR-Programme

Achtung! Dieser Abschnitt richtet sich nur an Programmierer, die selbst PC-Software (ein SDR-Programm) entwickeln. Die Beschreibung der Funktionen erfolgt ohne jede Garantie oder Haftung für Vollständigkeit und Fehlerfreiheit!

Die für den RSR200 bereitgestellten DLLs enthalten exportierte Funktionen, auf die ein SDR-Programm zugreifen kann. Dafür existiert eine Import-Bibliothek nach „Borland-Standard“. Die Definition und Funktionalität der Funktionen ist grundsätzlich im Quasi-Standard für Winrad ExtIO-DLLs nach Alberto die Bene definiert (z. B. hier: <https://www.sdradio.eu>). Es existieren einige Erweiterungen (z. B. Für HDSDR), die in einer Header-Datei für C-Programme definiert sind:

https://www.hdsdr.de/download/LC_ExtIO_Types.h.

In den RSR200-DLLs sind nicht alle möglichen Funktionen definiert. Im Folgenden sind die in der jeweiligen Version vorhandenen Funktionen aufgelistet.

V211 (Windows 32 Bit)

InitHW(): Liefert die Bezeichnungen der Hardware und das verwendete Datenformat (immer exthwUSBdata24). Rückgabewert immer TRUE.

SetCallback(): Übernahme der Startadresse einer Callback-Funktion für die Datenübergabe aus der DLL an das SDR-Programm. Es können maximal 4 unabhängige Startadressen zur Datenübergabe von 4 SDR-Programmen übernommen werden.

OpenHW(): TRUE, wenn alle Initialisierungen und das Öffnen des Bedienpaneels erfolgreich waren, oder bereits erfolgt sind (früherer Aufruf) und bisher maximal 2 frühere Aufrufe (Einkanalbetrieb) oder insgesamt maximal 4 Aufrufe (Betriebsart auf „Separate“ gesetzt) erfolgten. Damit können maximal 2 bzw. 4 unabhängige Programme die DLL gleichzeitig verwenden.

StartHW() / StartHW64(): Übernahme einer Frequenz für den lokalen Mischoszillator im RSR200 und Start der Ausgabe von Daten an die (vorher mitgeteilten) Callback-Funktionen. Sperrung einiger Bedienelemente in der RSR200-Bedienoberfläche (z. B. Umschaltung TCP/UDP). Gibt die Zahl der

Samples in einem Datenblock bei Aufruf einer Callback-Funktion zur Datenübernahme zurück. Oder -1 bei Fehlern.

StopHW(): Beenden der Datenübergabe an die Callback-Funktionen. Freigabe der beim Start gesperrten Bedienelemente.

CloseHW(): Trennung der Schnittstellen, Freigabe der von der DLL verwendeten Ressourcen, Löschung der gespeicherten Callback-Adressen. Diese Funktion wird nur ausgeführt, wenn ebenso viele Aufrufe erfolgten, wie vorher Aufrufe der Funktion InitHW() mit Ergebnis TRUE ausgeführt wurden (das erste registrierte SDR-Programm beendet nach seinem Schließen auch wieder die Verwendung der DLL).

TuneChanged(): Übernahme einer neuen Empfangsfrequenz des SDR-Programms (wird zur Steuerung von Preselectoren oder Aktivantennen bzw. deren Steuergeräten verwendet).

GetHWLO() / GetHWLO64(): Gibt die lokale Oszillatorfrequenz von Kanal 1 zurück.

SetHWLO() / SetHWLO64(): Einstellung der lokalen Oszillatorfrequenz von Kanal 1. Ist nicht Betriebsart „Separate“ aktiv, wird auch der Oszillator von Kanal 2 eingestellt.

GetHWSR(): Gibt die zuletzt geänderte Samplingfrequenz zurück (nach Mitteilung einer Änderung an SDR-Programm über Aufruf Callback mit Status Code 100). Je nachdem, an welcher Schnittstelle zuletzt eine Änderung erfolgte, wird die aktuelle Samplingrate von USB oder LAN zurück gegeben.

GetAttenuators(): Anforderung zur Mitteilung der Verstärkung / Dämpfung von schaltbaren Stufen. Der RSR200 meldet die jeweilige Dämpfung (negativer Wert) bzw. Verstärkung (positiver Wert) für die Stufen 0 bis 35.

GetActualAttIdx(): Der RSR200 gibt die aktuell eingestellte Stufe zurück.

SetAttenuators(): Der RSR200 setzt das Dämpfungsglied auf die angeforderte Stufe, sofern sie im Bereich von Stufe 0 bis Stufe 35 liegt.

Hinweis: Alle Funktionen für Dämpfungseinstellungen beziehen sich auf Kanal 1. Ist der Eingang von Kanal 2 an Kanal 1 geschaltet, so wird sein Abschwächer mit SetAttenuators () ebenfalls eingestellt.

GetStatus(): Tut nichts und liefert den Wert 0 zurück.

VersionInfo(): Speichert die übergebenen Informationen in internen Variablen (keine weitere Verwendung).

ExtIoSDRInfo(): Speichert die übergebenen Informationen in internen Variablen (keine weitere Verwendung).

SetCallback(): Speichert die übergebene Adresse. Es können maximal 4 Adressen gespeichert werden. Bei Verfügbarkeit von Daten oder der Notwendigkeit, Mitteilungen an das SDR-Programm zu senden, werden die Callback-Funktionen an diesen Adressen aufgerufen.

ShowGUI(): Anzeige des RSR200-Bedienpanels.

HideGUI(): Ausblendung des RSR200-Bedienpanels.

Neben dem Aufruf dieser Funktionen durch das SDR-Programm erfolgen Aufrufe der mitgeteilten Callback-Funktionen durch das Programm der DLL. Das SDR-Programm muss diese Funktionen möglichst schnell ausführen (nur sofort erforderliche Arbeiten) und dann wieder beenden (Rückkehr zum aufrufenden Programm der DLL).

Nach Ausführen von StartHW() ruft die DLL eine oder mehrere Callback-Funktion(en) regelmäßig auf, um ihr die vom RSR200 empfangenen Daten zu übergeben. Dabei erfolgt die Bereitstellung der Daten immer im Format exthwUSBdata24 (je 3 Byte für I und Q). Die Blockgröße der bei einem Aufruf zur Verfügung gestellten Daten beträgt immer 130560 Samples (Rückgabewert des erfolgreichen Aufrufs von StartHW()).

Die Kennzeichnung einer Datenübergabe erfolgt durch Setzen der Parameter „cnt“ auf den Wert der Blockgröße und „status“ auf 0 bei Aufruf der Callback-Funktion. Ein Callback-Aufruf kann auch ohne Datenübergabe erfolgen (nur Steuer-Informationen von DLL an SDR-Programm senden). In diesem Fall ist Parameter „cnt“ auf -1 gesetzt und Parameter „status“ gibt die Art der gemeldeten Information an. Folgende Informationen können gemeldet werden (Auszug aus LC_ExtIO_Types.h):

extHw_Changed_SampleRate = 100 // sampling speed has changed in the external HW

extHw_Changed_LO = 101 // LO frequency has changed in the external HW

extHw_Lock_LO = 102

extHw_Unlock_LO = 103

extHw_Changed_ATT = 125 // Attenuator changed => call GetActualAttIdx()

5.7 Mehrkanalbetrieb

Neben der Nutzung der Betriebsart Antennen-Diversity (siehe Abschnitt 5.4.2) kann der RSR200 auch für „echten“ Mehrkanalbetrieb verwendet werden. „Echt“ meint dabei die Ausgabe von Datenströmen an mehrere SDR-Programme bzw. mehrere Datenübergabestellen (Callback-Funktionen) innerhalb eines Programms.

Prinzipiell kann der RSR200 bis zur 4 Datenströme bereit stellen:

1. Kanal 1 (eventuell kombiniert mit Kanal 2) über USB.
2. Kanal 2 bei Betriebsart „Separate“ über USB.
3. Kanal 1 (eventuell kombiniert mit Kanal 2) über LAN.
4. Kanal 2 bei Betriebsart „Separate“ über LAN.

Dabei haben 2 Datenströme immer den gleichen Informationsinhalt (Kanal 1 oder Kanal 2). Die Unterscheidung besteht in der Aufteilung auf die beiden verfügbaren Schnittstellen USB und LAN. Dies ermöglicht den Anschluss des RSR200 an einen Computer zur Addition der jeweiligen Datenraten, oder an zwei verschiedene Computer.

Wie viele Datenströme aktuell bereit gestellt werden, wird durch die Auswahl der Schnittstellen-Schalter USB1, LAN1, USB2 und LAN2 bestimmt (1 und 2 jeweils für Kanal 1 oder 2). Jeder aktivierte Schalter gibt den zugehörigen Datenstrom frei. Welche Schalter in einem bestimmten Betriebszustand aktiviert werden können, ist abhängig von den Verbindung der Schnittstellen (nur verbundene Schnittstellen können Daten übertragen) und der Betriebsart (Ein- oder Zweikanal).

Software Version 2.11

Diese Version ist nur zur Verwendung mit HDSDR und kompatiblen Programmen gedacht. Diese Programme unterstützen keinen Mehrkanalbetrieb bzw. die parallele Verwendung der gleichen DLL in mehreren Instanzen. Dennoch ist ein eingeschränkter Zweikanalbetrieb möglich. Damit kann z. B. eine Programm-Instanz das Signal eines Kanals aufnehmen und in einer zweiten Instanz kann mit den Signalen des anderen Kanals in Echtzeit gearbeitet werden.

Der Zweikanalbetrieb mit 2 Instanzen ist sowohl auf getrennten Computern (jeweils ein Computer mit USB und ein Computer mit LAN verbunden), oder auf dem gleichen Computer (beide Schnittstellen angeschlossen) möglich. Gehen sie dazu folgendermaßen vor:

- Starten sie die erste Instanz von HDSDR (wenn 2 Computer: auf dem Computer mit der USB-Verbindung). USB hat immer Vorrang vor LAN und wird automatisch als aktive Schnittstelle verbunden.
- Wählen sie die Betriebsart („Separate“ für echten Zweikanalbetrieb) und USB1 oder USB2, je nach dem mit welchem Eingang / Kanal diese HDSDR-Instanz arbeiten soll.
- Starten sie die zweite Instanz von HDSDR (wenn 2 Computer: auf dem Computer mit der LAN-Verbindung). HDSDR (die ExtIO-DLL) wird keine USB-Schnittstelle finden und nach einigen Sekunden eine LAN-Verbindung versuchen. Stimmen alle Parameter (Adresse oder „DHCP“ und Seriennummer), wird die Verbindung über TCP hergestellt. Sonst Parameter anpassen und Verbindung mit „Connect“ herstellen.
- Wählen sie die Betriebsart („Separate“ für echten Zweikanalbetrieb) und LAN1 oder LAN2, je nach dem mit welchem Eingang / Kanal diese HDSDR-Instanz arbeiten soll (für echten Zweikanalbetrieb den nicht

in der ersten Instanz ausgewählt).

Nun kann in beiden Instanzen von HDSDR relativ unabhängig gearbeitet werden. Insbesondere die Abstimmung (Empfangsfrequenz) inklusive des zugehörigen Lokaloszillators im RSR200 sind unabhängig einstellbar. Die Samplerates (Dezimierungsstufen) sind in den Grenzen der realisierbaren Datenraten einstellbar. Es gibt dabei aber geringe Beeinflussungen. Eventuell muss in der jeweils anderen Instanz (RSR200-Bedienoberfläche) die gewünschte Dezimierung ebenfalls geändert werden.

Alle Funktionen, die nur im RSR200-Bedienpanel eingestellt werden können und das Gerät insgesamt betreffen, wirken sich auf beide Instanzen aus. Insbesondere sind das:

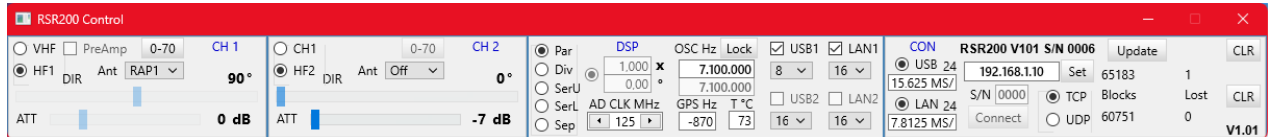
- ADC-Taktfrequenz.
- Änderungen an den Eingangsbeschaltungen und Dämpfungsstellern, wenn sie auch den anderen Kanal betreffen.
- Umschaltungen der Betriebsart.

Achtung! Beide RSR200-Bedienpanele der HDSDR-Instanzen sind gleichberechtigt bei der Steuerung des RSR200. Es ist also egal, in welchem man z. B. die ADC-Taktfrequenz ändert. Die Rückmeldung (Anzeige des geänderten Wertes) wird jedoch nur in dem Panel angezeigt, welches die Änderung ausgelöst hat!

Änderungen von Einstellungen, die auf beide Instanzen Auswirkung haben, sollten während der parallelen Laufzeit vermieden werden.

6. Updates

6.1 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 Auswahlmennü „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 an den im Panel 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 das SDR-Programm auf die Verwendung der richtigen DLL!

6.2 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!

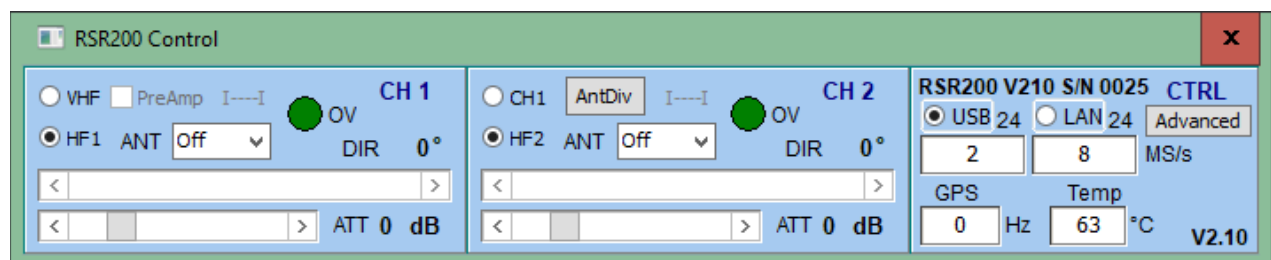
Beachten sie auch die Hinweise zum Einsatz von ferngesteuerten Antennen. Die Fernsteuerung erfolgt direkt über das HF-Kabel und überlagert damit die Empfangssignale mit den Steuersignalen. Bei hohen Summenpegeln (breitbandige Empfangssignale) und / oder hoher Vorverstärkung (ATT < 0) kann durch die zusätzlichen 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) oft der Einsatz von Dämpfung (ATT > 0) oder das Zwischenschalten eines Preselektors notwendig.

6.3 Version 2.10

Die Version 2.xx ist eine grundlegende Überarbeitung der Version 1.xx der ExtIO-DLL und der Firmware des RSR200B. Im Vordergrund stand dabei die bessere Kompatibilität der DLL zu vorhandener SDR-Software. Die DLL V1.xx wurde mit einer Entwicklungsumgebung erstellt, welche erweiterte Funktionalitäten des PC benutzt (z. B. DirectX für schnelle Bildanzeigen). Diese Funktionen sind aber oft nicht kompatibel zur Softwarestruktur der SDR-Programme, welche die DLL im Hintergrund benutzen. Dadurch kam es zu gegenseitigen Behinderungen, die sich z. B. in „Auhängern“ beim Starten oder Beenden des Programms zeigten. Ab Version 2.10 wird die DLL in einer Entwicklungsumgebung ohne Nutzung erweiterter Funktionalitäten erstellt („Visual Component Library“ mit C++ Compiler von Embarcadero).

Die Verwendung einer anderen Entwicklungsumgebung zeigt sich vor allem im veränderten Aussehen der Bedienoberfläche des RSR200B. Außerdem wurden einige Elemente verändert und neue Funktionen hinzu gefügt. Das Bedienpaneel wurde zweigeteilt. Der linke Teil enthält die üblicherweise notwendigen Einstellungen und wird immer beim Start der DLL bzw. Aufruf vom SDR-Programm eingeblendet:



Die meisten Bedienelemente entsprechen in der Funktion denen der Bedienoberfläche Version 1.xx. Folgende Änderungen sind vorhanden:

- Schaltflächen „I---I“: Sie ersetzen die bisherigen Buttons „0-70“. Die Schaltflächen sind aktiv, wenn als Antennensteuerggerät ein Typ gewählt ist, der eine Abschaltung / Überbrückung der Steuerungsfunktion erlaubt (aktuell RAP1 und 2: Überbrückung der Filter). Bei Betätigung wird diese Funktion aktiviert. bzw. wieder deaktiviert
- In der Auswahlliste „ANT“ bei Kanal 1 ist jetzt der Preselektor RAP2 wählbar. Ein am Eingang „VHF“ angeschlossener RAP2 wird dann vom RSR200B mit Strom versorgt (nur das Gerät, nicht eine eventuell notwendige Fernspeisung für Antennenverstärker am Eingang des RAP2!). An den

Filtergrenzen wird der RAP2 automatisch umgeschaltet und es wird eine zum jeweiligen Filter passende ADC-Taktfrequenz eingestellt.

- Grüner Kreis „OV“: Übersteuerungsanzeige für den Kanal. Der RSR200B beinhaltet eine Signalverarbeitung, die eine Dämpfung des vom ADC gelieferten Signals verursachen kann (z. B. Dämpfung des Kanals 2 bei Antennen-Diversity). Bei solchen Einstellungen kann das SDR-Programm eine Übersteuerung nicht mehr erkennen, weil der Signalpegel immer unter dem Maximalwert bleibt. Tritt eine Übersteuerung des ADC oder einer Verarbeitungsstufe im RSR200B auf, leuchtet die Anzeige „OV“ rot. In diesem Fall muss der Pegel vermindert werden (Eingangsspegel an Buchsen, Abschwächer des Kanals, höhere Dämpfung im Channel 2 Mix).
- Button „AntDiv“: Der RSR200B wird auf alle notwendigen Einstellungen gesetzt, die zur Betriebsweise „Antennen-Diversity“ notwendig sind. Das Bedienpaneel zur Einstellung der Parameter wird angezeigt (siehe unten).
- Button „Advanced“: Erweitert das Bedienpaneel nach rechts auf die Anzeige von seltener benötigten Einstellungen. Die Beschriftung wechselt auf „Simple“, womit das erweiterte Paneel wieder geschlossen werden kann.

Erweiterte Einstellungen:

- Einstellwert „CLK“ und Button „Set“: Die Verstellung der ADC-Taktfrequenz erfolgt zunächst nur im Bedienpaneel (mit Einstellwert „CLK“). Erst durch Betätigen von „Set“ wird der gewählte Wert zum RSR200B übertragen. Solange der Wert nicht mittels „Set“ im RSR200B aktualisiert wurde, ist Einstellwert „CLK“ gelb hinterlegt.

Hinweis: Der gelb hinterlegte Wert „CLK“ weist immer darauf hin, dass die Anzeigen im Bedienpaneel und die tatsächliche Einstellung des RSR200B differieren. Das kann vor allem beim Start des Programms vorkommen, wenn wegen Verbindungsfehlern die gespeicherten Einstellungen nicht übertragen werden konnten. Leuchtet „CLK“ gelb, sollten alle Einstellungen überprüft und gegebenenfalls neu vorgenommen (einmalig betätigt) werden, um sie zwischen Bedienpaneel und RSR200B zu synchronisieren.

- Dezimierungswerte für USB1 / 2 und LAN 1 / 2: Es sind Dezimierungen (Teilung der Abtastrate vom ADC-Takt) zwischen 2 und 64 (jeweils Verdopplung / Halbierung des Wertes) wählbar. Bei jeder Stufe wird ein Filter notwendig, dass die Bandbreite der Daten begrenzt („Nyquist-Shannon-Theorem“). Es wurden relativ aufwendige Filter eingebaut, die eine Nutzung des möglichen Frequenzbereichs bis auf 4% (1 dB Dämpfung Nutzsignale, 90 dB Dämpfung Aliassignale) vor den Grenzen ermöglicht.
- „IP-Address“: Außer der IP-Adresse für direkte Verbindung PC → RSR200B kann auch der Text „DHCP“ eingegeben werden. In diesem Fall wird versucht, eine LAN-Verbindung per DNS zum RSR200B zu etablieren, dessen Name sich aus „RSR200Bxxxx“ ergibt, wobei xxxx die bei „S/N“ eingegebene Seriennummer darstellt.

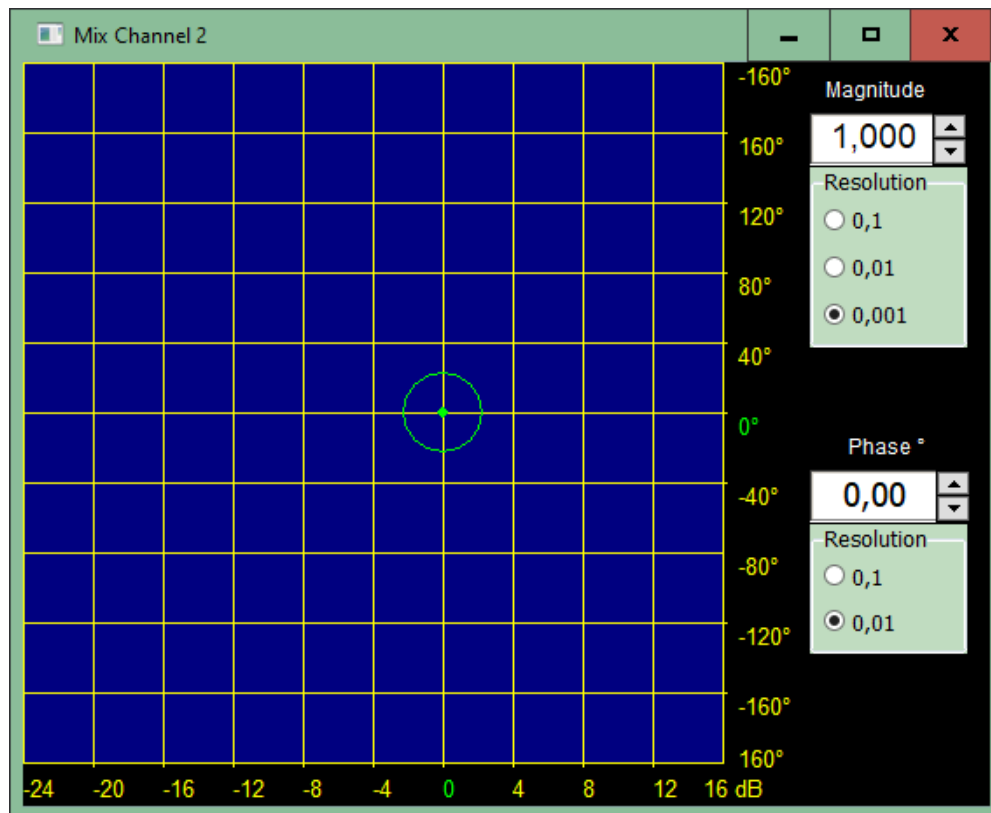
Hinweis: Ist der RSR200B nicht direkt mit einer Netzbuchse am PC verbunden, sondern über ein ausgedehntes Netzwerk, so werden im Netzwerk üblicherweise IP-Adressen automatisch vergeben (DHCP). Dann ist die Adresse des RSR200B unbekannt. In diesem Fall kann versucht werden, den RSR200B über seinen Netzwerknamen zu erreichen. Beispiel: Der angeschlossene RSR200B hat die Seriennummer 0025. Per DHCP wird ihm im Netzwerk irgend eine Adresse zugeteilt. Auf eine Anfrage zur Adresse mit dem Netzwerknamen „RSR200B0025“ gibt er seine aktuelle Adresse bekannt, so dass die ExtIO-DLL eine Verbindung zu dieser Adresse herstellen kann.

Hinweis: Die Verteilung / Verbindung von Netzwerkadressen und -namen kann ein Weile dauern. Geben sie dem Netzwerk / RSR200B nach dem Einschalten bis zu einigen Minuten Zeit, bis alle Informationen verteilt sind. Mit Betätigen von Button „Connect“ kann jederzeit versucht werden, eine Verbindung herzustellen.

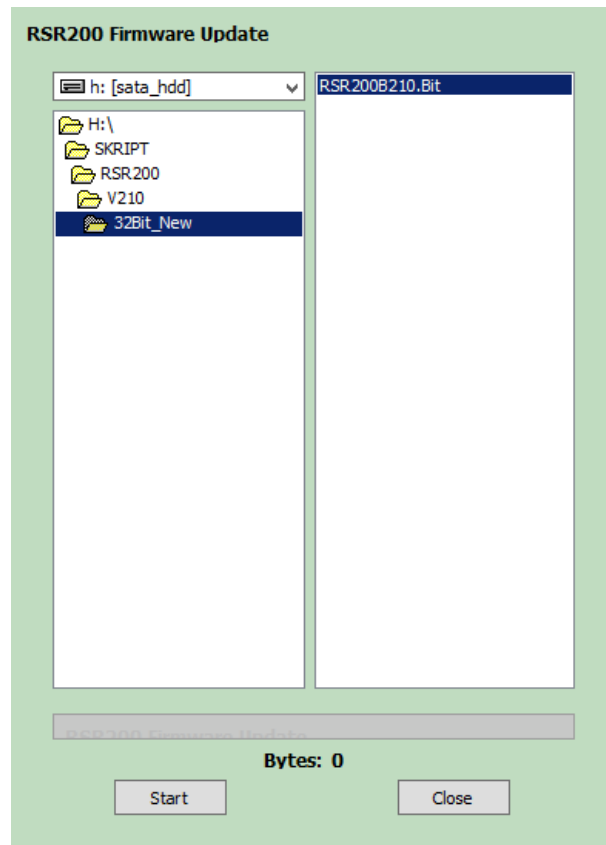
Achtung! Beim Umschalten von direkter Verbindung (Eingabe Adresse) zu DHCP oder umgekehrt, muss der RSR200B immer aus- und nach einigen Sekunden wieder eingeschaltet werden! Er prüft nur beim Starten für ca. 2 s, ob er per DHCP eine Adresse erhält. Wenn nicht, verwendet er immer seine fest eingetragene Adresse.

Hinweis: Der RSR200B ist ein Hochgeschwindigkeits-Digitalisierer, der Datenströme großer Bandbreite bereit stellt. Er kann Datenraten bis zu knapp 1000 MBit am SFP-Port erzeugen. Kalkulieren sie die erforderliche Bandbreite ihres Netzwerks zur sicheren Übertragung der Daten (Samplerate laut Anzeige „LAN MS/s“ * Auflösung 16 oder 24 Bit * 2 + einige 100 kBit für Steuerdaten). Das Netzwerk darf nur geringe Latenzzeiten (Verzögerungen) aufweisen, weil im RSR200B nicht viel Pufferspeicher zur Verfügung steht.

- Button „Clear“ für USB Daten- und Fehlerzähler oben rechts neben „Advanced“: Sollte beim Starten des Programms / Laden der DLL keine USB-Verbindung gefunden werden, kann mit Betätigen von „Clear“ eine neue Suche gestartet werden. Damit ist oft ein Neustart des SDR-Programms zum Aufbau der Verbindung vermeidbar.
- Betriebsart „Diversity“: Das Fenster zur Einstellung der Parameter für den Kanal 2 zur Addition mit Kanal 1 wurde auf rechtwinklige Koordinaten umgestellt.



Magnitude (waagerecht) und Phase (senkrecht) sind nun durch lineare Bewegung der Maus einstellbar. Das erleichtert die Bedienung. Die Phase kann aber nicht mehr durchgehend im Kreis (wie beim vorherigen Polarkoordinaten-Diagramm) verändert werden. Der Phasensprung bei $\pm 180^\circ$ ist jetzt nach oben und unten „aufgeklappt“ (wie bei einer Weltkarte der Erdkugel die linke und rechte Seite). Oberer und unterer Rand sind aber um 20° über $+180^\circ$ bzw. -180° hinaus erweitert. Dadurch muss nicht immer komplett von einem Rand zum anderen gezogen werden, wenn sich der gesuchte Punkt in der Nähe von $\pm 180^\circ$ befindet.



Der Dialog zur Auswahl der Firmware-Datei für einen Upload in den RSR200B erlaubt nun die Wahl eines beliebigen Verzeichnisses.

- Neuer USB-Treiber „FTD3XXWU“

Für die USB-Schnittstelle gibt es einen neuen Treiber für Windows. Dieser ist auf PC mit Windows 10 / 64 Bit und Windows 11 lauffähig. Er arbeitet deutlich stabiler (kein „Aufhängen“ bei Unterbrechungen der USB-Verbindung).

Achtung! Auf PC mit Windows 10 / 32 Bit läuft der neue Treiber meistens nicht (probieren)! In diesem Fall muss der alte weiter verwendet, oder das Betriebssystem aktualisiert werden.

Für die Version 2.10 der RSR200B Firmware werden 2 getrennte ExtIO-DLL bereit gestellt:

- Für alten USB-Treiber, lauffähig mit USB-Controller „FTDI FT601 USB 3.0 Bridge Device“ und FTD3XX.DLL für SDR-Programm (siehe Seite 16).
- Für neuen USB-Treiber, lauffähig mit USB-Gerät FTDI Superspeed-FIFO Bridge und FTD3XXWU.DLL für SDR-Programm.



Der neue „WU“-Treiber kann im Gerätemanager nach Öffnen der Eigenschaften für den bisherigen FT601 Eintrag unter „USB-Controller“ angegeben werden. Nach Aktualisierung des Treibers kann für das SDR-Programm nur noch die FTD3XXWU.DLL (und die zugehörige ExtIO_RSR200B210.DLL) verwendet werden. Die alten DLLs können gelöscht werden, nachdem der neue Treiber zuverlässig läuft.

6.4 Version 2.11

Version 2.11 ist ein Update für Version 2.10. Es besteht aus der Datei RSR200B211.Bit (Firmware des RSR200) und der jeweiligen ExtIO-DLL für alten (WIN10/32) und neuen (WIN10/64 und WIN11) USB-Treiber. Neben kleineren Bugfixes (verbessertes Starten der USB-Verbindung, schnelleres Umschalten der Betriebsarten usw.) sind folgende funktionelle Erweiterungen vorhanden:

- Die Slider zur Einstellung von Aktivantennen werden nur noch angezeigt, wenn ein Antennensteuerggerät ausgewählt ist.
- Im Bedienpaneel „CTRL“ kann ein Häkchen „on top“ gesetzt werden. In diesem Fall bleiben die Bedienpaneele des RSR200 immer im Vordergrund und werden nicht durch andere Fenster verdeckt.
- In der GPS-Anzeige kann ein Wert eingegeben werden. Verwenden sie nur Ziffern und eventuell ein Minus-Zeichen! Mit Klick auf eine andere Einstellung wird der Wert zum RSR200B übertragen. Ist GPS nicht aktiv (Antenne nicht angeschlossen, kein ausreichender Empfang der Satelliten, ...), so wird dieser Wert als Korrekturwert für den ADC-Taktgenerator verwendet. Sobald ein gültiger Wert vom GPS-System vorliegt, wird der eingegebene Wert mit dem GPS-Messwert überschrieben.
- Button „AntDiv“ schaltet den RSR200B auf 2-Kanalempfang für Antennen-Diversity um. Dabei wird standardmäßig Kanal 2 an Eingang HF2 geschaltet. Dieser Kanal kann nun auch an das Signal von Kanal 1 („CH1“) geschaltet werden. Dieses Signal wird dann quasi mit sich selbst gemischt. Da eine gewisse Signalverzögerung zwischen beiden Kanälen vorhanden ist, kann durch Einstellung der Phase von Kanal 2 eine frequenzabhängige Unterdrückung von Signalen erzeugt werden (variables Notch-Filter). Die Magnitude muss dazu in beiden Kanälen exakt gleich sein (Wert nahe 1,000 entsprechend den Toleranzen der Verstärker, eventuell unterschiedliche Abschwächer beachten)!
- Die Werte für Magnitude und Phase im Kanal 2 können per Mausrad geändert werden (Mauszeiger in Ziffernanzeige oder Up/Down-Button positionieren). Beim Ändern der Werte wird das „Fadenkreuz“ im Diagramm entsprechend verschoben. Die Werte werden beim Schließen des Fensters und beim Beenden des Programms gespeichert.

Hinweis: Die Signalverzögerung zwischen Kanal 1 und Kanal 2 enthält ein unbestimmtes Element (Phasenlage des Taktes beim Starten des Programms). Dadurch ergeben gespeicherte Einstellungen nach Neustart des RSR200B nicht immer genau die gleichen Verhältnisse (notwendige Phaseneinstellung für Antennen-Diversity oder Notch), wie sie beim letztmaligen Verwenden des RSR200B vorhanden waren. Auch einige Einstellungen (z. B. Verändern der ADC-Taktfrequenz) können zur Variation dieses unbestimmten Elements führen.

6.5 Version 2.21

Die Version 2.21 enthält folgende Erweiterungen:

- Verbesserung der GPS-basierten Frequenzkorrektur. Es wird nun zusätzlich zur bisherigen 2 s Messung der ADC-Taktfrequenz (Auflösung 0,5 Hz) eine weitere Messung mit 10 s Zeitbasis durchgeführt. Dadurch steigt die Auflösung der Frequenzmessung auf 0,1 Hz. Wenn der Taktgenerator innerhalb 10 s auf min 1 Hz stabil geblieben ist, erfolgt eine weitere Korrektur auf 0,1 Hz Genauigkeit.
- Die GPS-Korrektur kann im Bedienpanel des RSR200 ein- oder ausgeschaltet werden („Häkchen“ bei GPS). Im ausgeschalteten Zustand wird die aktuelle Abweichung des ADC-Takts angezeigt. Ohne Korrektur sind keine Nachstimm-Artefakte im Signal vorhanden!
- Die Abbildung der Empfangsdaten innerhalb des digitalen Datenstroms vom RSR200 zum PC wurde verändert. Dadurch steigt die Signalqualität, insbesondere bei 16 Bit-Auflösung (immer bei 2-Kanal-Betrieb). Die Kalibration des verwendeten SDR-Programms muss neu angepasst werden (12 dB mehr Pegel in den Daten vorhanden)!

Für die Firmware V2.21 sind sämtliche Datenprotokolle zur Steuerung des RSR200 und zur Übernahme der IQ-Empfangsdaten offen gelegt (separate Beschreibung in PDF-Datei). Damit kann der RSR200 in beliebige SDR-Software von deren Programmierern integriert werden.

6.6 Version 2.22

Die Version 2.22 enthält folgende Änderungen:

- Fehlerbehebung TCP-Protokoll. Die Zuverlässigkeit des Datentransports über TCP wurde erhöht.
- Die Einstellung der ADC-Taktfrequenz ist nun grundsätzlich in 0,1 MHz Schritten möglich. Dies wird von der ExtIO-DLL in Verbindung mit HSDR jedoch nicht verwendet (nur in SDR-Software, die speziell den RSR200 unterstützt).
- Extra Freigabe-Befehl für Firmware-Update notwendig. Dadurch steigt die Sicherheit gegen ungewollte Änderung (Zerstörung) der Firmware im RSR200.

Achtung! Die erhöhte Sicherheit des Update-Vorgangs ist in der ExtIO-DLL ab Version 2.22 implementiert. Dadurch ist es nicht mehr möglich, ältere Firmware zu erneuern, wenn bereits die V2.22 DLL zusammen mit dem SDR-Programm verwendet wird, oder neuere Firmware mit einer älteren DLL wieder auf einen alten Stand zu bringen. Verwenden Sie immer nur die DLL in Ihrem SDR-Programm, die zur Firmware im RSR200 passt (gleiche Versionsnummern)!

Übliche Vorgehensweise: RSR200 und DLL arbeiten mit der gleichen Version. Damit kann eine neue Firmware in den RSR200 geladen werden. Nach erfolgreichem Laden alles ausschalten / beenden, die neue DLL (gleiche Nummer wie neu geladene Firmware) ins SDR-Programm kopieren / dort angeben, eventuell alte DLL löschen (sichern!) oder verschieben, alles neu starten.

Hinweis: Bei Fehlern des Update-Vorgangs kann die Firmware des RSR200 beschädigt werden. Nach einem Neustart ist dann eventuell die „Not-Version“ aktiv (ältere Firmware, die bei der Herstellung eingebrannt wurde). Sie ist immer durch eine „0“ in der Mitte der Versionsnummer gekennzeichnet (z. B. V101 oder V202). Um hiermit ein Update erfolgreich durchführen zu können, muss immer eine DLL mit gleicher 1. Zahl der Versionsnummer und gleicher oder größerer Zahl der letzten Versionsziffer verwendet werden. Beispiele:

Firmware V101 aktiv: **OK:** DLL V101, V111, V112, ... **Nicht:** V100, V211, V221, ...

Firmware V202 aktiv: **OK:** DLL V202, V222, V223, ... **Nicht:** V100, V111, V211, V221, ...

6.7 Version 2.23

Die Version 2.23 enthält folgende Änderungen:

- Entfernung Gleichspannungsoffset (Peak bei LO-Frequenz).
- Synchronisation der beiden Empfangskanäle.

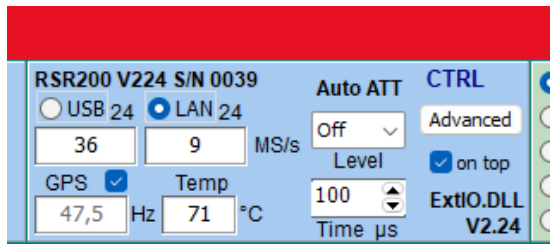
Ursprünglich sind die beiden Empfangskanäle zur Verarbeitung verschiedener Signale auf verschiedenen Frequenzen vorgesehen („2 Empfänger in einem Gerät“). Dabei spielen die eventuell unterschiedlichen Eigenschaften der Kanäle keine große Rolle. Die Kanäle können jedoch auch zum parallelen Empfang des gleichen Signals genutzt werden (beide LO's auf gleicher Frequenz). Dazu ist eine vollständige Synchronisation der Kanäle notwendig (gleiche Latenz / Durchlaufverzögerung und Phasenlage). Dies erlaubt einer spezialisierten Signalverarbeitung im PC („SDR-Programm“) erweiterte Funktionen, wie z. B.:

- Antennendiversity (zusätzlich zur im RSR200B eingebauten Möglichkeit).
- Vektorielle Messungen.
- „Phased Antenna Arrays“ (Richtungserkennung und -steuerung).
- Erweiterte DSP wie z. B. Auto- / Kreuzkorrelation.

6.8 Version 2.24

Die Version 2.24 enthält folgende Änderungen:

- Automatische Aktivierung des Abschwächers („Auto ATT“).



Der Abschwächer des RSR200 kann vom FPGA bei Erkennung hoher Pegel am Eingang HF1 automatisch um 16 dB erhöht werden. Es sind weiterhin maximal +28 dB möglich, bei Aktivierung von Auto ATT ist der manuelle Einstellbereich deshalb auf maximal +12 dB begrenzt. Die Aktivierung erfolgt durch Auswahl einer Schaltschwelle „Level“ im Bereich von -6 dB ... -30 dB (jeweils 6 dB Stufen).

Erkennt die Signalverarbeitung im FPGA eine Überschreitung der eingestellten Pegelschwelle, so setzt sie den Abschwächer sofort auf die erhöhte Dämpfung. Dadurch wird der ADC-Eingang vor Übersteuerung geschützt, falls der Pegel noch weiter ansteigt. Die Dämpfung bleibt mindestens solange erhöht, wie mit dem Parameter „Time“ eingestellt. Diese Haltezeit startet immer neu, solange die Überschreitung der Schwelle vorhanden ist. Nach Unterschreiten der Schwelle **und** Ablauf der Haltezeit wird die erhöhte Dämpfung wieder deaktiviert.

Während der Zeit der erhöhten Dämpfung (Übersteuerungsanzeige leuchtet gelb) sinkt der Pegel am ADC-Eingang (und damit auch der Pegel im Datenstrom des ADC) um nominell 16 dB. Dies würde Störungen im Empfang (Abfall der Lautstärke, Ansprechen der Regelung usw.) verursachen. Um das zu verhindern, wird der Pegel im Datenstrom zum PC durch eine digitale Verstärkung um den gleichen Faktor erhöht. Im Idealfall ist die Umschaltung der Dämpfung im PC exakt kompensiert und damit unbemerkbar (mit Ausnahme der Verminderung des SNR genau wie bei manueller Betätigung).

Da die Umschaltungen nicht unendlich schnell passieren und der (analog arbeitende) Abschwächer gewisse Temperatur-, Frequenz- und Exemplar-abhängige Abweichungen vom 16 dB Sollwert aufweist, erzeugt der automatische Abschwächer geringe Abweichungen (Störgeräusche). Diese können jedoch meistens durch einen in der SDR-Software integrierten Noiseblanker beseitigt werden.

Speziell jedoch die notwendige Durchlaufzeit vom ADC-Eingang bis zur Erkennungsschaltung der Pegelüberschreitung im FPGA (beim RSR200 33 ADC-Taktzyklen) begrenzt den 100%igen Schutz des ADC vor Übersteuerung. Beispiel: Steil ansteigende Impulsstörung. Ist die Anstiegszeit des Pegels am ADC-Eingang ab Erreichen der Schaltschwelle bis zur Vollaussteuerung kürzer als 33 ADC-Takte plus ca. 20 ns Umschaltzeit, so wird der ADC schon (kurz) übersteuert, bevor der Abschwächer aktiviert wird.

Dennoch kann die Funktion „Auto ATT“ in vielen Fällen eine Übersteuerung des ADC mit all ihren negativen Folgen verhindern oder zumindest auf sehr kurze Zeiten begrenzen, ohne das ständig eine hohe Dämpfung (geringe Empfängerempfindlichkeit) eingestellt sein muss. SDR-Software (AGC, Noiseblanker, ...) kann zuverlässiger arbeiten, da sie auch bei hohen Pegeln weiterhin reale Signale anstatt hart geklippter (auf positiven bzw. negativen Maximalwert begrenzte Werte) bekommt.

Hinweis: Der automatische Abschwächer erweitert im Prinzip den Dynamikbereich des ADC an der oberen Grenze (Vollaussteuerung) um 16 dB. Um diese hohen Pegel im Digitalbereich darstellen zu können, wird der gesamte Pegelbereich um 2 Bit (-12,04 dB) zu kleineren Werten hin verschoben, sobald der Auto ATT eingeschaltet wird. SDR-Programme, die diese Verschiebung nicht automatisch erkennen und kompensieren können (wie z. B. HDSDR über ExtIO), müssen für die Pegelanzeigen um diese -12,04 dB nachkalibriert werden.

Hinweis: Bei Verwendung von 16 Bit Daten für die Verbindung zum PC beträgt die Auflösung für den „normalen“ Dynamikbereich mit Auto ATT nur noch 14 Bit. Dadurch erhöhen sich Rauschen und Verzerrungen an der unteren Pegelgrenze entsprechend. Bei Auto ATT sollte immer mit 24 Bit Daten gearbeitet werden.

Hinweis: Der Abschwächer von Kanal 2 wird immer gleichlaufend zu Kanal 1 geschaltet. Die Pegelmessung erfolgt jedoch nur in Kanal 1.

6.9 Version 2.25

Die Version 2.25 enthält folgende Erweiterung:

- 2 Kanal-Betrieb mit 24 Bit Auflösung.

Der unabhängig parallele (separate) Betrieb beider Kanäle ist nun auch mit 24 Bit Auflösung möglich. Dadurch erhöht sich die Signalqualität speziell bei niedrigeren Datenraten (höhere Dezimierung). Bei Verwendung der „Auto ATT“ Funktion wird die deutliche Verminderung auf effektiv 13 Bit im 16 Bit-Modus vermieden. Mit „Auto ATT“ sollte immer auf 24 Bit geschaltet werden.

In der Bedienoberfläche der Ext-IO DLL wird nun bei Einschalten des unabhängigen 2 Kanal-Betriebs (DSP Modus „Sep“) nur noch automatisch auf 16 Bit geschaltet, wenn dies aufgrund der eingestellten Datenrate unbedingt notwendig ist. Wenn es die Datenrate erlaubt, kann wie üblich durch Doppelklick auf die Zahl der Auflösung hinter „USB“ bzw. „LAN“ zwischen 16 Bit und 24 Bit umgeschaltet werden.

Achtung! Wie auch im 1 Kanal-Betrieb muss geprüft werden, ob eine fehlerfreie Übertragung stattfindet (keine Anzeige fortlaufend fehlender Pakete im erweiterten Panel)! Die automatische Begrenzung auf 16 Bit im RSR200 erfolgt nur, wenn er selbst intern nicht mehr mit 24 Bit arbeiten kann. Oft ist jedoch die Verbindung zum PC bzw. der PC selbst schon früher nicht mehr in der Lage, 24 Bit Daten verlustfrei zu verarbeiten. Dann muss manuell auf 16 Bit geschaltet, oder die Datenrate vermindert werden.