

Technische Daten

und Bedienungsanleitung

Aktiver Preselektor RAP1



Ausgabe: 1.4

Erstellt: 18.06.2022

Technische Daten

Größe (B x H x T):	75 mm x 28 mm x 130 mm (ohne Anschlüsse / Bedienelemente)
Frequenzbereich:	0 MHz (ca. 1 kHz) ... 30 MHz
Frequenzabweichung Abstimmung:	≤ 5 % der Abstimmfrequenz
Durchgangsdämpfung:	0 dB (0 / 0,5 MHz - 30 MHz), -2 dB (0 – 0,5 MHz)
Pegelgenauigkeit:	± 3 dB
IP3 (Input):	$\geq +20$ dBm (10 MHz) $\geq +25$ dBm (10 MHz) ab Seriennummer 521
Maximaler Eingangspegel:	-6 dBm (eingestellte Dämpfung 0 dB, Version A und B) 0 dBm (eingestellte Dämpfung 0 dB, ab Version C) +8 dBm (maximal eingestellte Dämpfung)
Eigenrauschleistungsdichte (Output):	≤ -159 dBm/Hz (10 MHz, 0 dB Durchgangsdämpfung)
Stromversorgung:	+9,0 ... +15,0 V- / max. 250 mA
Anschlüsse:	BNC 50 Ohm, Hohlstift 2,1 mm, SMA
Maximale Kabellänge Steuergerät bis Antenne:	abhängig vom HF-Kabel, max. 10 Ohm Gleichstromwiderstand
Gewicht:	≤ 500 g
Umgebungsbedingungen:	0 ... +50 °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!

Sicherheitshinweise

Bitte beachten sie immer folgende Sicherheitshinweise!

Schließen sie das Gerät niemals an eine andere als die in den technischen Daten angegebene Spannung an. Keinesfalls darf Netzspannung 230 V~ an oder in das Gerät gelangen!

Beachten Sie unbedingt die Blitzschutzbestimmungen für den Betrieb elektrotechnischer Anlagen im Freien! Bei Anschluss einer Antenne außerhalb des Schutzbereichs (z. B. Haus) muss diese fachgerecht mit einem Blitzschutz versehen werden. In die HF-Ableitung ist ein Überspannungsschutz einzuschalten. Nehmen sie die Antenne bei Blitzgefahr sofort außer Betrieb und trennen sie das Gerät sicher von anderen Geräten (HF-Anschluss entfernen)!

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!

Sorgen sie immer für eine sichere Aufstellung auf einer ebenen, 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 des Gehäuses! 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 bestimmungsgemäß übliches Maß hinaus gehen!

Stellen sie irgend welche Beschädigungen am Gerät fest, nehmen sie es sofort außer Betrieb (Spannungsversorgung entfernen)! 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!

1 Bedienungsanleitung

1.1 Einführung

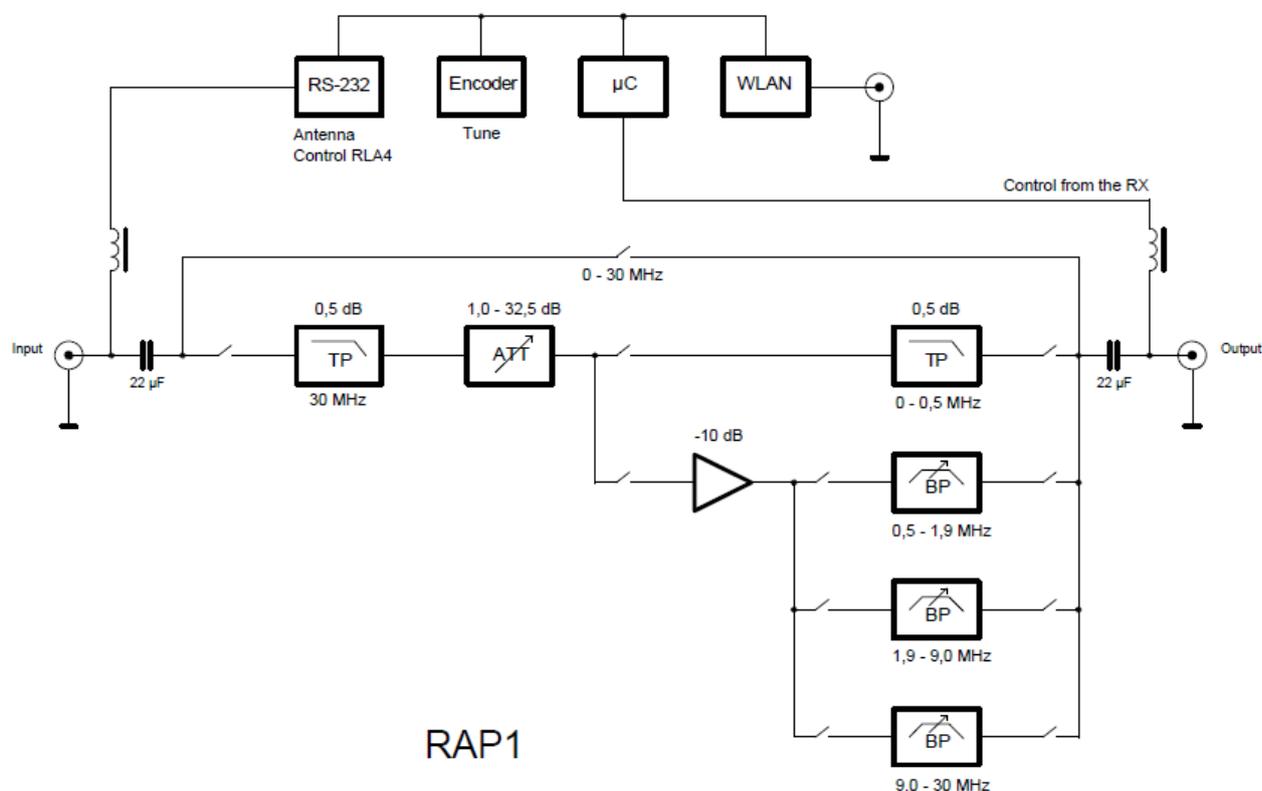
Der Aktive Preselektor RAP1 dient der Filterung von HF-Signalen im Frequenzbereich bis 30 MHz. Das hauptsächliche Einsatzgebiet ist die Vorfilterung von Antennensignalen zur Weiterleitung an einen Empfänger. Der Empfänger enthält damit (besonders bei der Verwendung breitbandiger Antennen) geringere Summenpegel. Dadurch wird die Eingangsschaltung des Empfängers weniger belastet (Verringerung möglicher Verzerrungen wie Inter- oder Kreuzmodulation). Speziell breitbandige oder hart begrenzende Empfänger („SDR“) ohne oder mit nur geringer HF-Selektion profitieren von der Verminderung des Summenpegels. Der evtl. notwendige Einsatz eines Abschwächers kann verringert oder gar ganz vermieden und der Empfänger dadurch mit maximaler Empfindlichkeit betrieben werden.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich in der Messtechnik und allgemeinen HF-Signalverarbeitung, z. B. zur Verbesserung des Ausgangssignals von Signalgeneratoren (Dämpfung der harmonischen Oberwellen und / oder tieffrequenter Störsignale).

Der RAP1 kann intern mit einem Steuergerät RSW4 erweitert werden (Version B und D). Dieses dient zur Fernspeisung und -steuerung von Antennen RLA4. Auch ist damit die Fernspeisung geeigneter Aktivantennen über das Koaxkabel mit ca. 8 V und max. 250 mA möglich. Der zur Antenne fließende Strom wird gemessen und angezeigt und kann als Indikator für ordnungsgemäßen Betrieb oder Kurzschluss / Unterbrechung der HF-Leitung benutzt werden.

Neben der Einknopf-Bedienung am Gerät kann der RAP1 auch über eine drahtlose Verbindung (WLAN) ferngesteuert werden. Der Preselektor besitzt dazu einen WiFi-kompatiblen (IEEE 802.11 b/g/n) Transceiver (Station) zum Aufbau einer Verbindung zu einem Zugriffspunkt (Access Point). Die Steuerung kann dann mittels geeigneter Applikationen (z. B. für Smartphone, Tablet oder Personalcomputer) von jedem mit dem Zugriffspunkt verbundenen Endgerät aus erfolgen.

Das Blockschaltbild zeigt die Struktur der Signalverarbeitung mit den Schaltmöglichkeiten der Filter. Achtung, die angegebenen dB-Werte sind Dämpfungen (negative Dämpfung = Verstärkung).



1.2 Filtereigenschaften

Ein Preselektor lässt nur ein bestimmtes Frequenzband des am Eingang liegenden Signals zum Ausgang durch. Idealerweise soll das durchgelassene Signal nicht verändert werden (keine Änderung des Pegels, kein Hinzufügen weiterer Signale wie IM-Verzerrungen oder Rauschen.) Die Bandbreite und die Bandmitte des durchgelassenen Signals sollen in möglichst weiten Grenzen einstellbar sein.

Der RAP1 erfüllt nahezu alle Anforderungen. Die Bandbreite ist jedoch nicht einstellbar. Sie wird durch die interne Filterschaltung fest vorgegeben und ist hauptsächlich von der eingestellten Mittenfrequenz abhängig. Dabei wird ein eher breitbandiges Filterdesign verwendet (vorwiegend induktiv gekoppelte 2-Kreis Bandfilter). Die Bandbreite beträgt durchschnittlich ca. 15 – 20% der Filterfrequenz. Damit ist im normalen Betrieb nur selten eine Nachstimmung erforderlich, solange der Empfänger nicht über große Bereiche abgestimmt wird (z. B. wird ein Amateurfunkband immer vollständig durchgelassen). Außerdem ist in Empfängern mit Spektrumanzeige ein ausreichend großer Bereich neben der Empfangsfrequenz ohne Dämpfung sichtbar. Trotzdem genügt die Filterwirkung in den allermeisten Fällen für eine gute Dämpfung weitab liegender Störfrequenzen (andere AFu- oder Rundfunkbänder, diskrete und Breitband-Störungen durch industrielle und Haushaltsgeräte, ...).

Zur Erzielung der Filterfunktion über einen Frequenzbereich bis 30 MHz sind 4 verschiedene Filterschaltungen implementiert:

- Tiefpassfilter 0 – 0,5 MHz: Festes Filter mit unterer Grenzfrequenz durch 2 serielle 22 µF Kondensatoren
- Bandpassfilter 0,5 – 1,9 MHz
- Bandpassfilter 1,9 – 9 MHz
- Bandpassfilter 9 – 30 MHz

Weiterhin ist die vollständige Überbrückung der Filter für einen Frequenzbereich von 0 – 30 MHz (min., typisch bis über 100 MHz) möglich.

Sämtliche Umschaltungen und Abstimmvorgänge der Filter werden automatisch durch eine Mikroprozessorsteuerung (µC) vorgenommen. Der Bediener gibt lediglich die gewünschte Abstimmfrequenz vor.

Der Pegelunterschied zwischen Eingang und Ausgang beträgt im Durchlassbereich 0 dB Nenndämpfung (ca. 2 dB im Bereich 0 – 0,5 MHz). Dazu ist der Einsatz eines Verstärkers notwendig, um die immer vorhandene Filterdämpfung auszugleichen (daher auch die Bezeichnung „Aktiver“ Preselektor). Der Verstärker hat außerdem eine weitere wichtige Aufgabe: Er passt den Eingang recht genau und breitbandig an die geforderte 50 Ohm Impedanz des BNC-Anschlusses an.

Das ist wichtig, weil die Filterschaltungen eine stark unterschiedliche und von der Frequenz abhängige Impedanz besitzen. Der Preselektor wird jedoch oft am Ende langer Leitungen von der Antenne angeschlossen. An dieser Stelle ist ein exakter Impedanz-Abschluss notwendig zur Vermeidung von Störungen (Mantelwellen) und einer Beeinflussung der Antenneneigenschaften. Der Verstärker im RAP1 entkoppelt die Antenne mit Koaxableitung von den nachfolgenden Stufen und erleichtert damit den Anschluss von Antennen.

Der Ausgang des Preselektors ist über eine passive Anpassschaltung direkt an die Filter gekoppelt. Die Ausgangsimpedanz ist also nicht ideal 50 Ohm und frequenzabhängig. **Die Filterwirkung ist von den am Ausgang angeschlossenen Geräten abhängig!** Deshalb sollte die Verbindung vom RAP1 zum angeschlossenen Gerät immer möglichst kurz gehalten werden. Das Empfangsgerät sollte eine genaue und breitbandige Eingangsimpedanz von 50 Ohm besitzen!

Der Bereich von 0 – 0,5 MHz (Tiefpassfilter) verfügt nicht über einen Verstärker und hat damit immer eine gewisse Grunddämpfung (ca. 2 dB). Ausgang und Eingang des Preselektors sind über das Filter verbunden, Änderungen am Ausgang (Impedanz angeschlossener Geräte) werden damit nicht vom Eingang entkoppelt.

Die Bandpassfilter in den Bereichen von 0,5 – 30 MHz haben innerhalb ihres jeweiligen Abstimmbereichs unterschiedliche Dämpfungen. Um trotzdem die Nenndämpfung von 0 dB weitgehend stabil zu gewährleisten, besitzt der eingebaute Verstärker eine entsprechende Verstärkungsreserve. Ein zusätzliches, in 0,5 dB Stufen schaltbares Dämpfungsglied (Abschwächer / Attenuator) reduziert die Verstärkung immer soweit, dass gerade 0 dB Dämpfung über die gesamte Schaltung (Eingang bis Ausgang des RAP1) erreicht werden.

Der Abschwächer wird ebenso wie die Filterschaltungen automatisch gesteuert. Damit wird bei Änderung der Frequenzeinstellung auch jeweils der passende Wert zur Sicherung der eingestellten Dämpfung vorgegeben. Dabei versucht der RAP1 immer, die Dämpfung unabhängig von der Frequenz konstant zu halten, solange es technisch machbar ist. Erst wenn der eingestellte Dämpfungswert bei der aktuellen Filterfrequenz nicht realisierbar ist, erfolgt eine Anpassung an den möglichen Maximal- bzw. Minimalwert.

Ausnahme: Beim Schalten von Bandfilterbetrieb (0,5 – 30 MHz) auf Tiefpassbetrieb (0 – 0,5 MHz) merkt sich der RAP1 die im Bandpassbereich eingestellte Dämpfung und stellt sie beim Zurückschalten von Tief- auf Bandpass wieder her (soweit möglich).

Die Nenn-Dämpfung kann vom Benutzer per Hand (oder über WiFi) geändert werden. Der Einstellbereich beträgt 31,5 dB. Dabei werden jeweils auch der von den Filtern aktuell benötigte Wert (vom Mikroprozessor gesteuert) und die verfügbare Gesamtverstärkung des Verstärkers berücksichtigt. **Der Stellbereich geht deshalb nur im Spezialfall (Mikroprozessor verwendet 0 dB) von 0 – 31,5 dB!** Vielmehr geht er von der aktuellen internen Filterdämpfung bis zur insgesamt möglichen Dämpfung des Abschwächers + Verstärkung. Dabei sind auch negative Werte, also eine Verstärkung vom Ein- zum Ausgang, möglich. Beispiel:

- Gesamtverstärkung des Verstärkers: 10 dB.
- Aktuelle Dämpfung des Bandfilters bei der eingestellten Frequenz (von µC verwendet): 6 dB.
- Nicht benötigter Wert der Gesamtverstärkung (aktuelle Reserve): 4 dB.
- Einstellbereich des Abschwächers: -4 dB ... 27,5 dB.

Die nicht benötigte Verstärkungsreserve kann also bei Bedarf zur Anhebung des Antennenpegels verwendet werden.

Häufiger (z. B. an leistungsfähigen Antennen, Breitband-Aktivantennen mit hohem Ausgangspegel, ...) wird jedoch die Verwendung der Reserve des Abschwächers notwendig sein. Der größtenteils sehr vorteilhafte Einsatz einer Aktivschaltung (Verstärker) im RAP1 hat nämlich auch einen Nachteil: Der Verstärker erzeugt zusätzliche Verzerrungen (IM) und insbesondere hat er eine Aussteuerungsgrenze (maximal verarbeitbarer Pegel, siehe technische Daten).

Verursacht der am Eingang liegende Pegel Übersteuerungen, muss der Wert der Abschwächung erhöht werden. Es ist dabei nicht immer leicht zu erkennen, ob eventuelle Übersteuerungen im RAP1 oder im angeschlossenen Empfänger verursacht werden. Der RAP1 verfügt über keine Übersteuerungsanzeige. Deshalb müssen die Pegel im Empfänger beurteilt werden. Evtl. ist ein dort vorhandener Abschwächer zu verwenden. **Ziel ist es jedoch immer, im RX möglichst wenig Abschwächung einzusetzen und wenn nötig, den Pegel im RAP1 zu dämpfen.**

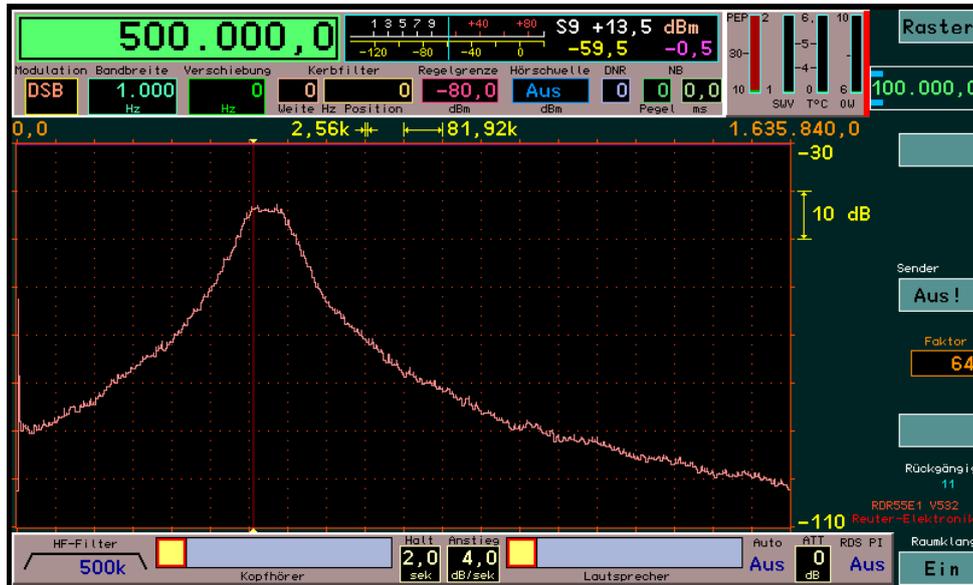
Der Abschwächer ist auch im Bereich 0 – 0,5 MHz verwendbar (ohne Verstärker, immer min. 2 dB Dämpfung des Filters).

Achtung! Auch mit eingeschaltetem Abschwächer existiert eine obere Grenze des zulässigen Eingangspegels, die geringer als die Grenze bei 0 dB + Abschwächerwert sein kann (Begrenzung durch Überspannungs-Schutzdioden und maximal zulässige Eingangsleistung des Abschwächers)! **Die Überschreitung dieser Grenze führt zur Zerstörung des Gerätes! Schalten sie gegebenenfalls externe Abschwächer und / oder Überspannungsschutzvorrichtungen vor den Eingang des RAP1!**

Im ausgeschalteten Zustand der Filter (Bereich 0 – 30 MHz) sind weder Abschwächer noch Verstärker nutzbar. Das Signal wird über 2 Trennkondensatoren 22 µF (Gleichstrom-Trennung von evtl. Antennen-Fernspeisung) direkt zum Ausgang geschaltet.

Abschließend einige Bilder zur Verdeutlichung der möglichen Filterkurven in den verschiedenen Bereichen. Je nach Abstimmung innerhalb des jeweiligen Bereichs (unteres über mittleres bis oberes Ende) ergeben sich leicht unterschiedliche Kurven (überkritische ... kritische ... unterkritische Kopplung der 2-Kreis Filter). Besonders signifikant sind dabei die Übergänge bei der Umschaltung von einem in einen anderen Bereich. Dabei kann es manchmal vorteilhafter sein, den RAP1 etwas neben der eigentlichen Empfangsfrequenz abzustimmen (Signal außerhalb der Mitte oder gar „auf die Flanke“ legen), wenn dadurch intern eine Bandumschaltung mit evtl. vorteilhafterer Filterkurve erfolgt.

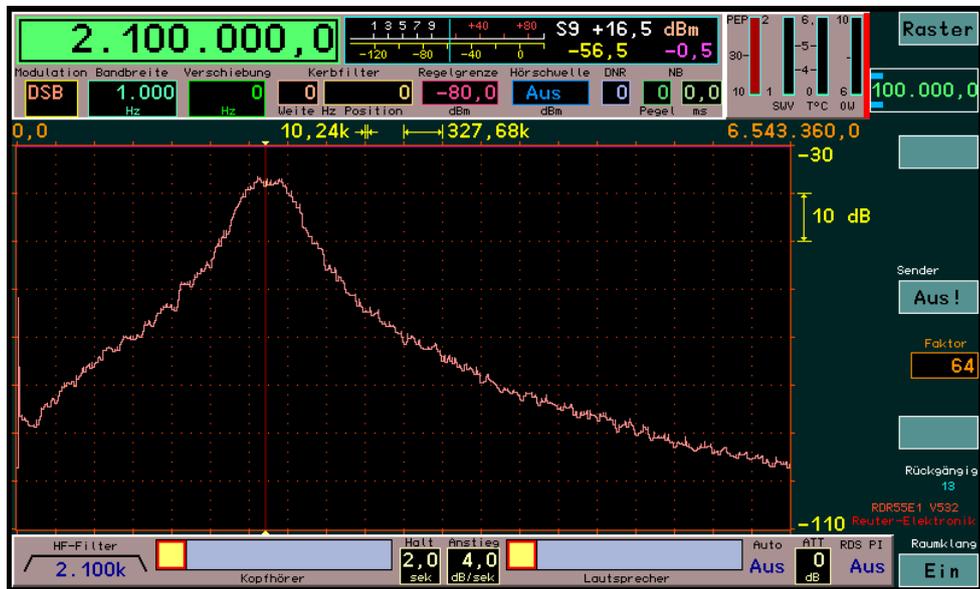
(Die Kurven wurden mit einem digital erzeugten breitbandigen Rauschen („zittrige“ Kurve) in Echtzeit auf einem mit 4 Stück 16 Bit ADC ausgerüsteten RDR55 breitbandig aufgenommen.)



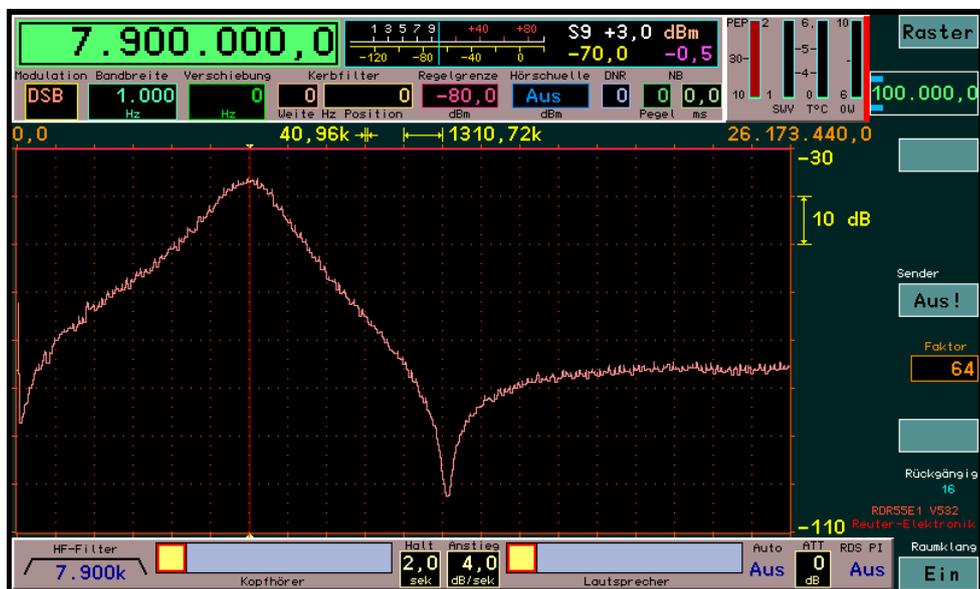
Einstellung 0,5 MHz: Die Filterkurve (leicht überkritische Kopplung) liegt mit der linken Seite bei knapp unter 500 kHz.



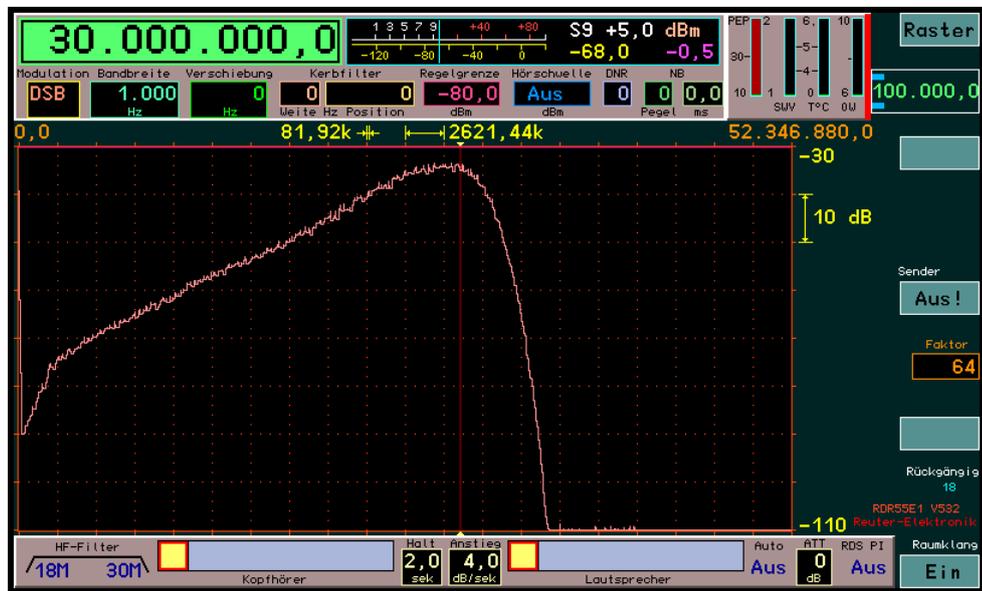
Einstellung 1,9 MHz: Die Filterkurve (Ende 1. Bereich, unterkritische Kopplung) wird im höherfrequenten Bereich durch ein zusätzliches Notchfilter versteilert und ist daher in linearer Frequenzdarstellung nahezu symmetrisch.



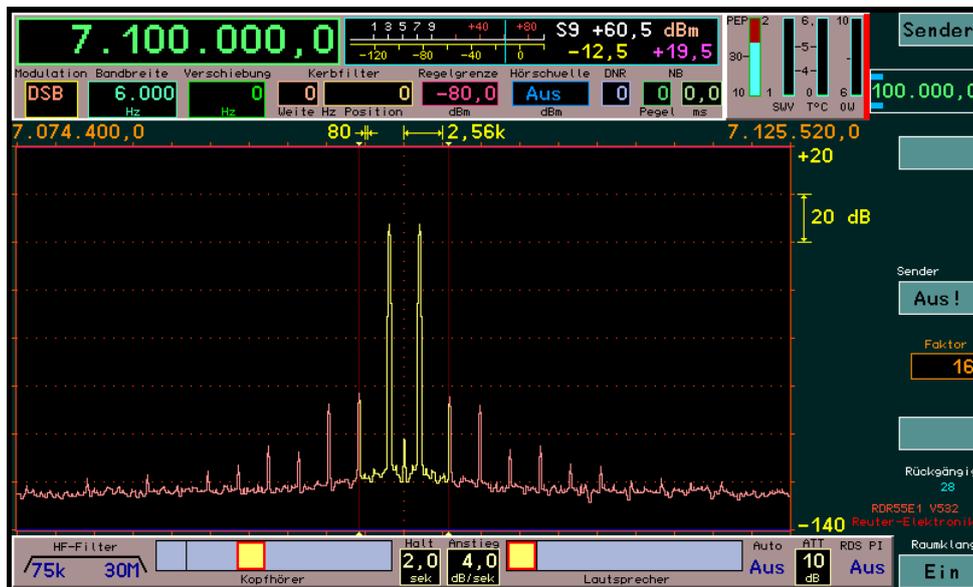
Einstellung 2,1 MHz: Am Anfang des 2. Bereichs liegt dann wieder Flachkopplung (leicht überkritisch) vor.



Einstellung 7,9 MHz: Am Ende des 2. Bereichs wieder unterkritische Kopplung mit zusätzlichem Notchfilter.



Einstellung 30 MHz: Oberhalb ca. 15 MHz wird die Filterkurve relativ breit (sinkende Güte der eingesetzten Bauteile). Am oberen Ende wirkt hier (Empfänger RDR55) ein steiles Tiefpassfilter, so dass die obere Flanke nicht mehr korrekt im Spektrum darstellbar ist.



Intermodulation bei 7,1 MHz: Trotz aktiver Verstärkung und relativ kleiner Filterbauteile sowie vollelektronischer Abstimmung (mittels vieler geschalteter Halbleiter) erzeugt der RAP1 nur wenig IM (IP3 der Messung im Bild ca. +23 dBm). Solange der nachgeschaltete Empfänger keinen wesentlich höheren IP3 hat, ist eine Verschlechterung des Empfangs durch die IM-Verzerrungen des RAP1 sehr unwahrscheinlich.

1.3 Bedienung

Die Einstellung des RAP1 wird über einen Drehknopf vorgenommen. Zur Anzeige der Werte dient ein kleines OLED-Display. Der Drehknopf ist ein hochwertiger optischer Impuls-Drehgeber. Er besitzt zusätzlich eine Drück-Funktion. Jede Betätigung des Drehgebers wird von einem Mikroprozessor (μC) ausgewertet und in die entsprechende Steuerung des Gerätes umgesetzt.

Zusätzlich ist die Steuerung aller Gerätefunktionen über die WiFi-Schnittstelle möglich. Dazu muss das RAP1 in einen WiFi-Zugriffspunkt eingeloggt werden. Dann ist über jedes mit diesem Zugriffspunkt verbundenen Gerät (üblicherweise „IT-Technik“ im lokalen Netzwerk oder Internet) die Bedienung des RAP1 möglich.

Die Einstellwerte des RAP1 werden auf dem Display angezeigt. Welcher Wert aktuell durch den Drehgeber veränderbar ist, wird durch einen Cursor (waagerechter Strich unterhalb des Anzeigewertes) angezeigt. Der Cursor ist verschiebbar, indem der Drehknopf gedrückt und dann gedreht wird.



Achtung! In der unteren Zeile werden bei Geräten ohne Antennensteuerung (Version RAP1A/C) nur der WiFi-Verbindungsstatus (hier „L“ für verbunden mit Access Point) und die 1 mA-Stelle der Stromanzeige (immer 0, da keine Speisung von Antennen möglich) angezeigt!

Folgende Anzeigestellen sind mit dem Cursor auswähl- und mit dem Drehknopf änderbar:

- 0,01 MHz-Stelle Frequenz: Änderung der Filtermittenfrequenz in 10 kHz Schritten.
- 0,10 MHz-Stelle Frequenz: Änderung der Filtermittenfrequenz in 100 kHz Schritten.
- 1,00 MHz-Stelle Frequenz: Änderung der Filtermittenfrequenz in 1 MHz Schritten.

Hinweis: Bei Einstellung einer Frequenz unterhalb 0,51 MHz mittels Rückschalten der 0,01 MHz Stelle um einen Schritt wird „0-0,5 MHz“ angezeigt und das Tiefpassfilter ist eingeschaltet. Bei Rückstellen der Frequenz um mehr als 0,01 MHz (egal mit welcher Schrittweite) wird „0-30 MHz“ angezeigt und alle Filter, sowie Verstärker und Abschwächer sind überbrückt. In diesem Fall ist auch keine Änderung des Abschwächerwertes möglich, es wird immer „0dB“ angezeigt.

- 1 dB-Stelle Abschwächer: Änderung der Einstellung des Dämpfungsgliedes in 0,5 dB Stufen.

Hinweis: Aufgrund der nur 4 zur Verfügung stehenden Anzeigestellen erfolgt bei einer Einstellung mit 0,5 dB Stelle keine Anzeige der Maßeinheit „dB“. Beispiel: Änderung des Wertes von 0 dB auf 0,5 dB: Anzeige „0 dB“ → „0,5“.

- 1° Stelle der Antennensteuerung (nur Geräte RAP1B/D): Änderung der Antennenausrichtung um 1°.
- 10° Stelle der Antennensteuerung (nur Geräte RAP1B/D): Änderung der Antennenausrichtung um 10°.
- 1 mA-Stelle: Änderung der Stromaufnahme des Displays (Helligkeitssteuerung).

Hinweis: Der angezeigte mA Wert ist nicht der Strom des Displays, sondern der Strom zur Antenne. Dieser ist nicht einstellbar.

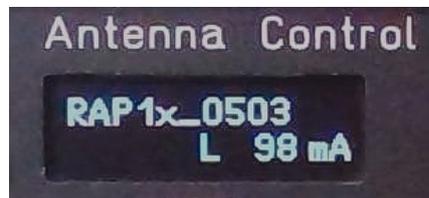
Achtung! Die Lebensdauer des Displays sinkt mit steigender Helligkeit! Stellen sie die Helligkeit nur so hoch ein, wie unbedingt zum Ablesen notwendig.

Neben dem Knopf zur Ausführung aller Einstellungen ist nur noch der Ein- / Ausschalter vorhanden. Beim Ausschalten des Gerätes werden alle vorgenommenen Einstellungen gespeichert und beim Einschalten wieder hergestellt.

1.4 Fernsteuerung über WiFi

Die Fernsteuerung erfordert das Einloggen des RAP1 in einen Zugriffspunkt (Access Point) wie z. B. einen WiFi-Router. Dann ist eine bidirektionale Steuerung über eine Applikation auf einem ebenfalls verbundenen IT-Gerät möglich (Veränderungen am Gerät werden in der App angezeigt und umgekehrt).

Der Name des RAP1, unter dem es im Netzwerk zu finden ist, lautet „RAP1x_nnnn“ (ab Firmware Vx3 „RSW34_nnnn“), wobei für „nnnn“ die Seriennummer des Gerätes mit 4 Stellen (also evtl. vorangehenden Nullen) eingesetzt werden muss. (Sie ist auf dem Typenschild angegeben.) Dieser Name wird auch immer beim Einschalten des Gerätes kurz angezeigt:



Als Applikation zur Fernsteuerung von einem Windows-PC aus kann die Bedienoberfläche „RLFA_Vxx“ (xx = Version) ab V05 zur Steuerung von Antennen verwendet werden (Download auf der website des RAP1, unten bei „Software“). Die Bedienung entspricht der Beschreibung im Anhang. Bei Verbindung mit einem Preselektor RAP1 (ab Firmware Vx3 im Setup immer „RSW34_xxxx“ mit „xxxx“ = Seriennummer inkl. führender Nullen angeben!) erscheinen zusätzliche Steuerelemente. Sie haben folgende Funktionen:

- **Fenster „Frequency MHz“:** Anzeige- und Eingabefenster für die Frequenzeinstellung des RAP1. Bei Änderungen am RAP (Drehknopf) wird hier die aktuelle Einstellung angezeigt. Im Fenster kann eine Frequenz eingegeben werden (Anklicken / -tippen). Solange der Eingabemodus aktiv ist, erscheint die Schrift rot und Änderungen direkt am RAP1 (Drehknopf) werden nicht angezeigt. Die Eingabe in MHz kann mit beliebigen Kommastellen erfolgen. Sie wird mit Betätigen von „Enter“ abgeschlossen und zum RAP1 gesendet. Zu viel / zu wenig Nachkommastellen werden automatisch auf 2 Stellen angepasst, zu große / zu kleine Werte auf den möglichen Maximal / bzw. Minimalwert begrenzt.
- **Pfeil auf / ab rechts neben Frequenz:** Mit jedem Anklicken / -tippen wird die Frequenz um 1 in der markierten Stelle erhöht bzw. vermindert. Überläufe nach oben und unten werden in den anderen Stellen berücksichtigt (Änderung des gesamten Frequenz-Wertes). Längeres Anklicken / -tippen einer Pfeiltaste erzeugt fortlaufendes Weiterzählen.
- **Schwarzer Balken unter Frequenz:** Höchstwertige Stelle, die bei Anklicken / -tippen der Pfeiltasten geändert wird. Der Balken kann unter die zwei Nachkommastellen oder auf die 1 MHz Stelle geschoben werden.
- **Knopf „Zero Out“:** Anklicken / -tippen des Knopfes setzt alle Stellen rechts von der aktuellen Eingabestelle (Balken) auf Null.
- **Knopf „Bypass 0 - 30“:** Anklicken / -tippen des Knopfes schaltet den RAP1 auf Überbrückungsbetrieb.
- **Knopf „0 - 0,5“:** Anklicken / -tippen des Knopfes schaltet den RAP1 in den Tiefpassbereich.
- **Fenster „Attenuator dB“:** Anzeige- und Eingabefenster für die Dämpfungseinstellung des RAP1. Die Funktion entspricht dem Fenster für die Frequenzeingabe.
- **Pfeil auf / ab rechts neben Dämpfung:** Änderung der Dämpfung in einzelnen Schritten. Die Funktion entspricht den Pfeiltasten für die Frequenzänderung. Es kann immer nur die niederwertigste Stelle in 5er Schritten (0,5 dB) geändert werden.
- **Knöpfe „Max“ und „Min“:** Anklicken / -tippen eines Knopfes setzt die Dämpfungseinstellung auf den aktuell maximal bzw. minimal möglichen Wert entsprechend der aktuellen Filtereinstellung des RAP1.

Hinweis: Die Bedienelemente zur Steuerung einer evtl. angeschlossenen Antenne RLA4 sind immer sichtbar und funktionsfähig. Sie haben jedoch nur bei Geräten RAP1 Version B und D Wirkung (Änderung der Gradeinstellung und Ausgabe der Steuersignale an die Antenne).

2 Upgrades / Software-Updates

2.1 Hardware Versionen RAP1C und RAP1D

Die Geräteversionen A und B erlauben die Fernsteuerung über eine WiFi-Verbindung zu einem PC oder einem Receiver / Transceiver der RDR5x Serie. Die Version B kann ihrerseits eine am Eingang „ANT“ angeschlossene RLA4-Antenne über das Koaxkabel fernspeisen und fernsteuern.

Alle neueren Versionen der RDR5x Geräte können ebenfalls RLA4 (und RFA1) Antennen direkt speisen und steuern. Ebenso wie die Steuergeräte RSW geben sie dazu Versorgungsspannung und Steuersignale auf das Koaxkabel am Antenneneingang.

Der Preselektor RAP1 wurde erweitert, so dass er diese Steuerspannungen des vom RX kommenden Koaxkabels auswerten kann. Dadurch kann er die Signale zur Einstellung von Frequenz und Empfangsrichtung für RLA- bzw. RFA-Antennen verarbeiten. Diese Signale können somit zur Fernsteuerung des RAP1 genutzt werden, ohne dass eine WiFi-Verbindung aktiv sein muss.

Achtung! Eine Fernspeisung über das HF-Kabel vom RX aus ist nicht möglich! Der RAP1 benötigt immer eine eigene Stromversorgung!

Um den RAP1 ohne WiFi direkt über das Kabel von einem RDR5x aus fernzusteuern, muss der RDR im Setup-Dialog unter Punkt „Antenna Control“ auf den Wert „RAP“ eingestellt werden. (Evtl. ist ein Update der RDR5x-Software notwendig.) In der Bedienoberfläche des Gerätes erscheint dann ein Einstellwert zur Richtungssteuerung einer RLA4-Antenne.

Dieser Wert wird über das Koaxkabel zum RAP1 übertragen und erscheint dort im Display, außerdem sendet der RAP1 diesen Wert weiter zu einer an seinem Eingang angeschlossenen RLA4-Antenne (nur Version RAP1B/D). Die Funktion entspricht dem direkten Anschluss der Antenne an den RDR5x und Einstellung im Setup auf „RLA“. Wird der Wert am RAP1B/D geändert, wird er ebenfalls zur Antenne übertragen. Eine „Rückwärts-Übertragung“, wie bei Fernsteuerung über WiFi, ist jedoch nicht möglich.

Zusätzlich zum Einstellwert der RLA4 wird auch die aktuelle Frequenz zum RAP1 übertragen (ab Version RAP1C). Wird also die Frequenz am RDR5x geändert, wird der RAP1 automatisch nachgestimmt (wie über eine aktive WiFi-Verbindung). Wiederum ist eine „Rückwärts-Übertragung“ bei Änderung der Frequenzeinstellung am RAP1 nicht möglich (allerdings auch über WiFi gesperrt). Frequenzänderungen werden nicht zu einer evtl. darauf reagierenden Antenne (z. B. RFA1) weiter gesendet. Der Anschluss einer frequenzselektiven Antenne über einen nochmals frequenzselektiven Preselektor ist ohnehin sinnlos. (Die RFA1 kann ohne zwischengeschalteten Preselektor aber ebenfalls direkt von einem RDR5x aus ferngespeist und -gesteuert werden.)

Vor- und Nachteile der beiden Fernsteuermöglichkeiten:

- WiFi:
 - Schnelle Datenübertragung.
 - Keine Beeinflussung des HF-Empfangssignals.
 - Rückempfang der RLA4-Einstellung bei Änderungen am RAP1 zur Anzeige im RDR5x.
 - RDR5x-Accesspoint muss eingeschaltet sein (Stromverbrauch, Belastung der HF-Umgebung).
 - RAP1 muss in WLAN-Reichweite des RDR5x, oder über externes Netzwerk verbunden sein.
- Koaxkabel:
 - Langsame Datenübertragung.
 - Keine Rückmeldung von Einstellungsänderungen am RAP zum RDR5x.
 - HF-Störungen durch Datenübertragung über HF-Leitung möglich.
 - Geringer Stromverbrauch.
 - Keine Benutzung des 2,4 GHz WLAN-Bereichs notwendig.
 - Nur durch Kabelwiderstand begrenzte Entfernung RDR5x -> RAP1.

Die aktuelle Firmware für die Geräte ist

- RAP1C: RAP1C_Vx4.BIN
- RAP1D: RAP1D_Vx4.BIN

Weitere Änderungen gegenüber RAP1A/B:

- Der Netzwerkname lautet nun „RSW34_xxxx“ (xxx = Seriennummer).
Damit ist die Steuerung mit einem RDR5x Receiver / Transceiver vollständig kompatibel zu den Antennen-Steuergeräten RSW3 und RSW4. Zur WiFi-Fernbedienung des RAP1 kann im Setup eines RDR5x die Einstellung „RSW“ gewählt werden. Bei erfolgreichem Verbindungsaufbau (siehe Anhang) erfolgen sowohl die Frequenz-Fernsteuerung, als auch die Richtungssteuerung einer RLA4 (nur Geräte Version D) aus der Bedienoberfläche des RDR5x.
 - Umschaltung der Fernspeisung.
Geräte RAP1 Version D ermöglichen die Fernspeisung von Antennen. Üblicherweise wird dabei eine RLA4 angeschlossen (Stromversorgung und Richtungssteuerung). Folgende weitere Möglichkeiten existieren:
 - ➔ Drehen der Einstellung über 0° hinaus nach links: Abschaltung der Speisespannung (Anzeige „Off!“). Ist eine Aktivantenne nicht angeschlossen oder soll nicht betrieben werden, kann die Spannung abgeschaltet werden. Bei Anschluss passiver Antennen mit galvanischer Verbindung kann so ein ungewollter Stromfluss durch die Antenne verhindert werden.
 - ➔ Drehen der Einstellung über 180° hinaus nach rechts: Umschaltung auf Speisespannung 12 V (Anzeige „12 V“). Speisemöglichkeit für beliebige Aktivantennen mit Bedarf von 12 V und nicht mehr als 200 mA Strom. (Es erfolgt eine interne Abschaltung bei Strömen größer ca. 220 mA.) Um 12 V am Eingang des RAP1D zu erreichen, muss eine Versorgungsspannung von min. 12,5 V angeschlossen sein. Ansonsten verringert sich die verfügbare Fernspeisespannung um den entsprechenden Wert (ca. 0,5 V unter Versorgungsspannung).
 - ➔ Drücken des Knopfes für min. 3 s, wenn der Cursor auf einer Stelle der Grad-Anzeige steht: Die Fernspeisung und -steuerung einer Antenne wird komplett ausgeschaltet. Die Anzeige verschwindet. Zum Wiedereinschalten den Knopf ebenfalls wieder min. 3 s drücken.
 - Erhöhung des zulässigen Eingangspegels ohne Abschwächer (Einstellung 0 dB) auf bis zu 0 dBm. Der Verstärker in RAP1C und D verkräftet etwas mehr Pegel, ohne in die Begrenzung zu geraten. Damit ist seltener eine Dämpfungseinstellung größer 0 dB notwendig. Allerdings steigen im erweiterten Bereich von -6 dBm bis 0 dBm auch die Verzerrungen (IM). Wenn möglich (maximale Empfindlichkeit nicht erforderlich) sollte immer etwas Dämpfung zur Entlastung von Verstärker und Filterschaltung gewählt werden.
 - Schnelle Umschaltmöglichkeit zwischen Filterbetrieb und Filter-Überbrückung.
Wird der Knopf länger als min. 3 s gedrückt und dabei nicht gedreht wird (Drehung löst immer die Cursor-Verschiebung im Display aus), schaltet der RAP1 die Betriebsweise um. Bei aktivierter Überbrückung des Abschwächers und der Filter wird „----“ im Display angezeigt.
- Achtung!** Auch bei Fernsteuerung vom RDR5x aus ist die „Zwangsschaltung“ auf Überbrückung möglich. In diesem Fall wird (ebenso wie beim Überschreiten der tiefst- oder höchstmöglichen Filterfrequenz) „0-30MHz“ angezeigt. Damit ist eine Unterscheidung möglich, an welchem Gerät (RAP oder RDR / PC) diese Betriebsart eingeschaltet wurde. **Der RAP1 hat immer Vorrang!** Solange er manuell auf Überbrückung geschaltet ist, ist keine Änderung vom RDR5x oder PC aus möglich!
- Abschaltung des WLAN-Transceivers.
Normalerweise ist der WLAN-Transceiver immer aktiv und wartet auf eine Verbindungsmöglichkeit zu einem externen Steuergerät. Das verbraucht Strom und belastet den 2,4 GHz-Funkbereich. Der Transceiver kann dauerhaft deaktiviert werden, indem der Cursor auf die Anzeigestelle des aktuellen Verbindungsstatus geschoben wird. Der Status und damit der gesamte WLAN-Transceiver kann durch min. 3 s langes Drücken des Knopfes ausgeschaltet werden (Buchstabe verschwindet). Die Einstellung wird dauerhaft gespeichert, auch nach Ausschalten des RAP1. Zum Wiedereinschalten muss der Cursor auf die nun leere Stelle geschoben und der Knopf wieder min. 3 s gedrückt werden.

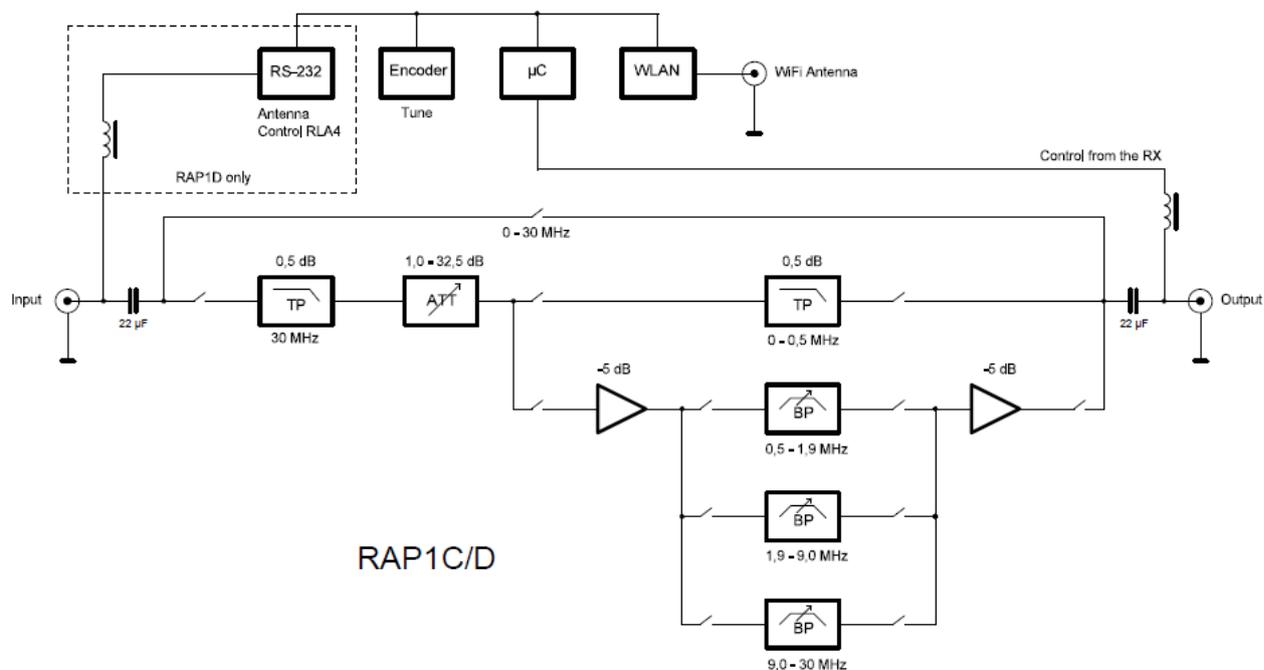
2.2 Firmware Vx5 / Erweiterung der Schaltung

Die Firmware RAP1C_Vx5 (ohne Antennen-Steuerung) und RAP1D_Vx5 (mit Antennensteuerung) enthält folgende Änderungen:

- Wegfall der UDP-Verbindung über WLAN

Der RAP1 kann nun ausschließlich über TCP/IP-Verbindungen (oder das Kabel zum RX) ferngesteuert werden. Die erforderlichen Daten sind unten angegeben. Damit kann das Gerät von beliebigen Quellen (IT-Geräten bzw. entsprechend erstellter Software) gesteuert werden.

Ab Seriennummer 521 enthält die Schaltung des RAP1 einen zusätzlichen Verstärker am Ausgang. Die Verstärkung am Eingang wurde entsprechend vermindert.



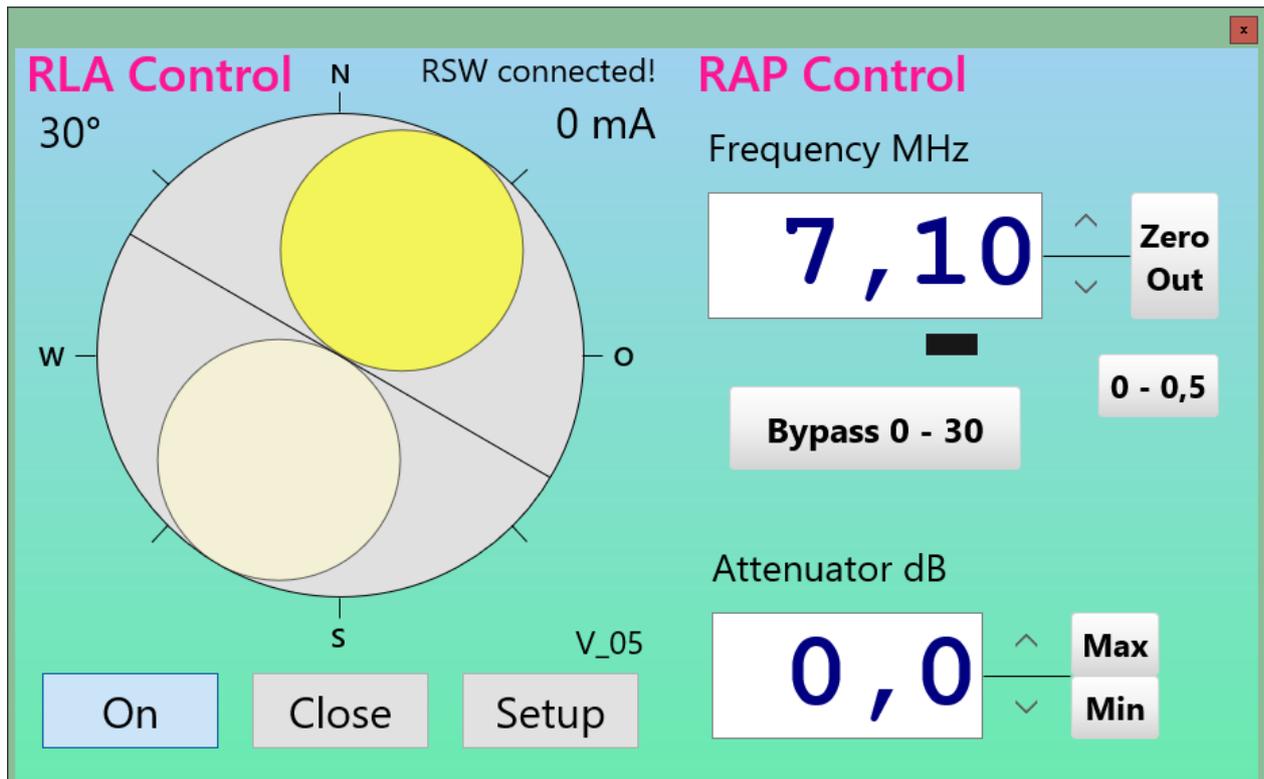
Der Einsatz des zusätzlichen Verstärkers bringt folgende Vorteile:

- Verringerung der Pegel an den Filterbauteilen. Dadurch steigt der IP3 um min. 5 dB.
- Entkopplung der Filterschaltung und exakte Anpassung der Ausgangsimpedanz an 50 Ohm auch im Bereich 0,5 – 30 MHz.

Anhang: WiFi-Verbindung mit einem Access Point und Windows-Software RLFA_Vxx

Der RAP1 besitzt einen Netzwerkcontroller mit entsprechender Software („TCP/IP Stack“) und einen 2,4 GHz Transceiver zum Aufbau von Netzwerkverbindungen über ein WLAN („WiFi“). Über so eine Verbindung kann er ebenso gesteuert werden, wie per direkter Bedienung am Drehknopf. Das heißt, Frequenz und Dämpfung können geändert und die Richtungseinstellung einer RLA4 kann ferngesteuert werden. Aufgrund der standardisierten IP-Verbindung ist die Steuerung durch jede geeignete Software über jede verfügbare Verbindung (z. B. Internet) möglich.

Neben gerätespezifischer Software (z. B. Bedienoberfläche des RDR52) gibt es für den RAP1 eine Fernbediensoftware für Windows-kompatible PC: RLFA_Vxx.EXE (xx = 2stellige Versionsnummer). Sie gestattet die Einstellung der RLA4 und des RAP1 per Fernsteuerung. Nachfolgend die Beschreibung der Software mit Steuerung der RLA4. Die zusätzlichen Bedienelemente des RAP1 sind in der Bedienanleitung des RAP1 enthalten (siehe oben).



Nach Öffnen der Datei RLFA_Vxx.EXE erscheint das Programmfenster. Es enthält die grafische Nachbildung des Antennendiagramms der RLA4 sowie einige Anzeigen und Schaltknöpfe („Buttons“). Die Gradanzeige links oben und die Stromanzeige rechts oben entsprechen den Anzeigen im Display des RAP1. Oberhalb der Stromanzeige gibt ein Textfeld den aktuellen Verbindungsstatus zwischen Software und RAP1 an. Über die Buttons im unteren Bereich kann die RLA4 ein- bzw. ausgeschaltet werden (entspricht Drehung am RAP1 ganz nach links bis Anzeige „Off“ erscheint bzw. Drehung nach rechts auf eine Gradanzeige), das Programm kann beendet werden, oder ein weiteres Fenster für weitere Einstellungen („Setup“, siehe unten) kann geöffnet werden.

Das Antennendiagramm kann durch Anklicken mit der Maus (oder Antippen bei Geräten mit Touchscreen) innerhalb des Kreises und folgendes Ziehen auf eine gewünschte Position gedreht werden. Die beiden, hier als Kreis idealisierten, Empfangskeulen der RLA4 geben die Richtung des maximalen Empfangs an. Dabei bezieht sich die Gradanzeige oben links (bzw. die im Display des RAP1 immer auf die rechte, dunkler dargestellte Seite des Empfangsdiagramms). Ihr Maximum (Berührungspunkt mit dem grauen Kreis der Himmelsrichtung) entspricht der Gradanzeige.

Hinweis: Wenn die RLA4 so aufgestellt wird, dass ihre Hauptempfangsrichtung nach Norden zeigt, wenn die Gradanzeige auf 0° gestellt ist, dann zeigt das Antennendiagramm die korrekte Himmelsrichtung an. Zu beachten ist jedoch die teilweise große Abweichung des tatsächlichen Antennendiagramms vom ideal angezeigten Diagramm in der Software bzw. der Gradanzeige. Ohne Aufnahme einer Korrekturtabelle zur exakten Zuordnung des tatsächlichen Empfangsdiagramms zum angezeigten Diagramm ist die RLA4 nur

sehr bedingt für Peilzwecke einsetzbar.

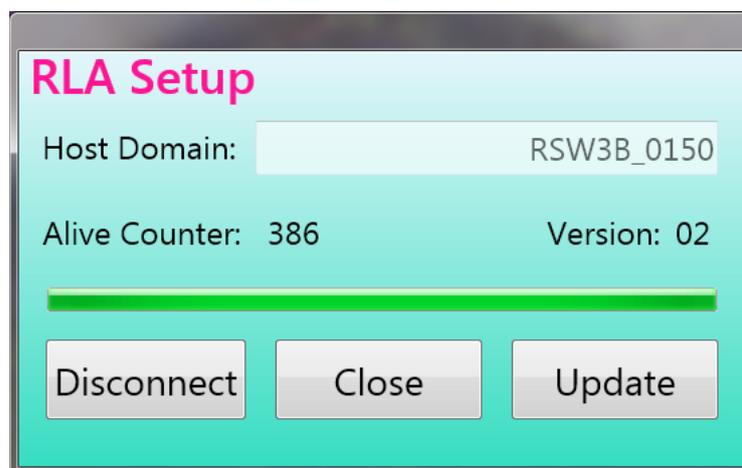
Die Ausrichtung des Maximalempfangs ist bei der RLA4 aber nicht so genau notwendig, weil die Empfangskeulen sehr breit sind und auch größere Abweichungen kaum eine Verminderung des Empfangspegels ergeben. Vielmehr ist die exakte Positionierung der Nullstelle wichtig (minimaler Empfang) zur Unterdrückung von Signalen aus ganz bestimmten Richtungen (Dämpfung unerwünschter Sender oder von Störungen). Die Nullstelle wird im Diagramm durch die Linie zwischen den Kreisen angezeigt. Sie liegt immer im 90° Winkel zur Hauptempfangsrichtung.

Im Programmfenster lässt sich das Diagramm sehr schnell drehen, wesentlich schneller, als die RLA4 tatsächlich reagieren kann (relative langsame Übertragung der Steuerworte vom RAP1 zur Antenne). Deshalb werden bei schneller Drehung Zwischenschritte weggelassen und erst bei Erreichen der gewünschten Position (Beenden der Drehung durch Loslassen der Maustaste bzw. Abheben des Fingers) werden die dann gültigen Daten übergeben. Das Diagramm und die Gradanzeige geben immer die vom RAP1 rückgemeldete, tatsächlich an die Antenne übergebene Position an. Durch Zeitverzögerungen während des Datenaustauschs (z. B. langsames Internet) kann es zu ruckartigen Bewegungen kommen.

Eine genaue und feinfühligere Einstellung ist mit dem Scrollrad der Computermaus möglich. Die Bewegungen des Scrollrades werden exakt zur Weiterschaltung um jeweils eine Stufe der Antennenposition genutzt. Das entspricht der Bedienung wie mit dem Drehgeber am RAP1 der Antenne (auch dessen Bedienung wird durch Drehung des Richtdiagramms und Aktualisierung der Grad-Anzeige im Programm dargestellt). Zu beachten ist, dass ein Positionsschritt nicht genau 1° Richtungsänderung entspricht, sondern ca. 0,776° (die RLA4 besitzt 232 Stufen für 180° Drehung). Auf eine Anzeige von Kommastellen in der Grad-Anzeige wurde jedoch aufgrund der ohnehin vorhandenen Ungenauigkeit des realen Antennendiagramms verzichtet.

Setup

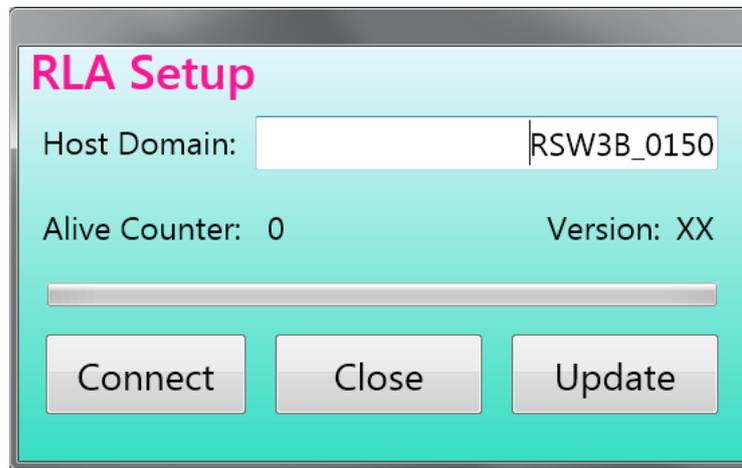
Zur Einstellung der Verbindungsparameter vom Programm RLFA_Vxx.EXE zum RAP1 kann mit Button „Setup“ ein weiteres Fenster geöffnet werden.



Achtung! Ab Version V04 muss im Fenster für den Gerätenamen immer „**RSW34_nnnn**“ mit nnnn=Seriennummer eingesetzt werden!

Bei verbundener Antenne (Hinweis „RLA connected!“ oben rechts im Programm-Hauptfenster) zählt ein „Alive Counter“ (Aktivitäts-Zähler) die ständig zwischen dem Programm und dem Steuergerät ausgetauschten Daten (min. 2 Datenpakete pro Sekunde). Rechts davon wird die im RAP1 enthaltene Firmware-Version angezeigt (siehe unten bei „Update“).

Durch Betätigen von Button „Disconnect“ kann die Verbindung zum RAP1 getrennt werden. Der Zähler bleibt dann stehen, die Bezeichnung des Buttons wechselt auf „Connect“ und das Eingabefeld für den Netzwerknamen des RAP1 wird aktiv. Dieser Zustand ist auch beim Öffnen des Setup-Fensters vorhanden, wenn noch keine Verbindung zum RAP1 bestand.



Im Textfeld „Host Domain“ (in neueren Versionen „RSW Name_S/N“ benannt) muss die Adresse eingetragen werden, unter der der RAP1 vom Programm erreicht werden kann. Je nachdem, wie er mit anderen Geräten (Computer, Router, ...) gekoppelt ist (siehe weiter unten), und über welche Verbindungen das Programm auf diese Geräte zugreifen kann (LAN-Verbindung, Internet, WiFi Direct, Mobilfunk, ...), gibt es verschiedene Möglichkeiten. Dabei existieren 2 Grundvarianten:

1. Der RAP1 und der Computer, auf dem das Programm RLFA_Vxx läuft, befinden sich in einem gemeinsamen Netzwerk mit freiem Zugriff der Geräte untereinander. Beispiel: Heim- oder Unternehmensnetzwerk unter Windows.

In diesem Fall kann der RAP1 direkt mit seinem Namen im Netzwerk angesprochen werden. Der Name bildet sich immer aus dem Wort „RSW3B“ (ab Software-Version 3 „RSW34“) mit folgendem Unterstrich „_“ und der vierstelligen Seriennummer des Gerätes. Diese ist auf dem Typenschild am Boden des Gehäuses angegeben und wird beim Einschalten (Anschließen der Stromversorgung) kurz im Display angezeigt. Die Seriennummer muss immer mit 4 Ziffern, bei kürzeren Nummern also mit vorangestellten Nullen, eingegeben werden.

2. Der RAP1 und der Computer, auf dem das Programm RLFA_Vxx läuft, befinden sich in getrennten Netzwerken. Die Verbindung erfolgt über verschiedene Medien und ist meistens auch per Schutz-Software (Firewall) so gesichert, dass kein beliebiger Zugriff von einem auf das andere Netzwerk möglich ist. Beispiel: Fernsteuerung über das Internet.

In diesem Fall müssen weitere Vorkehrungen getroffen werden, um den RAP1 bzw. dessen Netzwerk für das Programm „sichtbar“ zu machen. Dazu existieren verschiedene Möglichkeiten und zusätzlich verwendbare Software, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann. Prinzipiell ermöglichen alle diese Varianten dem Programm bzw. dem Rechner, auf dem es läuft, die Verwendung einer Adresse oder eines Namens, mit dem auf den RAP1 zugegriffen werden kann. Diese Adresse / dieser Name muss dann im Setup eingetragen werden.

Beispiel: Zugriff über Portfreigabe im Router des Netzwerks, in dessen WLAN-Access-Point sich der RAP1 eingeloggt hat.

In diesem Fall wurde der RAP1 mit einem WLAN-Router verbunden und alle Rechner, die auch mit diesem Router verbunden sind, haben direkten Zugriff über den Namen des RAP1 (Variante 1). Ist der Router mit dem Internet verbunden (z. B. über DSL), so können andere Rechner im Internet normalerweise nicht von sich aus auf das Netzwerk bzw. die darin befindlichen Geräte (RAP1 und anderer Rechner) zugreifen.

Um eine Verbindung vom Internet zum RAP1 „durchzuschalten“, muss der Router diese Verbindung(en) explizit für bestimmte Adressen (Ports) erlauben. Diese Portfreigabe kann man in jedem herkömmlichen Router konfigurieren. Benutzen sie dazu die Dokumentation des Routers. Eingestellt werden müssen folgende Dinge:

- Das Gerät, das über Ports freigegeben werden soll. Der RAP1 wird im Router entweder unter seinem Namen „RAP1“ (ev. mit angehängten Zusätzen wie Version und Seriennummer), oder unter dem Namen „espressif“ (der Name des Netzwerkprozessors im RAP1) aufgeführt.

- Der oder die Ports, die freigegeben werden sollen. Für den RAP1 ist das nur eine Portnummer: 55556.

- Das oder die Protokoll(e), mit denen über den freigegeben Port auf den RAP1 zugegriffen werden darf. Für den RAP1 müssen die Protokolle „TCP“ und „UDP“ freigegeben werden. Je nach Router kann das in einer Einstellung erfolgen (beide Protokolle können in der Portfreigabe gleichzeitig ausgewählt werden), oder man muss für jedes Protokoll einzeln eine Freigabe des Ports 55556 einrichten.

Nach Bestätigung dieser Einstellungen ist der RAP1 vom Internet aus erreichbar. Dazu muss dem Programm RLFA_Vxx.EXE im Setup die IP4-Adresse des Routers mitgeteilt werden, der die Portfreigabe enthält und in den der RAP1 eingeloggt ist. Diese Adresse kann man im Router ablesen, wenn er mit dem Internet verbunden ist.

Bei der Variante 2 taucht das Problem auf, dass diese „öffentliche IP-Adresse“ bei jeder Neuverbindung des Routers mit dem Internet üblicherweise geändert wird. Damit müsste sie auch jedes mal neu ausgelesen und in der Fernsteuersoftware angegeben werden. Zur Umgehung dieser Problematik existieren viele Möglichkeiten. Üblich ist z. B. die Benutzung eines „DNS-Service“, der dem Router immer einen eindeutigen Namen zuweist, unabhängig von der aktuellen IP-Adresse. Oft bietet der Router-Hersteller so etwas selbst an, z. B. „MyFritz“ für die weit verbreiteten Fritz-Box Router. Nach Einrichtung dieses Service kann der für den Router vergebene Name im Setup des Programms dauerhaft angegeben werden.

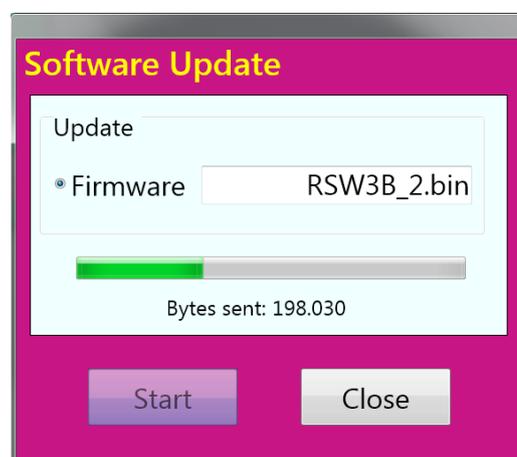
Die Betätigung des Buttons „Connect“ leitet den Aufbau der Verbindung zum RAP1 ein. Der grüne Fortschrittsbalken zeigt den Fortgang an. Ist die Verbindung erfolgreich hergestellt, wechselt die Button-Bezeichnung auf „Disconnect“ und der Alive Counter beginnt zu zählen. Bei der Firmware-Anzeige erscheint die Versionsnummer.

Läuft der Fortschrittsbalken bis zum Ende durch, ohne dass eine Verbindung hergestellt werden konnte, wird der Versuch abgebrochen und das Setup-Fenster bleibt weiter im nicht verbundenen Zustand. In diesem Falle muss überprüft werden, ob alle notwendigen Bedingungen für einen Verbindungsaufbau erfüllt sind (RAP1 eingeschaltet, in ein WLAN eingeloggt, Zugang zu diesem WLAN vom Programm aus möglich, richtige Adresse / korrekter Name im Setup eingetragen, ...).

Der Software-Zugriff zum RAP1 funktioniert nach dem Motto: "Wer zuerst kommt, mahlt zuerst!" Sobald irgend ein Gerät (PC) mit dem RAP1 eine Datenverbindung aufgebaut hat ("S" im RAP-Display), hat dieses die exklusive Steuerung und andere Gerät können nicht mehr zugreifen. Erst nachdem die Verbindung wieder getrennt wurde (im Setup-Dialog, oder Programm beenden), kann ein anderes den Zugriff bekommen. Das Programm RLFA_Vxx kann (sinnvoll) nur einmal auf jedem Gerät laufen. Die Steuerung mehrerer RAP1 von einem IT-Gerät aus ist nur durch jeweiligen Wechsel der Verbindung entsprechend dem Eintrag im Setup möglich.

Firmware-Update

Der RAP1 enthält integrierte Software („Firmware“), welche seine Funktion und die Verbindung über WLAN steuert. Diese Firmware kann bei bestehender Verbindung vom Programm RLFA_Vxx.EXE aus aktualisiert werden. Dazu muss im Setup der Button „Update“ betätigt werden. Es öffnet sich ein weiteres Fenster.



Das Feld „Firmware“ ist zunächst leer. Mit Doppelklick / -tipp darauf sucht das Programm nach ladbaren Dateien. Diese müssen immer die Erweiterung .BIN haben und sich direkt im Ordner der Programmdatei RLFA_Vxx.EXE befinden. Sollten mehrere solche 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 RAP1 in Gang gesetzt.

Achtung! Die Übertragung kann nur erfolgen, wenn der RAP1 mit der Software verbunden ist (siehe oben) und die Ansteuerung korrekt funktioniert (das Antennendiagramm reagiert und der Alive-Counter im Setup läuft)!

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 einigen Sekunden Wartezeit muss die Verbindung im Setup neu hergestellt werden, falls das nicht bereits automatisch erfolgte. Danach kann das Update erneut versucht werden. Bei mehrfachen Abbrüchen muss die Zuverlässigkeit der Verbindung zwischen Programm und RAP1 geprüft bzw. hergestellt werden (einwandfreie und weitgehend verzögerungsfreie Bedienbarkeit des RAP1).

Vorsicht! Führen sie das Update nur dann aus, wenn sie direkten manuellen Zugriff auf das Steuergerät haben! Je nach Änderungen in der Firmware, oder bei schwerwiegenden Datenfehlern, kann es notwendig sein, den RAP1 von der Stromversorgung zu trennen und neu anzuschließen. Außerdem könnten sich die Netzwerkdaten (Namen, Adressen, Passwort...) geändert haben, so dass die WLAN-Verbindung des RAP1 neu eingerichtet werden muss (siehe unten).

Das erfolgreiche Ende der Übertragung wird mit einem Hinweifenster gemeldet. Daraufhin erfolgt im RAP1 ein selbsttätiger Reset und das Gerät startet mit der neuen Firmware. Nun muss die Verbindung zwischen dem Programm und dem RAP1 neu hergestellt werden (dies kann auch automatisch erfolgen, bitte einige Sekunden warten). Das Update-Fenster muss geschlossen werden und im Setup-Fenster muss mit Button „Disconnect“ zunächst die alte Verbindung unterbrochen werden. Der nun „Connect“ benannte Button erlaubt den Neuaufbau der Verbindung wie bei der Beschreibung des Setup-Fensters angegeben. In der Versionsanzeige muss nun die Software-Version der neuen (zuvor übertragenen) Firmware erscheinen (entspricht einem Teil des Namens der Firmware BIN-Datei).

Hinweis: Die Versionsnummer enthält in der 2. Ziffer immer die fortlaufende Versionsnummer neuer Firmware. Die erste Ziffer wechselt mit jedem erfolgreichen Update zwischen 2 verschiedenen Ziffern / Buchstaben (abhängig von Gerät und Firmware-Version) zur Erkennung einer erfolgreichen Neuübertragung der Firmware. Beim RAP1 wechselt die erste Stelle immer zwischen der Ziffer 5 und dem Buchstaben D.

Sollte wieder die alte Versionsnummer erscheinen, gab es Fehler während der Übertragung oder des Neustarts des RAP1. In diesem Falle muss das Update wiederholt werden. Sollte keine Verbindung mehr möglich sein, können verschiedene Fehler vorliegen:

- Die Verbindung zwischen Programm und RAP1 wurde von einem der beteiligten Geräte unterbrochen. Z. B. erfordert der Neustart des RAP1 einen automatischen oder manuellen Neuaufbau seiner WLAN-Verbindung (siehe unten), oder die Verbindung des Rechners mit dem Programm RLFA_Vxx.EXE zum Internet wurde vom Rechner oder dem Internet-Zugangsgerät (Router, Mobilfunkgerät, ...) unterbrochen und muss erst wieder neu aufgebaut werden.
- Es wurde keine gültige (nicht original vom Hersteller bezogene) oder eine fehlerhafte (Datenfehler, Virenbefall, ...) BIN-Datei übertragen. In den allermeisten Fällen erkennt der RAP1 fehlerhafte Daten, bricht die Übertragung ab und startet wieder mit der alten Firmware. Lauffähige neue, aber trotzdem ev. fehlerhafte Firmware wird aber gestartet und kann bei entsprechenden Fehlern die Funktion des RAP1 für immer lahmlegen. In diesem Fall muss das Gerät zur grundlegenden Neuprogrammierung zum Hersteller geschickt werden.

Verbindung des RAP1 zu einem WLAN Access-Point

Für die Fernsteuerung des RAP1 muss dieses mit einem Access-Point (auch Hotspot, Zugriffspunkt o. ä.

genannt) nach WiFi-Standard im 2,4 GHz Band verbunden („eingeloggt“) sein. So ein Access-Point kann z. B. ein WLAN-Router, ein entsprechend konfigurierter Personalcomputer, ein Smartphone, WLAN-fähiges Funkgerät o. ä. sein. Von diesem Gerät aus, das den Access-Point zur Verfügung stellt, erfolgt dann die weitere Verbindung zur Steuersoftware (z. B. Programm RLFA_Vxx.EXE oder Bedienoberfläche des RDR52) entsprechend obiger Beschreibung.

Zum Einloggen in den Access-Point verwendet der RAP1 eine sichere Verbindung nach „WPA2-PSK“. Das erfordert die Angabe eines Passwortes, mit dem der Access-Point das Einloggen von WLAN-Teilnehmern (Stationen) erlaubt. Der Teilnehmer (in diesem Fall der RAP1) muss den Namen („SSID“) des Access-Points, in den er sich einloggen will, kennen und ihn mit Hilfe des Passwortes um Teilnahme am Netzwerk bitten. Gewährt der Access-Point die Teilnahme (er „authentifiziert“ die Station), ist der Anfrager als Station eingeloggt und kann nun Daten über das Netzwerk austauschen.

Hinweis: Der Access-Point muss so konfiguriert werden, dass er die Anfrage des RAP1 mit korrektem Passwort auch wirklich gewährt und nicht z. B. durch Sperre seiner MAC-Adresse o. ä. verweigert (siehe Hinweise weiter unten).

Der RAP1 verfügt nicht über die Möglichkeit (Tastatur o. ä.) zur alphanumerischen Eingabe von Namen und Passwörtern. Deshalb sind bestimmte Vereinfachungen und / oder Beschränkungen bei den Anwahlmöglichkeiten von Access-Points zu beachten.

1. Vereinfachtes / automatisches Einloggen nach der „WPS Push-Button“ Methode.

Viele Access-Points (vor allem Router) erlauben ein Einloggen von Stationen mit Hilfe dieser Methode. Dabei muss der Access-Point in diesen Modus geschaltet werden (für gewöhnlich automatisch auf 2 Minuten beschränkt), wobei er dann seine Authentifizierungsdaten (Name und Passwort) an alle anfragenden Stationen überträgt. Diese besitzen damit alle Daten, um sich einloggen zu können. Der Access-Point (bzw. sein Bediener) kann dann entscheiden, ob er die eingeloggten Stationen tatsächlich authentifizieren will (z. B. Den RAP1), oder wieder von der Teilnahme am Netzwerk ausschließt (z. B. unbekannte Stationen, Spione und Hacker).

Achtung! Je nach Firmware des RAP1 kann dieses in der Liste der per WPS gefundenen Stationen mit dem Namen „RAP1“ (ev. von weiteren Nummern gefolgt), oder als „espressif“ angezeigt werden. Dieses Gerät muss in der Liste der erlaubten Geräte verbleiben.

Zum Verbinden des RAP1 mit dem Access-Point per WPS Push-Button gehen sie wie folgt vor:

- Trennen Sie den RAP1 von der Stromversorgung, schrauben Sie die Antenne an Buchse „WiFi“.
- Starten Sie WPS Push-Button im Access-Point (Taste am Router oder Button in Konfigurations-Software). Warten Sie einige Sekunden.
- Drücken Sie den Drehknopf am RAP1 bis zum Anschlag und stellen Sie die Stromversorgung her (mit Schalter einschalten).
- Lassen Sie den Drehknopf sofort nach Erscheinen der Anzeige im Display wieder los.

In der obersten Zeile des Displays (wo normalerweise Dämpfung und Frequenz erscheinen), wird nun angezeigt: „Search AP...“. Wenn die Verbindung mit dem Access-Point erfolgreich hergestellt wurde, zeigt das Display: „AP:“ und dahinter den Namen des Access-Points (es sind nur die ersten 9 Zeichen sichtbar). Im Access-Point bricht die WPS- Authentifizierung ab und das gefundene Gerät wird in der Liste der eingeloggten Stationen angezeigt. Im Display des RAP1 erscheint ein „L“ zwischen der Grad- und der Stromanzeige zur Kennzeichnung des erfolgreichen Einloggens. Zur Kontrolle kann die Stromversorgung kurz unterbrochen und wieder hergestellt werden (ohne Drücken des Drehknopfes!). Nach kurzer Zeit muss wieder das „L“ im Display erscheinen und im Access-Point muss das Gerät RAP1 bzw. espressif als verbunden angezeigt werden. Nun loggt sich der RAP1 bei jedem Einschalten automatisch in diesen Access-Point ein (sofern erreichbar).



2. Einloggen in einen passend konfigurierten Access-Point

Wenn die Möglichkeit der Verbindung per WPS-Methode nicht gegeben ist, kann sich der RAP1 nur mit Access-Points verbinden, die ein ganz bestimmtes Passwort verwenden. Das lautet: „1234567890“. So ein Passwort ist natürlich nicht sicher, schon weil es hiermit öffentlich bekannt ist. Sinnvoll ist diese Methode also nur, wenn ein Access-Point verwendet wird, der keine anderen Verbindungen als die zum RAP1 erlaubt. Ein Beispiel sind die Receiver / Transceiver der „RDR“-Reihe (sofern mit Firmware zur Fernsteuerung des RAP1 ausgestattet wie z. B. der RDR52). Auch kann ein ansonsten abgeschotteter PC (keine Verbindung zu anderen Geräten) mit WLAN-Funkmodul entsprechend konfiguriert werden und mit dem Programm RLFA_Vxx.EXE zur Steuerung der RLA4 verwendet werden. **Nicht empfohlen wegen hohem Stromverbrauch und starker EMV-Verschmutzung der Umgebung!**

Um den RAP1 in einen Access-Point mit dem Passwort 1234567890 einzuloggen, gehen sie folgendermaßen vor:

- Führen Sie die Schritte wie bei der WPS-Methode beschrieben aus (ohne WPS-Start am Router).
- Nach Erscheinen der Anzeige „Search AP...“ drehen Sie den Drehknopf **nach rechts** (min. ca. 90°).
- Drücken Sie den Knopf noch einmal und lassen ihn gleich wieder los.
- Es erscheint die Anzeige „Scan APs...“.
- Der RAP1 sucht nun nach allen Access-Points in Funkreichweite.
- Nach einer Weile erscheint der Name des ersten gefundenen Access-Points.
- Durch Drehen am Drehknopf können Sie die Liste aller gefundener Access-Points anzeigen.
- Wählen Sie den gewünschten Access-Point aus und drücken Sie den Drehknopf kurz.

Erlaubt der Access-Point die Verbindung (authentifiziert das Passwort 1234567890), so wird die Verbindung dauerhaft hergestellt und im Display des RAP1 erscheint das „L“ zur Kennzeichnung des erfolgreichen Einloggens.

Hat die Steuersoftware (Programm RLFA_Vxx.EXE oder Bedienoberfläche des Funkgerätes) Zugriff (stehende Verbindung, siehe oben) zum RAP1, so erscheint anstelle des „L“ ein „S“ im Display. In diesem Zustand ist die Fernsteuerung des RAP1 möglich. Die Steuerung per Drehknopf ist immer ebenfalls aktiv, Bedienungen am RAP1 werden zur Anzeige in der Steuersoftware übertragen (nicht für Frequenz).

Hinweise zum erfolgreichen Verbinden des RAP1 mit einem WLAN-Router

Die WPS Push-Button Methode ist standardisiert und sollte mit jedem damit ausgerüsteten Router funktionieren. Es gibt jedoch viele unterschiedliche Fabrikate mit vielen unterschiedlichen Einstellmöglichkeiten für das WLAN. Einige davon können eine erfolgreiche Verbindung per WPS verhindern. Aufgrund der Vielzahl der Möglichkeiten kann keine generelle Vorgehensweise bei der Konfiguration des Routers angegeben werden. Ebenso keine Garantie, dass jedes Gerät passend konfiguriert werden kann! Hier aber einige Tipps zu Einstellungen, die unbedingt beachtet werden sollten:

- WLAN Funkkanal: **MUSS** (!) auf das 2,4 GHz Band eingestellt sein. "Auto" o. ä. ist möglich und sollte funktionieren. Wenn ein bestimmter Kanal verwendet werden soll, vorher einen wenig benutzten Kanal identifizieren (oft ist eine grafische Ansicht der Kanalbelegung vorhanden). Empfohlen wird ein Kanal im Bereich von 8 bis 13.
- WLAN Standard: 802.11 b. Wichtig ist das „b“, Kombinationen wie „b+g+n“ gehen auch. „a“ bzw. „ac“ oder „a+c“ funktionieren für gewöhnlich nicht (kann nach erfolgreichem Einloggen aber probiert werden).
- Sicherheit / WPA Verschlüsselung: WPA2 (CCMP). WPA (TKIP) o. ä. sollte auch gehen. Stärkere Verschlüsselungen wie z. B. „Enterprise“ usw. funktionieren nicht.
- WLAN-Zugang: „Alle neuen WLAN-Geräte zulassen“ o. ä. Einstellung. Neue Geräte dürfen nicht blockiert werden („Alle Geräte dürfen miteinander kommunizieren“ o. ä. auswählen). MAC-Filter abschalten. (Kann nach erfolgreichem Finden des RAP1 / espressif wieder aktiviert werden. Vorher die MAC des neuen Gerätes freigeben!)
- WLAN-Koexistenz evtl. aktivieren.

Bitte beachten: Nach Änderungen an den Einstellung muss oft erst ein Button "Übernehmen" oder

"Speichern" o. ä. betätigt werden, damit diese Einstellungen nicht beim Wechseln des Router-Menüs (WPS aufrufen) verloren gehen.

Steuerung über TCP-Verbindung

Achtung! Der Austausch selbstgenerierter Daten über die WLAN-Verbindung des RAP1 stellt einen eigenmächtigen Eingriff in die Funktionsweise des Gerätes dar! Evtl. entstehende Schäden an Hard- und Software durch fehlerhafte / schädliche Daten sind nicht von Gewährleistung oder Garantie gedeckt!

Die Bereitstellung der Informationen über die Datenprotokolle erfolgt ohne jede Garantie auf einwandfreie Funktion bei Verwendung in extern erstellter Software! Es gibt keine Unterstützung zur Entwicklung von Software oder anderweitige Hilfestellung als in diesem Dokument enthalten.

Die TCP-Verbindung erfolgt nach dem Server-Client-Prinzip. Dabei stellt der RAP1 einen TCP-Server zur Verfügung, der permanent auf Verbindungsanfragen eines TCP-Clients aus dem Netzwerk wartet. Sobald eine Verbindungsanfrage mit korrekter Adressierung (IP-Adresse und Port) eintrifft, wird diese bestätigt (Socket Connected) und der Server ist bereit zur Übertragung von Daten. Es kann nur eine Verbindung aufgebaut werden. Weitere Verbindungs-Anfragen werden solange ignoriert / abgewiesen, bis die vorhandene Verbindung wieder getrennt wurde. Eine bestehende Verbindung wird mit „S“ im Display angezeigt.

Sobald eine Verbindung zu einem Client aufgebaut wurde, sendet der RAP1 ca. 2 mal pro Sekunde ein Status-Datenpaket an den Client. Bei jeder Änderung am Gerät (Bedienung des Drehknopfes, Überstrom- oder Unterbrechungsfehlermeldung) wird sofort ein Paket gesendet. Ebenso bei Änderung der Einstellung durch Empfang eines Steuer-Datenpakets (sofortige Rückmeldung zur erfolgten Verarbeitung der Steueranweisungen).

Folgende Datenpakete werden gesendet:

Strom, Frequenz und Abschwächer

1. Byte	2. Byte	3. Byte	4. Byte	5. Byte	6. Byte	7. Byte	8. Byte
0x0D	0x08	Strom	0x0D	0x0A	FREQ low	FREQ high	ATT

Strom: Aktueller Strommesswert in mA.

FREQ low + high: Low und high-Byte Frequenz (16 Bit Wort) in 1 kHz Auflösung.

ATT: Abschwächer in 0,5 dB.

Hinweis: Die Strommessung ist mit großen Toleranzen behaftet und dient hauptsächlich zur Erkennung von Kurzschluss (Strom > ca. 200 mA) oder Unterbrechung (Strom = 0) der Antennenleitung.

Richtungseinstellung RLA (nur Version RAP1D)

Dieses Datenpaket kann in einem einzelnen TCP-Paket, oder mit im Paket der Einstellungsdaten (welches dann 11 Byte enthält) gesendet werden.

1. Byte	2. Byte	3. Byte
0x0D	0x09	POS

POS: Richtungseinstellung in 232 Stufen. Stufe 0: Ausgeschaltet, Stufe 231: 180°.

Hinweis: Die Richtungseinstellung der RLA4 erfolgt in 232 Stufen innerhalb eines Drehwinkels von 180°. Die Richtungseinstellung ist mit großen Toleranzen behaftet und erfolgt in weiten Teilen des Drehbereichs nichtlinear.

Folgende Daten erwartet der RAP1:

Versionsabfrage Firmware

1. Byte	2. Byte	3. Byte
0x0D	0x12	0x00

Auf diese Nachricht antwortet das RSW mit einem speziellen Datenpaket, das die Versionsnummer und den Speicherort der einprogrammierten Firmware enthält:

1. Byte	2. Byte	3. Byte
0x0D	0xFF	Version

Version: Bit[6..0]: Versionsnummer, Bit[7] Speicherort: 0 = primärer Speicher, 1 = sekundärer Speicher.

Hinweis: Nach jeder erfolgreichen Neuprogrammierung alteriert der Speicherort. Damit steht immer eine gültige Firmware zur Verfügung, auch wenn bei der Datenübertragung Fehler auftreten.

Frequenzeinstellung

1. Byte	2. Byte	3. Byte	4. Byte
0x0D	0xB0	FREQ low	FREQ high

FREQ low + high: Low und high-Byte Frequenz (16 Bit Wort) in 1 kHz Auflösung.

Werte kleiner als 500 kHz oder größer als 30.000 kHz schalten den RAP1 auf 0 - 30 MHz. Der Wert 500 kHz schaltet den RAP auf 0 - 0,5 MHz.

Einstellung Abschwächer

1. Byte	2. Byte	3. Byte
0x0D	0xB4	ATT

ATT: Abschwächer in 0,5 dB.

Einstellung Empfangsrichtung RLA4 (nur Version RAP1D)

1. Byte	2. Byte	3. Byte
0x0D	0xB2	POS

POS: Richtungseinstellung in 232 Stufen. Stufe 0: Antenne ausgeschaltet, Stufe 231: 180°.

Weitere Hinweise zur Steuerung des RAP1 über WLAN

Die Programmierung für den Datenaustausch des RAP1 erfolgt intern über einen hardwarespezifischen TCP/IP-Stack mit zugehöriger API unter Verwendung von Standardschnittstellen („Sockets“). Software zum Verbindungsaufbau mit dem RAP1 muss über diese Schnittstellen erfolgen. Dazu gibt es für den verwendeten Steuerrechner entsprechende APIs, z. B. „INDY“ für PCs. Die Bedienoberfläche „RLFA_Vx“ (siehe oben) wurde z. B. damit unter dem Betriebssystem Windows erstellt.

Softwareentwicklung für TCP/IP mit Sockets bietet viele Möglichkeiten und damit auch viele „Fallgruben“. Hier einige Hinweise zur erfolgreichen Steuerung des RAP1:

- ➔ Nach Einloggen des RAP1 in das Netzwerk muss ein Client-Socket konfiguriert werden, der die IP-Adresse des RAP1 enthält (evtl. einfach über den Namen „RSW34_nnnn“ automatisch ermittelbar) und die Portnummer 55556.
- ➔ Der Socket ist mit dem entsprechenden Befehl (meist „Connect“ o. ä.) mit IP-Adresse und Port des Server-Sockets im RAP1 zu verbinden.
- ➔ Nach erfolgreicher Verbindung können Daten aus dem Client-Socket entnommen (Daten, die vom RAP1 kommen) und über ihn versendet (Daten zu Steuerung des RAP1) werden.

- ➔ Die Verbindung sollte so lange erhalten bleiben, wie auf absehbare Zeit Daten ausgetauscht werden sollen (für gewöhnlich bis zum Beenden des Programms).
- ➔ Je nach API, Betriebssystem und weiteren Einstellungen der Programmumgebung existieren viele Möglichkeiten der Organisation der Datenübertragung. Oft werden dabei kleine Datenmengen erst gesammelt und dann in einem größeren Paket versendet usw. (z. B. Funktionen „Nagle“ oder „A-MPDU“ oder „A-MSDU“). Das kann zu längeren Verzögerungen der Übertragung oder Zerstückelung von Datenpaketen führen. Solche Funktionen sollten soweit wie möglich deaktiviert werden.
- ➔ Mehrere Datenpakete laut obiger Liste können innerhalb einer Sendung gesendet werden (das ergibt dann meist auch nur ein einziges TCP-Paket). Es muss jedoch garantiert werden, dass immer vollständige Anweisungen in korrekter Länge in einem Paket vorhanden sind. Unvollständige Daten / Aufteilungen einer Anweisung auf mehrere Datenpakete führen zum Blockieren der Verbindung.
- ➔ Das Datenprotokoll des RAP1 enthält noch weitere, hier undokumentierte Anweisungen (z. B. zum Firmware-Update).

Achtung! *Es dürfen niemals andere als die oben angegebenen Daten zum RAP1 gesendet werden! Andere Daten können zur Einstellung der Funktion bis hin zum vollständigen (nicht mehr rückgängig machbaren) Löschen der Firmware im Gerät führen!*

Firmware-Update Version x6 / RLFA_V06.EXE

Die Firmware Vx6 für RAP1 steht in 2 Varianten zur Verfügung:

- RAP1C_Vx6.BIN: Firmware für RAP1C ohne Steuerung der RLA4-Antennen
- RAP1D_Vx6.BIN: Firmware für RAP1D mit Steuerung der RLA4-Antennen

Je nach Gerät muss die richtige Firmware in den RAP1 geladen werden. Zur Verbindung mit einem Windows-PC zwecks Fernsteuerung ist die Software RLFA_V06.EXE zu verwenden.

Änderungen in Version x6:

- Kompatibilität zur neuen PC-Software RLFA_V06.
- **Die Steuerung per WLAN ist nicht mehr über eine UDP-Verbindung möglich, ausschließlich über TCP.**
- Änderung der Strommessung des Antennenstroms beim RAP1D.

Die Messung des Antennenstroms im RAP1 (und ebenso in den Steuergeräten RSW2 bis 4) ist relativ ungenau. Sie dient lediglich zur Anzeige der korrekten Funktion der Fernspeisung von Aktivantennen. Dabei zeigt ein fließender Strom die Funktion an, die Anzeige „0 mA“ bedeutet eine Unterbrechung / nicht angeschlossene Antenne. Werte über 200 mA (RSWx: 100 mA) werden als Kurzschluss in der Antennenspeisung gewertet.

Weil der RAP1 einen größeren Messbereich hat (doppelt so groß wie RSWx), war bisher die Erfassung von Strömen unterhalb ca. 50 mA zu ungenau. Oft wurde „0 mA“ angezeigt, obwohl der korrekte Strom floss. Die Anzeigeschwelle ist nun auf ca. 20 mA herab gesetzt.