

Weitere Hinweise zum IQ-SDR-Empfänger

Klaus Raban, DM2CQL

Rocky 1.5, Einrichtung und Bedienung

Obwohl uns mehrere SDR-Programme als Freeware zur Verfügung stehen, empfehle ich jedem OM, zunächst mit der Software "Rocky" von Alex Shovkoplyas, VE3NEA zu beginnen. Die Bedienoberfläche ist sehr übersichtlich gestaltet und nach Erledigung einiger Voreinstellungen sind schon bald die erste Signale im Spektrumfenster zu sehen.

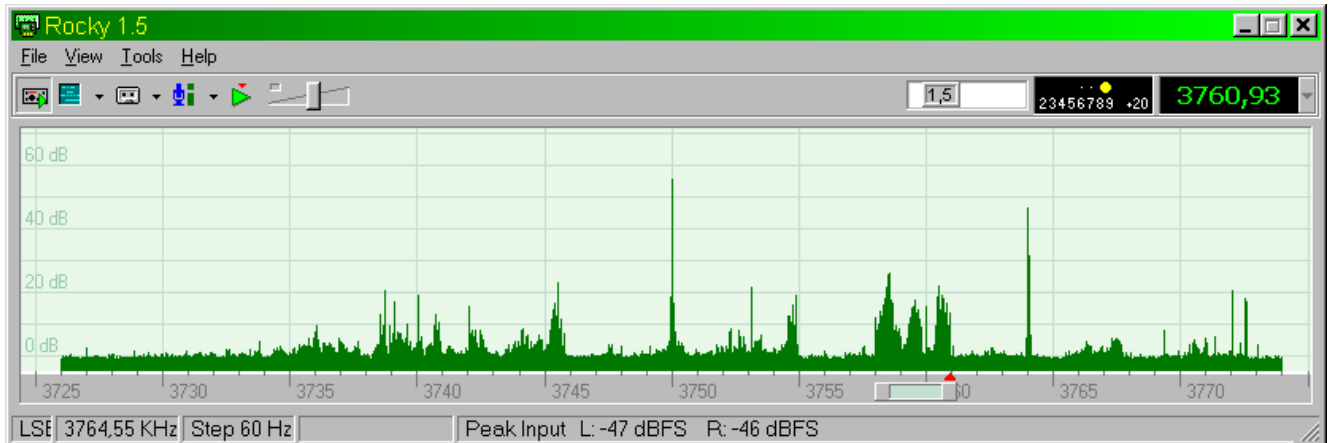


Bild 4: Bedienoberfläche von Rocky nach dem Decoder-Start (Empfang auf 3760,93 kHz).

Bevor der Empfänger mit der Stromversorgung und der Soundkarte verbunden wird, sind noch einige Vorbereitungen zu treffen. Damit es möglichst schnell geht und Sie sehen können, ob Ihre Aufbauaktion erfolgreich war, arbeiten Sie einfach die aufgelisteten Quickstart-Hinweise der Reihe nach ab:

1. Starte die Datei "RockySetup.exe". Die Installation läuft automatisch ab; die geforderten Angaben (Laufwerk, Pfad, ob Icon gewünscht etc.) trägt man wie üblich ein. Ist alles erledigt, sollte bereits die Bedienoberfläche von Rocky erscheinen (ähnlich Bild 4, nur Nullfrequenz, keine Afu-Signale); andernfalls wird das Programm über das Icon auf dem Desktop gestartet.
2. Über <View> und <Settings> kommt man in das vierseitige Setup-Menü. Im Feld "Audio" werden die Soundkartenkanäle für Input und Output angewählt. Ist nur eine Soundkarte installiert, ist keine Auswahl möglich. Bei 2 Soundkarten besteht die Möglichkeit, eine für den Input und die andere für das Ausgangssignal zu nutzen. An den Ausgang wird ein Kopfhörer oder eine Aktivbox angeschlossen. Die anderen Punkte läßt man zunächst so, wie sie vorgegeben sind.

Sehr wichtig ist, daß die Soundkarte zweikanalig und duplexfähig arbeitet, d.h. sie muß gleichzeitig Signale empfangen und ausgeben können. Probleme machen oftmals Soundkarten in Laptops, wenn zwar ein Stereo-Ausgang (Line-Out), aber nur ein monofoner Mikrofon-Eingang vorhanden ist. Der Empfänger wird deswegen trotzdem arbeiten, eine Frequenzabstimmung ist aber nur im Bereich der halben Samplingrate (24 kHz) möglich. Ausgehend von der Nullfrequenz (z.B. 3750 kHz) sind dann alle Signale doppelt vorhanden, man kann sie auf der einen Seite im unteren Seitenband und auf der Gegenseite im oberen Seitenband empfangen, der Sinn der IQ-Mischung geht verloren, weil die Software das unerwünschte Seitenband nicht nach der Phasemethode unterdrücken kann.

Um die Vorteile der IQ-Mischung überhaupt in einem solche Fall nutzen zu können, muß der Laptop mit einer ausgelagerten USB-Soundkarte ausgestattet werden. Die Zusatzkosten sind bei einer 16 bit/48 kHz-Karte auch bei schmaler Hobbykasse noch vertretbar. Wer etwas mehr ausgeben kann, sollte sich gleich für eine 24 bit/96 kHz USB-Karte entscheiden, man kann damit die volle Abstimmbreite von 96 kHz nutzen. Hinzu kommt, daß man bei einem Laptop im Vergleich zu dem sonst üblichen Home-PC wesentlich weniger hausgemachte Störsignale aus dem eigenen Shack bzw. Haushalt einfängt. Da auch Schaltnetzteile z.T. starke Störer sein können, sollte der Laptop in besonders kritischen Situationen mit (s)einem Akku betrieben werden.

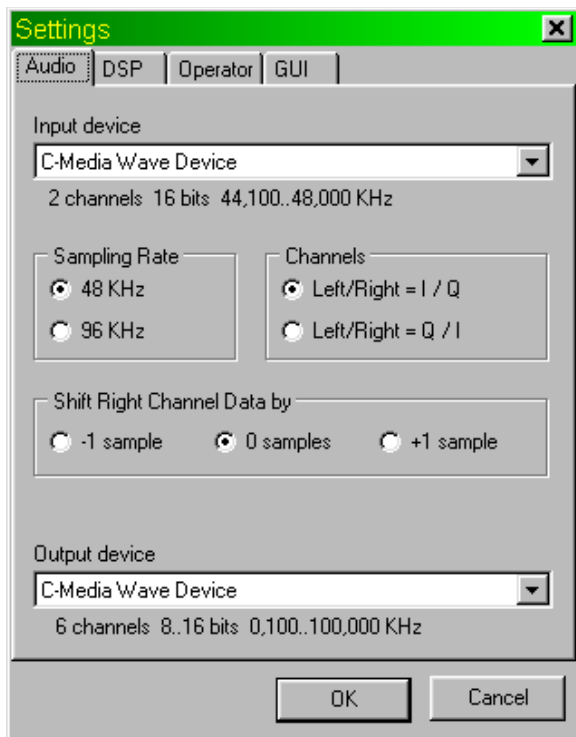


Bild 5: Das Setup-Menü "Audio".

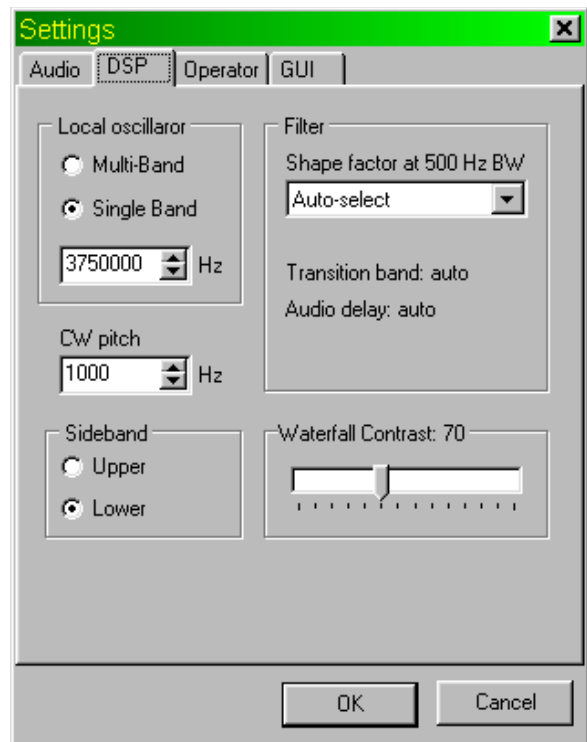


Bild 6: Die Menüseite DSP.

Auf der Menüseite "DSP" ist die genaue LO-Frequenz (in Hz) einzutragen. Wer keinen Frequenzzähler nutzen kann, teilt die Frequenz des Quarzoszillators durch vier und trägt das Ergebnis im Fenster links oben ein (Bild 6). Im Spektrum ist diese Frequenz dann genau in der Mitte zu sehen. Die jeweilige Empfangsfrequenz wird durch eine rote Marke (kleines Dreieck) gekennzeichnet, an dieser Stelle muß immer der (nicht sichtbare) unterdrückte Träger der Sendestation liegen. Die demodulierbaren Signale liegen bei der richtigen Einstellung links davon, weil unterhalb von 10 MHz die Empfehlung gilt, das untere Seitenband abzustrahlen (LSB). Stimmt die Seitenbandlage nicht, wird auf der Menükarte "Audio" bei Channels der Punkt bei Left/Right = Q / I gesetzt.

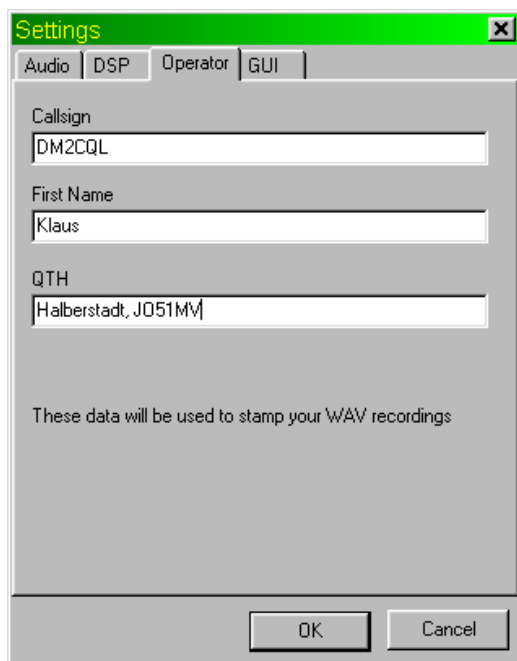


Bild 7: Die Menüseite für den Operator.



Bild 8: Die An- bzw. Abwahl des S-Meters.

Die wenigen Eintragungen in den beiden Menüfenstern "Operator" und "GUI" erklären sich selbst.

Change parameters = Parameter verändern

Die Feinabstimschrittweite (Step) ist über die Tasten Bild Auf/Ab in den Schritten 12 Hz, 60 Hz oder 300 Hz anzuwählen. Die Filterbandbreite (nur die obere Grenzfrequenz) ist über die Tasten Pos1/Ende_veränderbar. Mit der LMT kann die untere Grenzfrequenz von 150 bis 500 Hz und die obere von 1500 bis 2850 Hz verstellt werden.

◆ Tools / IQ-Balance

Infolge unvermeidbarer Toleranzen in den beiden Kanälen ist in der Praxis keine 100 %-tige Übereinstimmung der Parameter Phase und Gain (Verstärkung) möglich. Um trotzdem eine gute Seitenbandunterdrückung zu bekommen, erfolgt eine Korrektur per Software. In Abhängigkeit der Arbeitsfrequenz erstellt Rocky eine Tabelle mit Korrekturwerten, die für einen rechnerischen Ausgleich der o.g. Fehler sorgt. In den Bildern 10 und 11 habe ich die Korrekturwerte mit Hilfe eines HF-Generators erzeugt. Wird der betreffende Frequenzbereich langsam durchfahren entstehen Meßpunkte, die bei der graphischen Darstellung mit ± 1 %-Kondensatoren schön aufgereiht sind. Steht kein HF-Generator (Dipper, Antennenanalysator etc.) zur Verfügung, überläßt man die Korrektur einfach der Software, aus verschiedenen Empfangsfrequenzen entsteht nach und nach ebenfalls eine Korrekturkurve, sie sieht nur nicht so perfekt, wie in den Beispielbildern aus, auf die Funktion des Empfängers hat das aber keinen nachteiligen Einfluß. Wenn im Spektrum (Vergleich Bild 4) keine Spiegel-frequenzen auftauchen, ist alles in Ordnung.

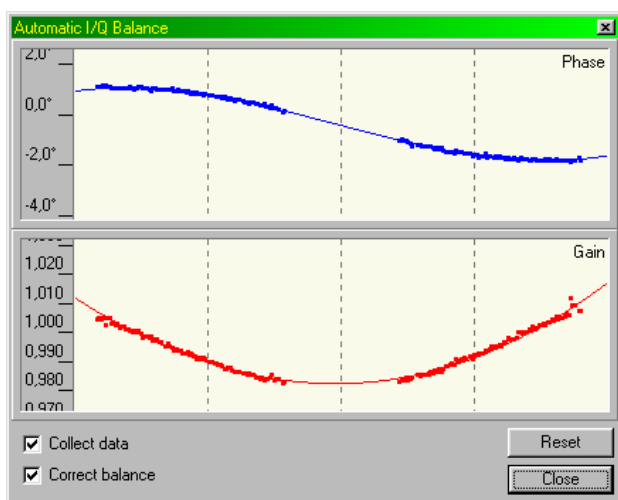


Bild 10: Diese Abgleichwerte bringen die 33 nF-Sampling-Cs (WIMA) ± 1 %.

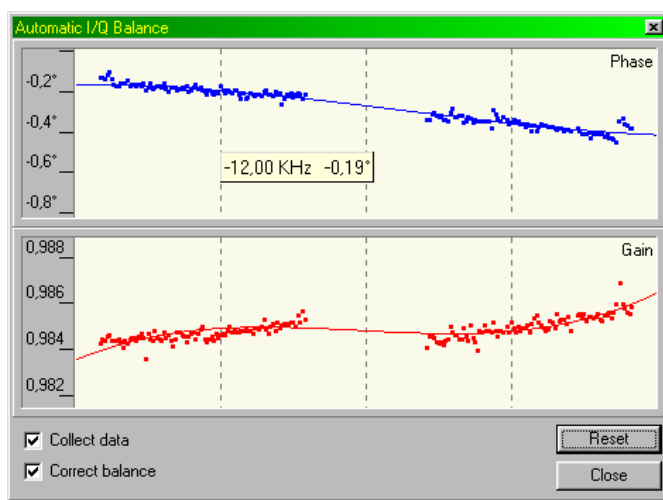


Bild 11: Mit 2,2 nF X7R-Sampling-Cs ± 1 % sind gute Abgleichwerte erzielbar.

Bei Schaltermischern kommt es neben dem Durchlaßwiderstand, der möglichst klein sein soll, darauf an, daß die Summe der Schaltzeiten für On und Off sehr viel kleiner als die Periodendauer der höchsten Frequenz sein muß. Schalter, die bei NF noch ausgezeichnet funktionieren, sind bei HF völlig ungeeignet. Das Problem einen Schalter zu finden, der alle guten Eigenschaften in sich vereinigt, liegt einfach darin, daß solche Typen nur im SMD-Gehäuse zu haben sind.

Da der vorliegende Bausatz keine SMD-Teile enthalten sollte, kommen nur wenige Schaltertypen in Frage. Der ausgewählte MAX 4544 enthält einen Umschalter und ermöglicht ein einfaches Layout. Die Schaltzeiten erlauben einen Einsatz bis maximal 10 MHz. Mit der in diesem Fall festgelegten Begrenzung auf das 80/40 m-Band sind brauchbare bis gute Eigenschaften zu erwarten. Wer über geeignete Meßmittel verfügt und seine Testergebnisse genau genug vergleichen kann, findet bei der Optimierung der Sampling-Kondensatoren und bei den Experimenten mit verschiedenen OPV-Typen (incl. ihrer Beschaltung) noch ein lohnendes Betätigungsfeld.

Gute Ergebnisse ergeben sich, wenn die Sampling-Cs relativ klein gewählt werden und die obere Grenzfrequenz der NF-Kanäle bezogen auf die eingesetzte Soundkarte im Gegenkopplungskanal der OPVs begrenzt wird. Es ergeben sich im IQ-Mischerbereich kleine Phasenfehler und der Einfluß der OPVs auf den Frequenz- und Phasengang wird minimiert. Diese Erfahrungswerte sind ganz besonders im 40 m-Band und bei 24 bit/96 kHz Soundkarten zu beachten.

Verschiedenes

◆ Welche Stromversorgung ?

Als Stromquelle eignet sich für den ersten Test durchaus eine 9V-Batterie (6LR61). Steckernetzteile und andere preiswerte Netzteile - vor allem, wenn sie unstabiliert arbeiten - sind ungeeignet. Selbst ein gutes stabilisiertes Netzteil kann ernsthafte Probleme durch Erdschleifenbildung machen, ich rate deshalb generell von Netzteilen ab. Bestens bewährt haben sich nachladbare Stromquellen; ob Sie NiCd-, NiMH- oder Bleigelakkus wählen ist, wenn die Vor- und Nachteile beachtet werden, lediglich eine rein persönliche Entscheidung.

◆ Die "richtige" Antenne !

Die alte These, daß eine gute Antenne der beste HF-Verstärker ist, hat sich weltweit herumgesprochen; bei einem PC-gestützten Empfänger kommt aber noch hinzu, daß auch die beste Außenantenne nicht sehr viel wert ist, wenn die Signale durch einen freien, un abgeschirmten Draht von außen bis in die Ecke des Shacks gebracht werden, wo die Empfangstechnik ihren Platz gefunden hat. Auf diesen wenigen Metern kommt zu der gewünschten Hochfrequenz der ganze elektronische Müll hinzu, der von den Haushaltgeräten erzeugt wird. An allererster Stelle steht der Computer mit seinem Zubehör, wie Tastatur, Monitor und Maus, dann reihen sich Leuchtstoffröhren, gedimmte Lampen, Kollektormotoren, Modems und schnurlose Telefone ein, . . . die Liste ist lang.

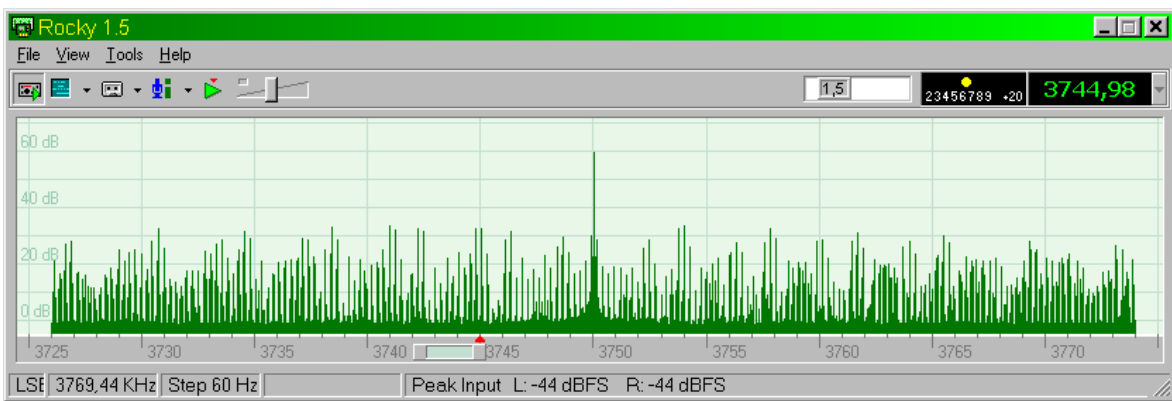


Bild 12: Solche Signale produziert der PC (Zimmerantennendraht liegt dicht neben der Tastatur).

Wir können keineswegs davon ausgehen, daß man die Signale der unerwünschten HF-Quellen nachträglich wieder entfernen kann, der Aufwand wäre enorm und praktisch nicht realisierbar. Es bleibt nur eine Lösung: Die Störsignale des nahen Umfeldes dürfen sich nicht mit den Nutzfrequenzen der Amateurfunkbänder zusammentun und in den Empfänger gelangen.

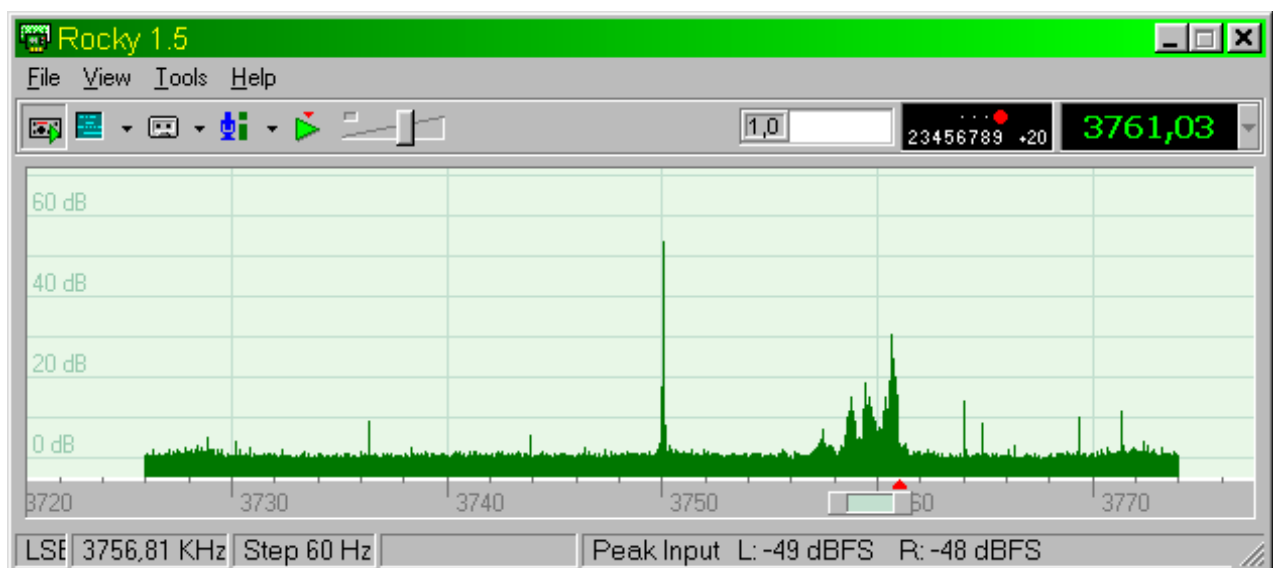


Bild 13: Auch das gibt es, . . . ein ruhiges 80 m-Band im August 2006 um 18:35 MESZ mit nur einer starken Fone-Station bei 3761 kHz.

Fazit: Bauen Sie sich eine Außenantenne auf dem Balkon oder auf dem Dachboden und leiten Sie die HF-Signale mit einem abgeschirmten Kabel bis zu ihrem Empfänger. Falls es aus Platzgründen kein Dipol sein kann, muß noch ein geeignetes Gegengewicht gefunden werden. Hierfür eignet sich z.B. das Balkongitter, eine Dachrinne oder/und ein Erdstab im Vorgarten. Bei der Heizungsanlage könnten sich dadurch Probleme einstellen, daß ab und zu die elektronische Zündung anspringt. Wer keinen Draht spannen kann, sollte es mit einer Magnetic-Loop versuchen, in einer meiner Wohnungen war es wegen Verweigerung einer Antennengenehmigung der einzige Weg, mit einer Magnetic-Loop auf dem Balkon erfolgreich (!) am Amateurfunkgeschehen teilzunehmen.

◆ Antennen-Anpassung und -Tuner

Behelfsantennen, gleich welcher Art, haben nur selten den Standard-Fußpunktwiderstand von 50 Ω. Wird am Drahtende ein abgeschirmtes 50 Ω-Kabel angeschlossen, geht durch Fehlanpassung viel von der Energie verloren, die von der Antenne bereits aufgefangen wurde. Wird dagegen ein Antennentuner zwischen der Antenne und dem Ableitkabel eingefügt, sorgt er dafür, daß die Verluste in vertretbaren Grenzen bleiben. Obwohl ein Tuner auch eine gewisse Selektion einbringt, kann er den weiter unten erwähnten Preselektor nicht voll ersetzen. Eine sehr einfache Anpaßschaltung für Behelfsantennen habe ich auf der Homepage von Volker, DH7UAF gefunden [18]. Mit dem dazugehörigen DOS-Programm "160mant.zip" ist die Berechnung schnell erledigt.

Natürlich kann die Spule auch auf einen Amidon-Ringkern gewickelt werden, das Übersetzungsverhältnis wird dann analog zur Zylinderspule ($n_{TX} : n_{ges} = 1:2,3$) ausgeführt. Am Anschluß "TX" wird in unserem Fall der Empfänger über ein 50 Ω-Kabel angeschlossen.

Beachte: Ein Antennentuner - egal welcher Art - gehört nicht neben den Empfänger oder in den Transceiver, sondern unmittelbar an die Antenne. Eine Ausnahme bildet nur eine symmetrische Speiseleitung (Hühnerleiter), die von der Antenne zum Tuner führt. Wenn trotzdem einige Transceiver einen internen Antennentuner besitzen, geht es in erster Linie um die SWR-Feinanpassung und den Schutz der Endstufe (Leistungsreduzierung bei Fehlanpassung).

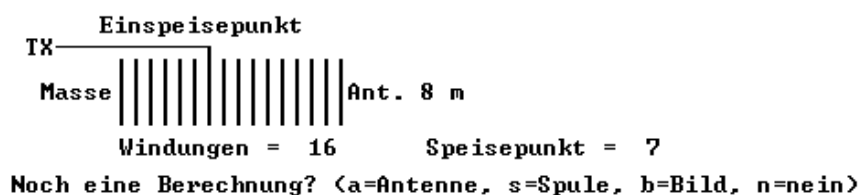
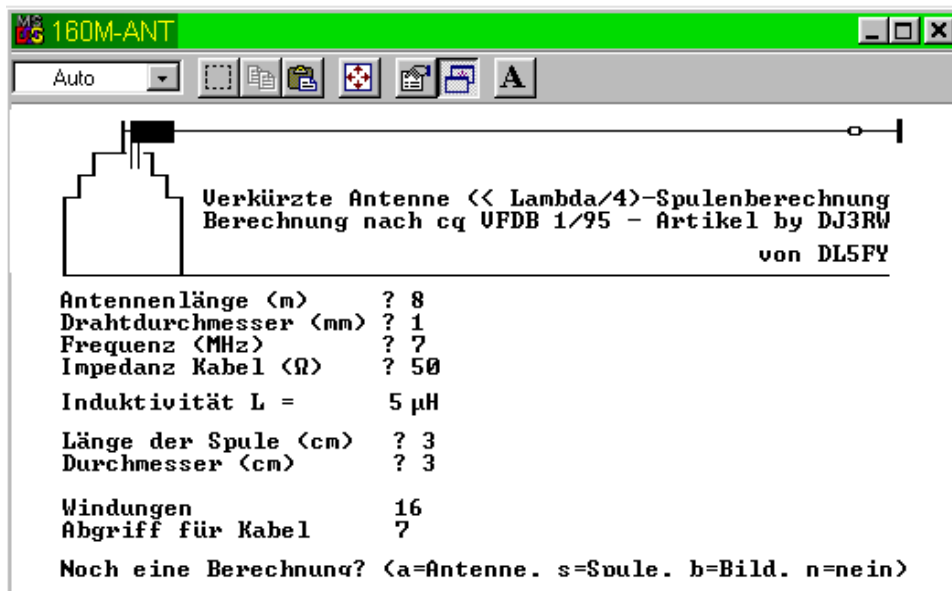


Bild 14: Berechnungsbeispiel für die Anpassungsspule einer 8 m langen 7 MHz-Antenne (SW-Grafik invertiert).

Eine durchaus brauchbare Lösung ist die Anbringung eines Tuners oder Impedanzwandlers an der Antenneneinführung im Shack (z.B. nahe dem Fenster), von dort führt dann ein Koaxkabel bis zum Empfänger. Für den Selbstbau sind das CLC-Glied [22] oder ein Transmatch zu empfehlen (Bild 15). Bu1 ist für den Anschluß des Koaxkabels zum Empfänger vorgesehen. An Buchse 2 kommt die Antenne und an Bu3 die Erde bzw. ein "Gegengewicht". An die Buchsen 4 und 5 führt eine symmetrische Speiseleitung; J1 ist in dem Fall zu schließen. L1 ist eine Rollspule oder eine Spule mit mehreren Anzapfungen, die mit einem Stufenschalter wählbar sind. Steht für den Transmatch kein Doppeldrehkondensator zur Verfügung, hilft ein Festkondensator mit $C2 = C1/2$. Einzelheiten sind [19] zu entnehmen.

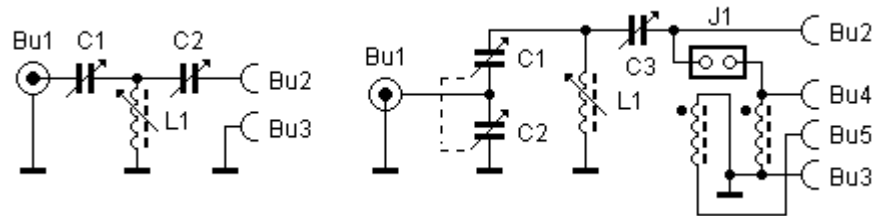


Bild 15: Schaltbilder für bewährte Eigenbau-Antennentuner, CLC-Glied und Transmatch.

Aufwendige kommerzielle Antennenanpaßgeräte sind nur dann zu empfehlen, wenn die Sendegenehmigung in Aussicht steht. Bei Automatiktunern ist zu beachten, daß sie für den Anpassungsvorgang ein Sendesignal von einigen Watt benötigen.

Eine weitere brauchbare Lösung ist der Fuchskreis [19], [03], weil bei diesem Prinzip rein theoretisch kein Gegengewicht benötigt wird. Die Fuchsentenne ist ein $\lambda/2$ -Dipol und strahlt mit der Gesamtlänge gegenphasig. Von Nachteil ist die große benötigte Antennenlänge im 80 m-Band; hier könnte man aber mit einer Verlängerungsspule in der Drahtmitte nachhelfen. Man bringt zuerst die Antenne allein in Resonanz (Dipmeter über die Mittelspule ankoppeln) und schließt danach den Auskoppelkreis hoher Güte an, der ebenfalls in Resonanz kommen muß. Wird die Fuchsentenne für das 80 m-Band dimensioniert, arbeitet sie auch auf 40 m, wenn lediglich der Auskoppelkreis auf etwa 7,05 MHz umgeschaltet wird. Bei richtiger Auslegung ist die Fuchsentenne eine ausgezeichnete Empfangsantenne; als Sendeantenne ist sie nur bei $P_{out} < 10$ W (Portabelbetrieb) zu empfehlen.

Auch der MTFT-Balun, der in Wirklichkeit ein UNUN ist, soll nicht vergessen werden; es muß ja nicht unbedingt die teure kommerzielle Ausführung [20] sein, die weit mehr als unser Testobjekt kostet; die Anleitung in [21] zeigt, wie ein solcher HF-Übertrager nach Spartrafoprinzip für ein paar Euro selbst zu bauen ist.

Bei Außenantennen kommt immer der Blitzschutz hinzu; wer hierbei Fehler macht, könnte es evtl. bitter bereuen, denn die Hausratversicherung haftet bei Blitzschäden in Zusammenhang mit Eigenbauantennen nicht.

Beachte: Newcomer sollten bei ungeklärten Antennenfragen einen erfahrenen OM konsultieren.

◆ Preselektoren

Der einzelne Schwingkreis in den IQ-SDR-Empfängern ist wirklich das Minimum, was man an Selektion für diesen einfachen Empfänger tun muß. In der Praxis wird man schnell feststellen, daß an dieser Stelle mehr getan werden sollte, vor allem im 40 m-Band ist das Spektrum in den Abendstunden stark überlastet. Zu den besten Entwicklungen dieser Art zählt der passive BCC-Kurzwellen-Preselektor von Thomas Molière, DL7AV der bereits 1997 in [11] vorgestellt wurde.

Das Prinzip ist einfach und äußerst wirkungsvoll: Die Antennenimpedanz von 50Ω wird von einem 1:3 Breitbandübertrager auf $5,5 \Omega$ transformiert, mit einem Serienkreis schmalbandig gemacht und dann durch einen zweiten Übertrager wieder auf 50Ω angehoben. Bild 16 zeigt eine vereinfachte Schaltung, die sogar für betreffenden Bänder (40/80 m) ohne Umschaltung ausreicht. Mit einer Spule ($L1 = 8,7 \mu\text{H}$) und einem kleinen Drehko ($C = 20 \dots 320 \text{ pF}$) wird etwa der Bereich von 12 bis 3 MHz erfaßt.

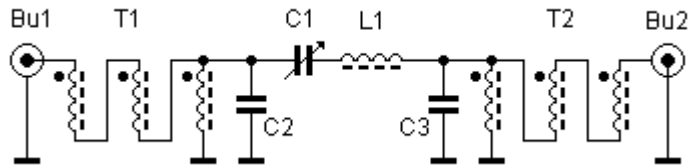


Bild 16. Das vereinfachte Schaltbild des BCC-Preselektors [11].

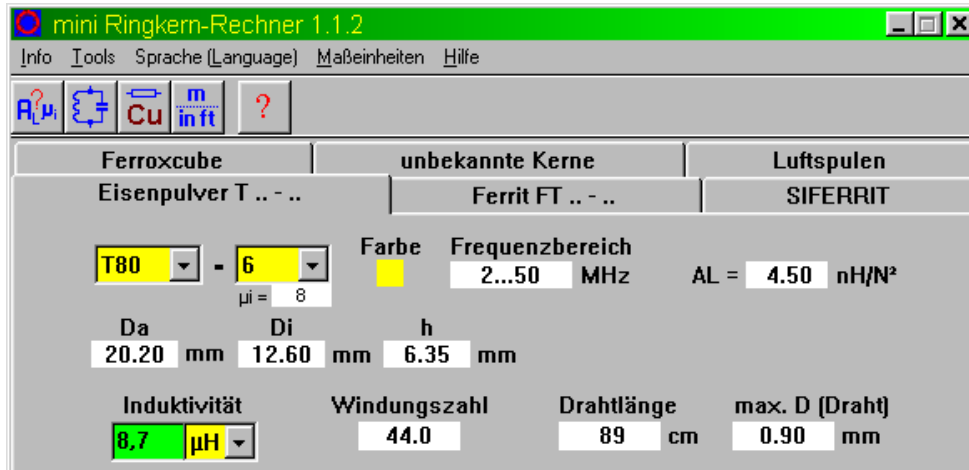


Bild 17: Berechnung der Windungszahlen für L1 im Bild 16.

Die Spulendaten für L1 liefert uns der bewährte Mini-Ringkern-Rechner von DL5SBW. Hier noch die Wickeldaten für die beiden Übertrager T1 und T2:

3 x 4 Windungen 0,5 bis 0,6 Cul werden trifilar auf einen Amidon-Ringkern Typ FT50-43 gewickelt.

Die Zusammenschaltung der Wicklungen muß unbedingt so erfolgen, daß insgesamt 12 Windungen herauskommen und die Anzapfung für den Serienkreis jeweils bei 4 Windungen liegt. Wird diese Forderung nicht exakt eingehalten, dämpft der Preselektor stark und die Abstimmung ist breitbandig. Weitere Einzelheiten - auch Bilder - sind dem Originalbeitrag [11] zu entnehmen.

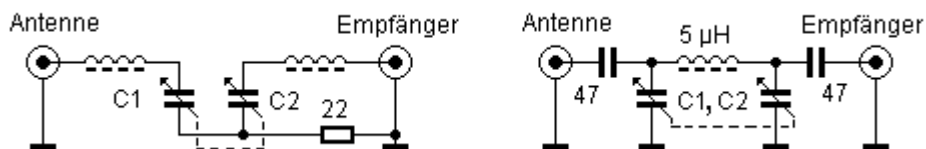


Bild 18: Einfache passive Preselektoren nach [17] und [10].

Wie es auch ohne Impedanzwandlung am Ein- und Ausgang geht, beschreibt Henno, DJ1FO in seinem Beitrag in [17], er hat zwei mit einem Mehrfachdrehko abgestimmte Serienresonanzkreise lediglich am kalten Ende der Drehkos über einen 22 Ω-Widerstand gekoppelt. Eine aktive Option mit einem S-FET-Verstärker ist bei seinem Konzept auch dabei. Wer keinen Preselektor hat, kann nach Bild 18 und einem kurzen Griff in die Bastelkiste schon die ersten Versuche damit machen. Bei der Spulberechnung hilft - ausgehend von den Drehko-Daten - auch hier wieder der Ringkernrechner.

Einfache breitbandige aktive Preselektoren sind nur bedingt zu empfehlen, weil sie zusammen mit dem Nutzsignal auch die Nachbarsignale und das Rauschen anheben. Sehr schmalbandig arbeiten solche Entwicklungen, die das Prinzip der Gütevervielfachung (Q-Multiplier) ausnutzen. Kurz vor dem Schwingeneinsatz wird die Bandbreite des vorgeschalteten Schwingkreises so schmal, daß fast nur noch das Nutzsignal hervorgehoben wird. Beispiele dieser Art mit Transistor- und FET-Bestückung sind in [15] und [16] zu finden.

Fazit:

Die Entscheidung darüber, wie hoch der Aufwand für die Antennenanpassung und eine zusätzliche Selektion getrieben werden muß, hängt vom Standort und den dortigen Empfangsbedingungen ab. Was in ländlichen Gegenden ohne Industrieanbindung noch gut funktioniert, ist womöglich in einer Großstadt völlig unzureichend.

Nach meinen Erfahrungen ist von den passiven Preselektoren der BCC-Preselektor die erste Wahl und wenn dieses Konzept in Extremfällen nicht ausreichen sollte, bleibt nur noch ein Preselektor nach dem Q-Multiplier-Prinzip übrig.

Für die Impedanzanpassung der Antenne reicht oft schon der Papprollen-Vorschlag in [18] aus, weit komfortabler sind allerdings 1:9 MTFT-Übertrager, die u.a. in [20] und [21] vorgestellt werden. In Fragen der Antennen und ihrer Anpassung gilt in ganz besonderem Maße der Grundsatz: "Amateurfunk ist Experimentalfunk".

◆ Erdschleifenbildung

Erdschleifenprobleme ergeben sich immer dann, wenn sich zwischen den einzelnen Erdpunkten ein Potentialunterschied ausbilden kann. Besonders kritisch erweisen sich dabei Hausinstallationen, die trotz Schukoanschluß an den Steckdosen nur zweipolig ausgeführt sind. Da der Null-Leiter dann gleichzeitig Schutzleiter sein muß, kommt es zwangsläufig zu nennenswerten Spannungsabfällen.

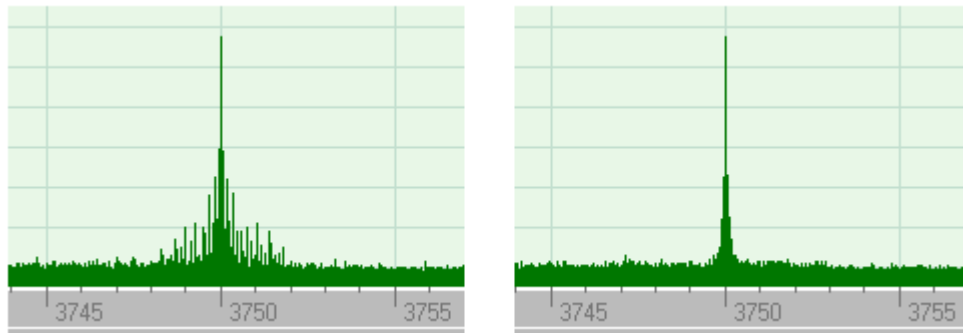


Bild 19: Darstellung der Nullfrequenz mit und ohne Erdschleifenprobleme.

Diese 50 Hz-Signale dringen in den Verstärkertrakt unserer Nutzsignale ein und beeinflussen nicht nur das Spektrum - wie Bild 19 zeigt - sondern z.T. auch die Verständlichkeit der Aussendungen. Es kommt nicht selten vor, daß die Pegelunterschiede im 2 Volt-AC-Bereich eines DVM angezeigt werden. In einem älteren Dorfnetz brannte zwischen meiner Antennen-Erde (Erdstab) und dem Null-Leiter des Netzes sogar ein kleines Glühlämpchen. Die Spannung wird mit zunehmenden Abstand zwischen dem Antennenerdpunkt und dem letzten Erdpunkt des Netzes größer; dabei spielen die Ströme in den Leitern die wichtigste Rolle.

Wer bei seinen Experimenten eine unsaubere Nullfrequenz feststellt, muß die Erdpunkte daraufhin untersuchen, ob eine Mehrfacherdung vorliegt. Da am Antenneneingang unseres Empfängers von Hause aus keine galvanische Trennung vorliegt, gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Einsatz eines symmetrischen Dipols (ohne Erdpunkt)
2. Verwendung eines Laptops möglichst mit Batteriebetrieb. Falls das zugehörige Netzteil einen Schutzkontakt hat und diesen bis zur Soundkartenerdung durchschleift, können ebenfalls Erdschleifen entstehen.
3. Wenn eine Lang- oder Kurzdrahtantenne mit separater Erdung verwendet wird, hilft ein 1:1 HF-Übertrager mit galvanisch getrennten Wicklungen am Antenneneingang.
4. Nutzung einer Magnetic-Loop oder Ferritantenne. Falls ein Vorverstärker nötig sein sollte, darf dieser nur mit einer galvanisch vom Netz getrennten Stromquelle versorgt werden.

◆ Die Spiegelfrequenzunterdrückung

Ein einfacher Test, ob die 90°-Phasenverschiebung stimmt und die Spiegelfrequenzunterdrückung in Ordnung ist, kann mit einem Software-Zweikanaloszilloskop und einem HF-Generator durchgeführt werden. Wer keinen HF-Generator besitzt, baut sich mit einem Transistor und einem passenden Einzelquarz einen gezogenen Quarzoszillator auf. Ein Ziehbereich von 3 bis 4 kHz ist auch bei einem 80 m-Quarz möglich. Beide NF-Kanäle werden wie sonst auch üblich mit dem stereofonen Line-In-Eingang der Soundkarte verbunden, statt Rocky wird nun die Oszilloskop-Software gestartet und an die einlaufenden Signale angepaßt. Wenn die beiden Empfängerkanäle exakt arbeiten, zeigen sich saubere Oszillogramme in Kreisform (Bild 20).

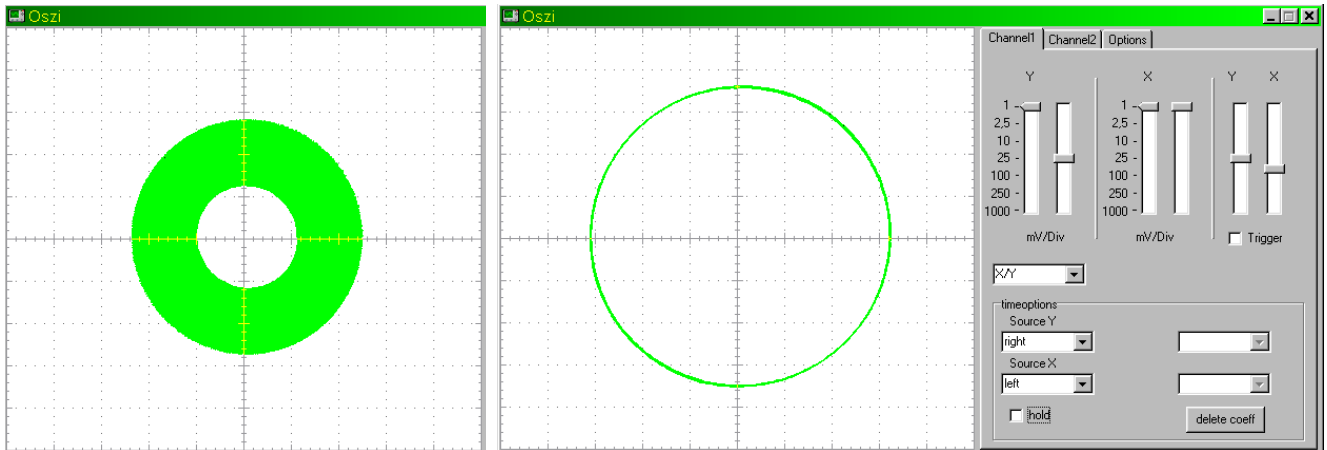


Bild 20: Das Trägersignal entspricht der Nullfrequenz (rechts) bzw. liegt 15 kHz darüber (links).

Obwohl beim angeschlossenen Empfänger noch keine Phasen- und Pegelkorrektur per Software erfolgen konnte (Rocky läuft nicht mit), werden bezogen auf den optischen Eindruck schon ziemlich gute Kreise abgebildet, die von einem Phasenversatz nahe 90° künden.

Das für diesen Test verwendete XY-Oszilloskop ist im Internet unter [28] zu finden; es ist sehr einfach zu bedienen und arbeitet - ebenso wie Rocky 1.5 - auch noch mit WIN98SE einwandfrei zusammen. Einen weitere Möglichkeit bietet das WaveTool Sonic Spot [24], auch mit diesem Softwarepaket ist der Phasenschiebertest möglich, wie Bild 21 zeigt.

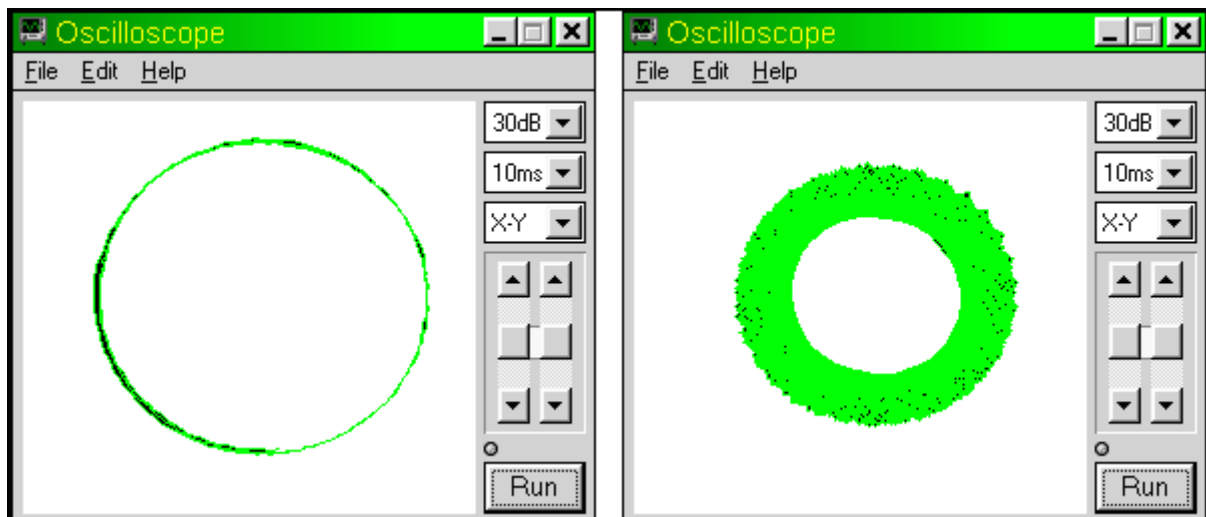


Bild 21: Test des Phasenschiebers mit dem XY-Oszilloskop aus dem WavTool Sonic Spot.

Auch das bekannte WINDOWS-Oszilloskop in der Version 2.51 von Konstantin Zeldovich [27], [28] liefert brauchbare Ergebnisse (Bild 22), wenn der WINDOWS-Pegelsteller für Line-In weit genug aufgezogen wird. Dr. Bodo Scholz, DJ9CS hat bei seinen Untersuchungen zu den SoftRock-Empfängern das komfortable Zeitnitz-Oszilloskop eingesetzt, es erfordert WIN XP oder WIN 2000 [25], [26]. Ein Vergleich seiner Schirmbilder mit diesen Untersuchungen zeigt, daß man auch sehr gut mit den einfacheren Oszilloskop-Varianten arbeiten kann, die Ergebnisse sind nahezu identisch.

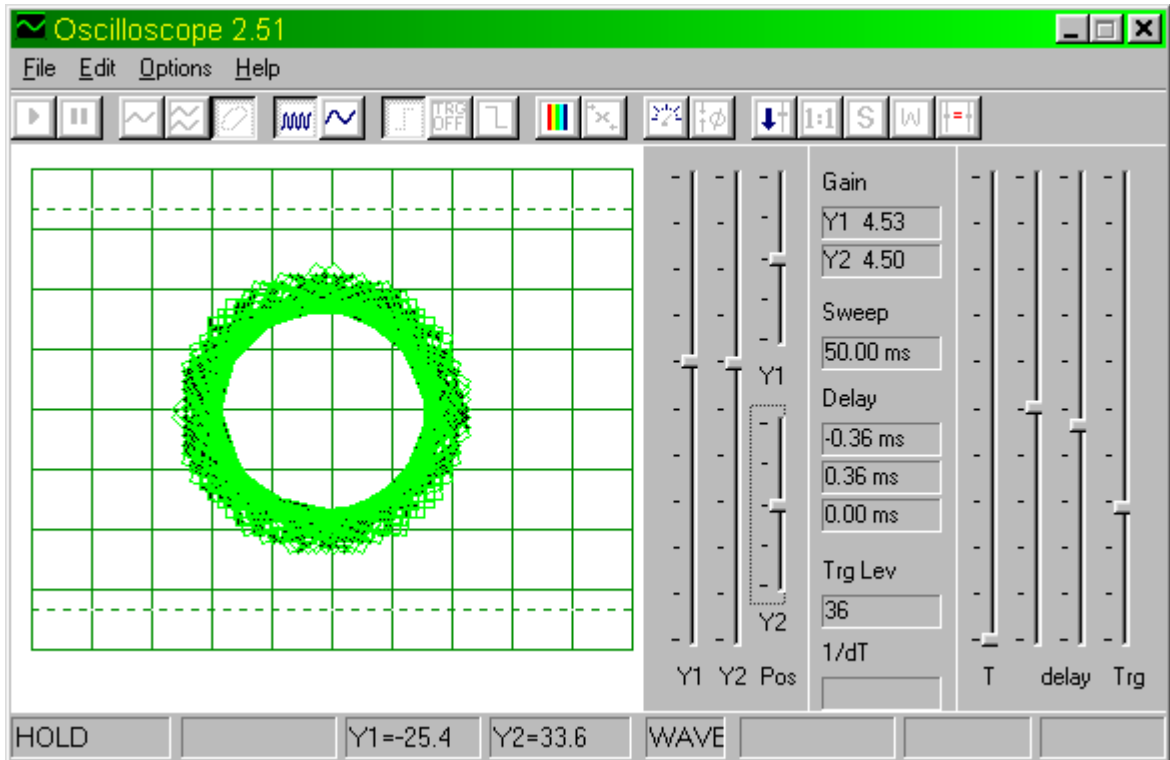


Bild 22: Ein Phasenschiebertest mit dem Zeldovich-Oszilloskop.

Mit Hilfe der Rocky-Software erkennt man die korrekte Funktion des Empfängers daran, daß die Nullfrequenz in der Spektrum-Mitte liegt und die Nutzfrequenzen im gesamten Spektrum nur einfach auftauchen (siehe Bild 4 und 13). Sind die Signale bezogen auf die Nullfrequenz gespiegelt, also doppelt vorhanden, arbeitet nur einer der beiden Audiokanäle und die Abstimbreite ist halbiert (fsample /2) Hierfür gibt es mehrere Ursachen:

1. Die Soundkarte ist nur für Monobetrieb ausgelegt.
2. Die Stereo-Soundkarte ist schon älter und nicht duplexfähig.
3. Der Empfänger liefert wegen eines defekten Kabels nur ein Signal zur Soundkarte.
4. Ein Empfängerkanal ist defekt.
5. Die SDR-Software ist falsch konfiguriert.

An Hand der Hinweise für die Inbetriebnahme und Fehlersuche sollte es für jeden Nachnutzer des SDR-Konzeptes nun kein Problem mehr sein, den Empfänger zu der gewünschten Betriebsweise mit guter Spiegelfrequenzunterdrückung zu bringen.

◆ Besonderheiten im 80/40 m- Band

80 m-Band:

Während der Tagesstunden lassen sich nur geringe Entfernungen überbrücken, weil die Signale von der D-Schicht absorbiert werden. Im Winter sind die Tagesreichweiten größer als im Sommer, man kann ca. 400 km ansetzen. Mit dem Abbau der D-Schicht nach Sonnenuntergang wird die Dämpfung geringer und die Reichweiten steigen schrittweise an. Falls es die atmosphärischen Störpegel zulassen, können während der Nachtstunden auch Entfernungen > 1000 km überbrückt werden. In den Wintermonaten, besonders zu Zeiten des Sonnenfleckensminimums, ist bis in die Morgendämmerung hinein interkontinentaler Funkverkehr möglich. Europastationen stören dann evtl. nur innerhalb ihrer Bodenreichweite.

40 m-Band:

Im 40 m-Band ist die Dämpfung durch die D-Schicht am Tage ebenfalls ziemlich stark; trotzdem sind bei guten Bedingungen Tagesreichweiten von 1000 bis 2000 km möglich. Die tote Zone liegt am Tage bei etwa 100 km. Zu Zeiten des Sonnenfleckensminimums bestehen schon am Spätnachmittag interkontinentale Verbindungsmöglichkeiten. Etwa um Mitternacht liegt Europa voll in der toten Zone, dann sind Funkverbindungen mit anderen Kontinenten erfolgreich. Die größten Reichweiten ergeben sich, wenn der gesamte Ausbreitungspfad in der Dunkelzone liegt. Ein ernsthaftes Problem auf diesem Band bilden die kommerziellen Stationen, die sich innerhalb des Bandes und in unmittelbarer Nachbarschaft tummeln. Eine gute Vorselektion und evtl. ein Dämpfungsglied können dabei sehr hilfreich sein.

◆ Rocky-Testlauf mit WAV-Dateien

Oftmals ist der Empfänger gerade zu einer Zeit fertig geworden, wo kaum Amateurfunkstationen zu empfangen sind oder wenn starke örtliche Störungen bzw. Gewitter den Empfang verderben. Einen Teil der Zeit, bis wieder Aktivität auf den Bändern einsetzt, kann für die Einarbeitung in die SDR-Software "Rocky 1.5" genutzt werden. Auf einer CDROM die bei mir per E-Mail zum Selbstkostenpreis angefordert werden kann, befinden sich einige wav-Dateien, die ich mit dem Rocky-Recorder aufgenommen habe.

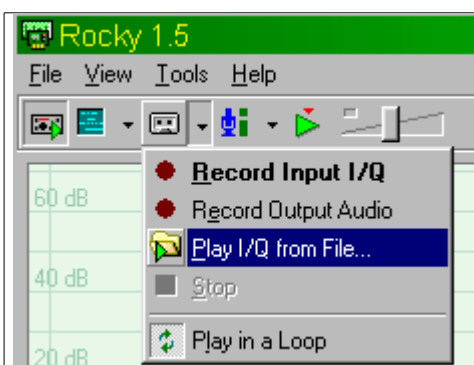


Bild 23: Wav-Datei abspielen

Im Bild 23 ist gezeigt, welche Vorbereitungen zu treffen sind, um eine bereits vorhandene wav-Datei anzuwählen. Nach dem Mausklick auf die Zeile "Play from I/Q File..." öffnet sich ein neues Fenster (Bild 24), in dem sich die wav-Dateien befinden.

Sind diese Dateien anderswo abgelagert, wird das zuständige Laufwerk und Verzeichnis aufgesucht und eine der Dateien ausgewählt. Ist das erfolgt, ist das "bewegte" Spektrum sofort im Rockyfenster zu sehen. Man sucht eine aktive Station aus und kann nach der Abstimmung die Informationen mithören.

Die Marke bei "Play in a Loop" sorgt für eine Endlosschleife.

Ohne daß ein Empfänger Signale in die Soundkarte einspeist, kann man den Umgang mit dem Decoderprogramm üben und vorab schon mal eine bzw. mehrere Stationen mitlesen. Später, wenn der eigene Empfänger Signale liefert, lassen sich mit dem Recorder auf Wunsch besonders interessante QSOs aufnehmen und ebenfalls als wav-Datei abspeichern.

Bemerkenswert ist dabei die Tatsache, daß nicht etwa nur ein einzelnes QSO wie ein Telefongespräch festgehalten wird, sondern der Recorder nimmt gleich das Geschehen im gesamten Audiospektrum mit einer Breite von 48 kHz auf und generiert daraus eine Wav-Datei für die spätere Nutzung.

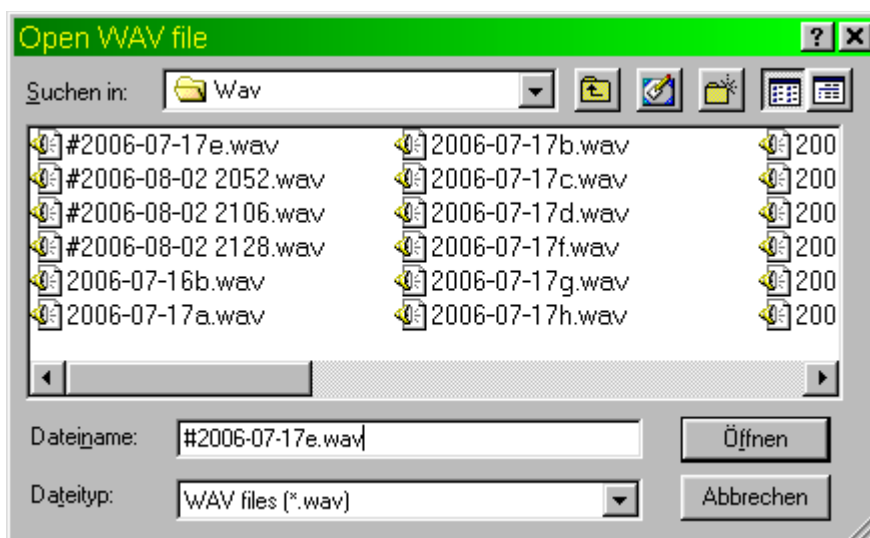


Bild 24: Mit der Recorder-Option von Rocky gespeicherte wav-Dateien.

◆ Einfluß der Soundkarten

Falls die Empfangsergebnisse nicht mit den Erwartungen übereinstimmen, liegt es nicht generell am SDR-Grundkonzept, einen großen Einfluß hat die Qualität der verwendeten Soundkarte. Bild 25 zeigt das Rauschverhalten verschiedener Karten, . . . die Kurven sprechen eindeutig für sich.

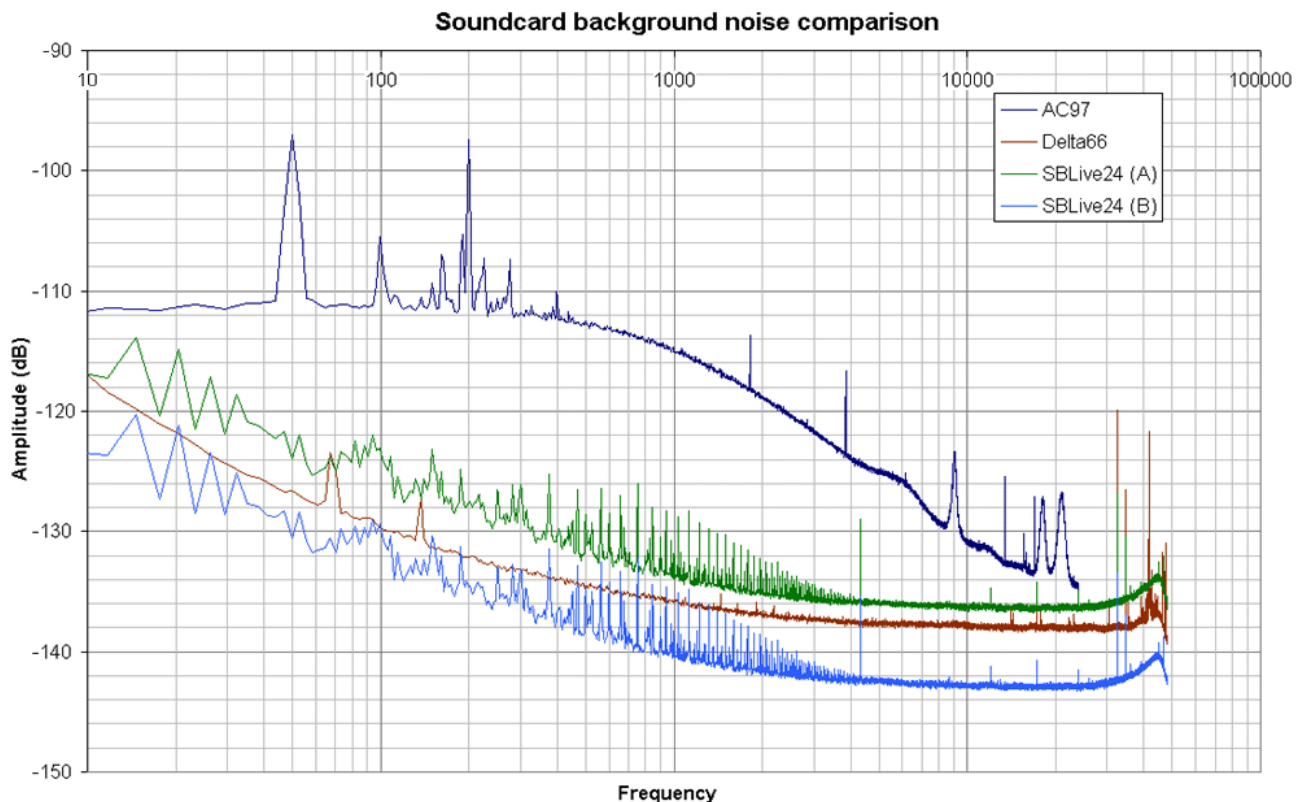


Bild 25: Das Rauschverhalten verschiedenen Soundkarten nach [23].

◆ Programmierbarer Quarzgenerator von AK Modul-Bus

Für den schon seit längerer Zeit lieferbaren Taktgenerator CLKGEN [04], der Frequenzen von 1 bis 100 MHz erzeugen kann, hat Burkhard Kainka eine Variante der Software jetzt so angepaßt, daß sofort die durch 4 geteilte Clockfrequenz angezeigt wird. Erzeugt wird nach wie vor die hohe Frequenz, es entfällt lediglich die umständliche Umrechnung bei Anwendung eines digitalen Phasenschiebers, der die Eingangsfrequenz zwangsweise durch 4 teilt.

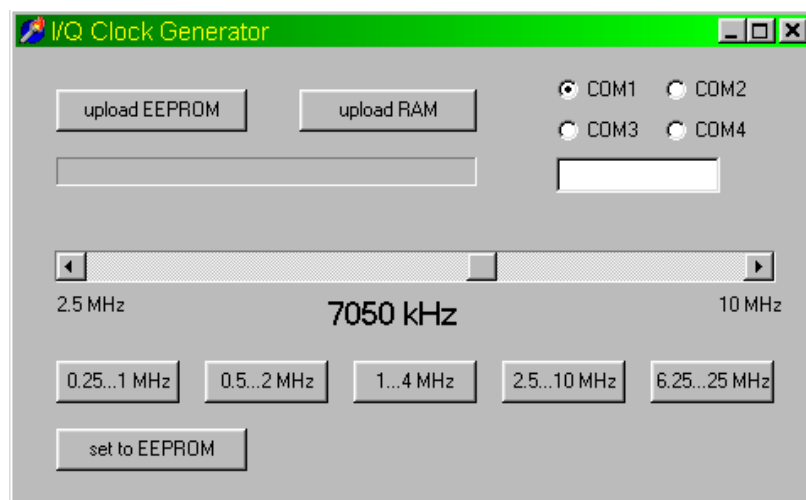


Bild 26: Die Bedienoberfläche des I/Q-Clockgenerators.

◆ Literaturhinweise:

- [01] Dr. Scholz, B., DJ9CS: SoftRock-Einstiegsplattform für softwaredefiniertes Radio. FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 6, S. 665-668; H. 7, S. 792-795 nebst der dort genannten Lit.-Stellen.
- [02] <http://www.nitehawk.com/rasmit/kairozu.pdf>
- [03] QRPproject, Selbstbau Welt bei Peter, DL2FI und Nikolai, DL7NIK.
<http://www.qrpproject.de/bastelschule.htm>
- [04] AK MODUL-BUS Computer GmbH, <http://www.ak-modul-bus.de/stat/baugruppen.html>
I/Q-Clockgenerator: <http://www.elexs.de/iq1.htm>
- [05] Raban, K., DG2XK: Leiterplattenentwürfe im Eiltempo mit Sprint-Layout 3.0, FUNKAMATEUR 51 (2002), H. 4, S. 370-371
- [06] Perner, Max, DM2AUO: Identifizierung keramischer Kondensatoren, FUNKAMATEUR 48 (1999), H. 5, S. 553.
- [07] Dr. Hegewald, Werner, DL2RD: Die Wahrheit über Kondensatoren, FUNKAMATEUR 50 (2001) H. 10, S.1157
- [08] <http://digilander.libero.it/i2phd/sdradio/>
- [09] <http://www.dxatlas.com/Rocky/>
- [10] Raban, K., DM2CQL und Richter, G., DL7LA: Experimentalvarianten für SDR auf 80, 49 und 40 m, FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 8, S. 920-922
- [11] Molière, T., DL7AV: Der BCC-Kurzwellen-Preselektor, FUNKAMATEUR 47 (1979) H.1, S. 76-77
- [12] Raban, K., DM2CQL: Einfacher PSK31-Empfänger für das 80 m oder 40 m-Band, FUNKAMATEUR 53 (2004) H. 3, S. 281-283
- [13] Datenblatt MAX4544: FUNKAMATEUR-Bauelementeinformation, FUNKAMATEUR 53 (2004) H. 3, S. 267-268
- [14] Dr. Meyer, M., HB9BGV: SDR-1000: Eine neue Ära im Amateurfunk ist eingeläutet" (1), FUNKAMATEUR 53 (2004) H. 5, S. 454-457
- [15] Sichla, F., DL7VFS: KW-Preselektor mit elektronischer Güteerhöhung, FUNK, H. 5, 1997
- [16] Wetzel, R., DK2AG: Aktiver Preselektor für 40 m Q-Multiplier machts möglich. FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 9, S. 1042
- [17] Schotten, H., DJ1FO: Ein interessanter Preselector. CQ-DL H. 4-1999, S. 309
- [18] Homepage von Volker Lange-Janson, DH7UAF:
<http://www.janson-soft.de/seminare/dh7uaf/index.html>
<http://www.janson-soft.de/seminare/dh7uaf/ant.htm>
- [19] Rothammel, K., Y21BK, alle Auflagen ab 1984
- [20] MTFT Magnetic Balun. http://www.wimo.de/framesetp_d.html
- [21] http://www.oe5.oevsv.at/basteln_js/antennen.htm (Beitrag von OE3MZC)
- [22] Steyer, M., DK7ZB: Selbstbau eines Mini-Antennentuners. FUNKAMATEUR 44 (1995) H. 11, S. 1213-1215
- [23] <http://www.m0kgk.co.uk/sdr/soundcards.php>
- [24] <http://www.sonicspot.com/wavetools/wavetools.html>
- [25] <http://dj9cs.raisdorf.net/SDR-SoftRock-00.html>
- [26] http://www.zeitnitz.de/Christian/Scope/scope_121_ger.zip
- [27] <http://www.microsysteme.de/osci/oszilloskop.htm> (Version 2.51 Freeware)
<http://www.zelscope.com/> (14 Tage Testversion, danach kostenpflichtig)
- [28] <http://www.bbs1-kl.de/index.php?id=693>
- [29] Hegewald, W., DL2RD: Software für Funkamateure (2), BOX 73 Amateurfunkservice GmbH 2006, Kapitel Testen und Messen mit der Soundkarte.