

Ein Abenteuer mit dem BC652A

Da hatte ich mir was vorgenommen! Bei Ebay sah ich dieses alte Militärgerät aus dem 2. Weltkrieg. Es war schon arg verbastelt. Aber ich hatte die Idee, den Dreifachdrehko für Experimente zu verwenden. Dann kam das Ding. Und das Gewicht war mörderisch schwer. An die 20 kg sind auf dem Basteltisch kaum zu bewegen. Es macht keine Freude, dieses Teil ständig umzudrehen oder zu kippen, um an Messpunkte heran zu kommen. Also entschloss ich mich, alle Röhren zu entfernen und auch die dazu gehörenden Schaltungsteile. Das war eine Arbeit, die sich über Stunden hinzog. Denn der Empfänger war „tropicalized“. Die Lötstellen waren mit Lack überzogen. Selbst mit über 400°C Löttemperatur ging da kaum was. Gut, dass ich einen guten Knipex hatte. Damit wurde die Verdrahtung aufgelöst. Die Schrauben im Zollgewinde waren manchmal nur in einer skurrilen Körperhaltung zugänglich. Leider sind in dem Teil selten Gewinde geschnitten. Also musste überall die Spitzzange her. Mit einem Schraubenschlüssel kam man an die Muttern nicht ran. Dafür war es meistens zu eng.



Wer weiß, wie schwer es ist, eine Mutter mit Zollgewinde an einer unzugänglichen Schraube aufzusetzen, wundert sich, dass die Amis tatsächlich mal auf den Mond kamen.



Die Mechanik des Radios

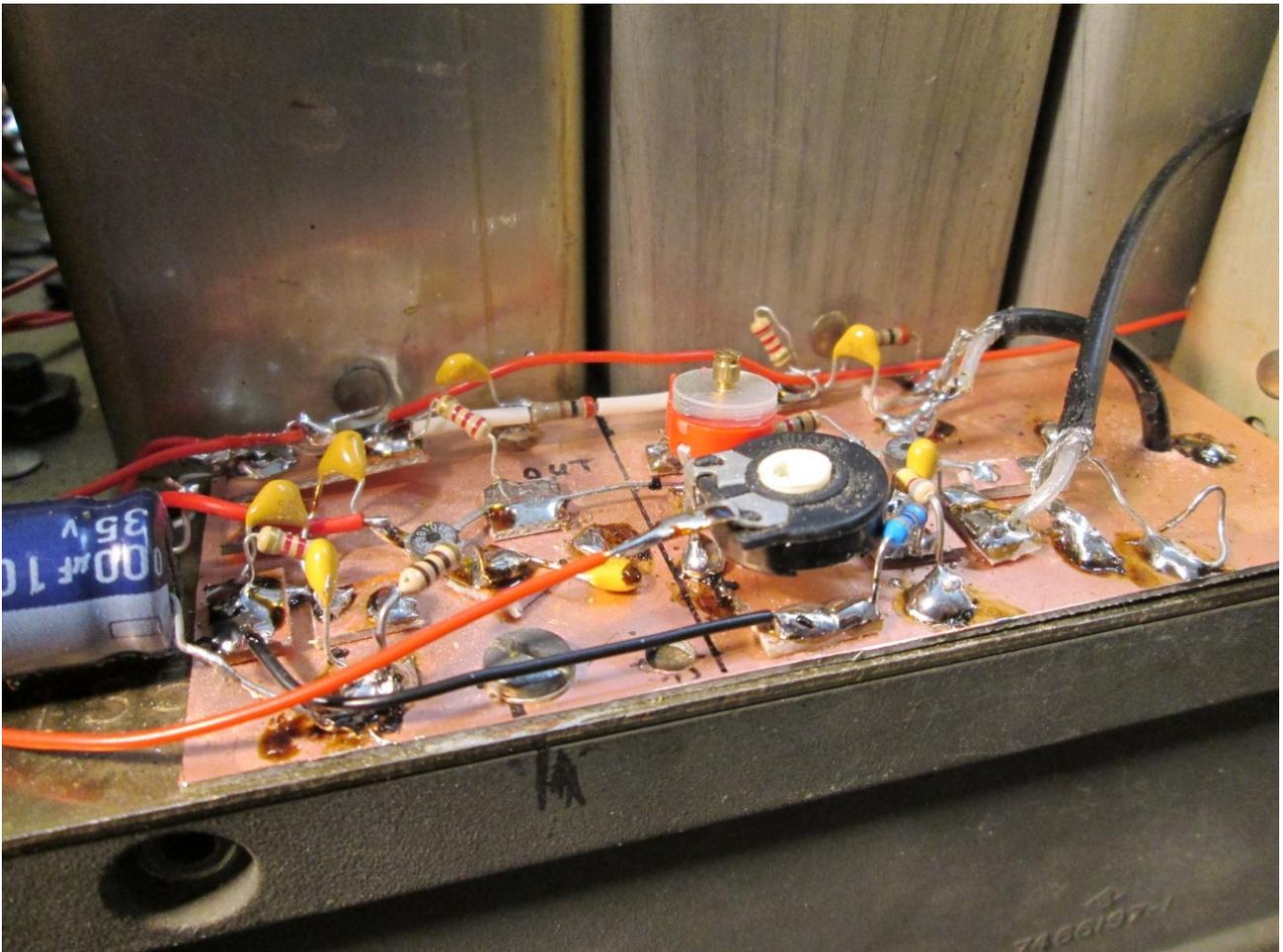
Dieser Empfänger ist so gebaut, dass man ihn ohne Bedenken aus dem ersten Stock werfen kann. Er würde keinen Schaden nehmen! Toll, dieses Stahlgussgestell, das schon allein für ein hohes Gewicht sorgt. Und der Drehko mit seinem Feintrieb. Verspannte Zahnräder und eine beleuchtete Skala hatten mich von Beginn an überzeugt. Hiermit kann man vielleicht einen Geradeausempfänger bauen. Ein Audion mit Rückkopplung. Und er hatte ja zwei abgestimmte Vorkreise. Damit sollte sich doch ein einigermaßen trennscharfes Radio für das 80m-Band basteln lassen. Jedenfalls ist die Mechanik hochwertig. Kann man kaum selbst herstellen. Da nahm ich dann doch das hohe Gewicht in

Kauf. Und die Kiste war ja nicht größer als ein Schuhkarton. Klar, etwas zu groß für heutige Ansprüche, aber noch zu tolerieren.



Historiker

Diese Kiste unter den Restauratoren mögen ja kein Ausschachten dieser historischen Geräte. Nur einen Tag lang verbrachte ich damit, dem Röhrengerät Töne zu entlocken. Ging aber nicht, fand den Fehler nicht. Und dann stand für mich fest: Es sollte denn doch ein Nachbau werden. Also das Empfangsprinzip als Superhet bleibt. Nur die Röhren mussten raus und durch Halbleiter ersetzt werden. Ich hatte ja schon positive Erfahrungen mit Dualgate-Mosfets und so kam mir der Gedanke, mit kleinen Platinen, die ich auf dem Tisch entwickeln wollte, den Umbau vorzunehmen.



HF-Teil

Ich fand in der Bastelkiste BF981. Diese Mosfets sind zwar auch schon historisch, aber andere hatte ich nicht. Und die zuvor verwendeten BF961 sind ja sehr ähnlich. Dennoch bestellte ich letztere nach. Und wenn es mit den BF981 nicht funktionieren sollte, dann eben der Wechsel auf die neuen Typen. Es ging aber erstaunlich schnell voran. Die beiden Vorstufenkreise rührte ich nicht an. Ich hatte sofort Empfang und die Resonanzen stimmten mit der Skala überein. Also Glück gehabt. Offenbar hatte niemand an den Bechern was verstellt.

Der Oszillator

Hier stieß ich auf Probleme. Die Schaltung mit einem BF981 wollte nicht schwingen. Nach Murphy:

Ein Verstärker schwingt immer, ein Oszillator nie.

Ich gab nicht auf. Baute eine Schaltung auf dem Basteltisch auf. Sie funktionierte. Also jetzt mal den Becher öffnen. Das war eigentlich nicht schwierig. Die Schaltstange des Umschalters für die beiden Frequenzbänder musste man herausziehen, dann ließ sich der Alu-Becher nach oben abziehen.

Nichts ging ja. Ich untersuchte den Wellenschalter. Die versilberten Kontaktringe waren mit einer dicken schwarzen Schicht belegt. Ich kratze vorsichtig daran und plötzlich zeigten sich Schwingungen auf dem Oszillografen. Band 1 war für das Mischen bereit. Aber Band 2 blieb unwillig. Leider musste ich deshalb nochmal alles zurückbauen. Und dann zeigte sich das Malheur: Da hatte jemand beim Abstimmen des Kreises zu fest auf den C-Trimmer gedrückt. Das drehbare Plattenpaket war an den Stator gekommen und verursachte einen Kurzschluss nach Masse. Der Trimmer war mechanisch kaputt und nicht mehr zu reparieren. Dieses Teil hat eine beachtliche Baugröße und sowas hat man nicht alle Tage im Fundus. Also musste ein anderer Trimmer her. Nicht so einfach, einen mit dem richtigen C-Wert zu finden. Ich klebte dann ein halb so großes Teil mit Sekundenkleber an und versteifte die Konstruktion mit dickem Draht (Installationsdraht), damit man nicht so leicht diesen Trimmer wieder wegdrücken konnte. Becher drauf, Schaltstange mühsam durch alle drei Schaltebenen eingeführt und Stromversorgung angeschlossen. Jetzt zeigte auch das Band 2 schöne Sinusschwellen auf dem Schirm.

Frequenzbereiche

Meine Schaltung als Ersatz für Röhren hat natürlich so ihre Tücken. Eine Röhre hat geringe Eigenkapazitäten und wie sich zeigte, sind die Veränderungen an den Schwingkreisen nur in sehr engen Grenzen möglich. Der Eisenkern in den Spulen bewirkt kaum eine erkennbare Frequenzänderung. Es sind halt hochwertige Luftspulen. Man war damals noch nicht soweit mit

den Pulverkernen und man wollte wohl auch, dass die Schwingkreise temperaturfest sind. Es sind hier Spulen auf getränkter Pappe gewickelt. Sehr stabile Konstruktionen und gepaart mit Glimmerkondensatoren enger Toleranz. Einmal abgestimmt, bleiben die Werte über lange Zeit verlässlich erhalten. So soll es ja bei Militärgeräten auch sein.

Die Oszillatorfrequenzen waren zu niedrig. Ich kam nicht auf die Sollwerte. Nachgedacht und dann doch noch drauf gekommen: Könnte es die hohe Eigenkapazität der Mosfet-Schaltung sein? Ich verringerte stufenweise den Koppelkondensator am Drain, der ja zuvor an der Anode war. Und nachdem ich bei dem geringen Wert von 50p war, ließen sich die Oszillatorfrequenzen in beiden Bändern am Anfang und Ende auf die Sollwerte einstellen.

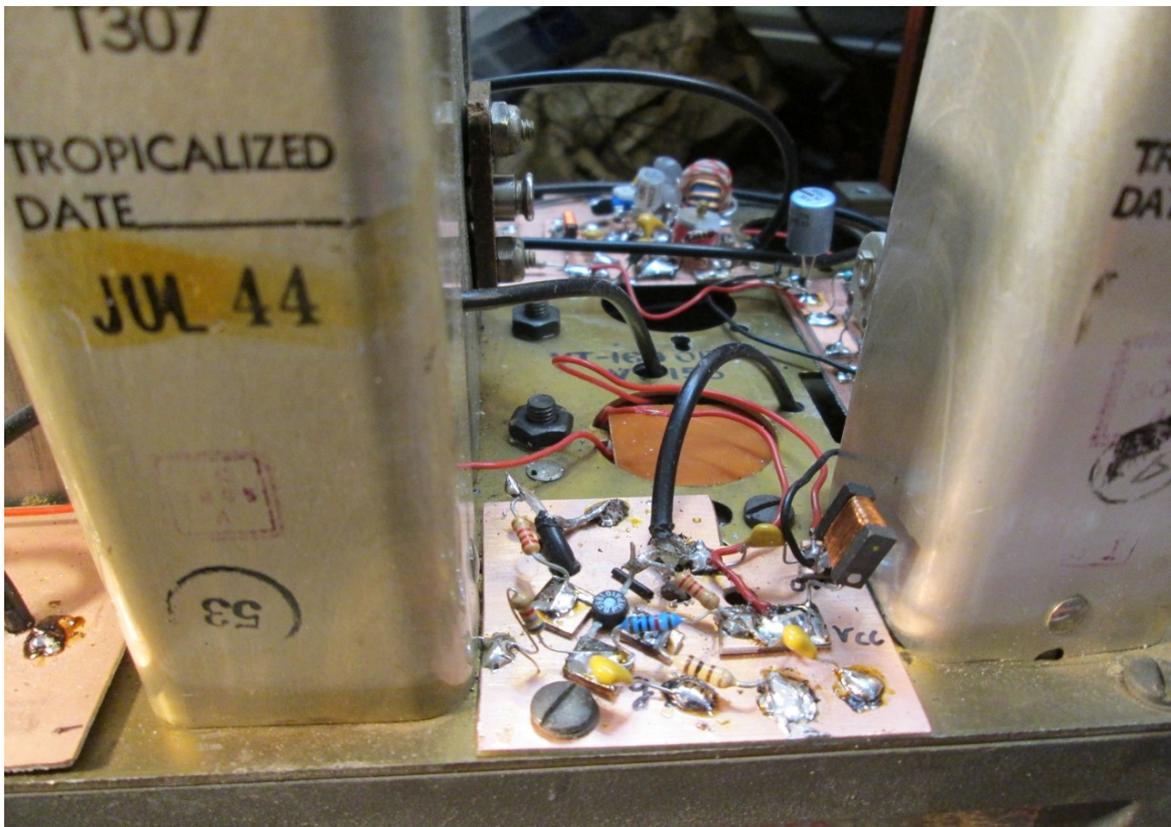
Zwischendurch ermittelte ich die Resonanzen der Zwischenfrequenzfilter. Sie standen auf 955 kHz. Nach der Beschreibung sollten sie 915 kHz haben. Da hatte mal wieder jemand daran gedreht. Mit dem Spektrumanalysator und seinem Mitlaufgenerator konnte ich die Filter prima abgleichen.



Hat man einmal nach den jeweils vorgegebenen zwei Abstimmpunkten alles korrekt eingestellt, stimmen die Oszillatorfrequenzen mit der Skala präzise überein. Es ist doch immer gut, sich an die Vorgaben der Entwickler zu halten und nicht selbst irgendwelche Änderungen am Konzept vorzunehmen.

ZF-Verstärker

...ein Verstärker schwingt immer! Und so kam es auch. Aber der Reihe nach. Zunächst tat sich mal nichts. Ich nahm den Alu-Becher vom ersten ZF-Filter. Die Amerikaner verstecken gern mal den Gitterableitwiderstand und den Anodenwiderstand darin. So war es auch. Der Anodenwiderstand sollte 2k2 sein, tatsächlich hatte er 5,8k. Solche von diesen Massewiderständen mit kolloidalem Material. Und der Gitterwiderstand hatte 58k statt



47k. Beide zwickte ich raus. Den 47k erneuerte ich, den 2k2 verbannte ich nach außen. So soll das auch sein, denn er ist der Arbeitswiderstand am Drain. Vielleicht machte ich hier einen Fehler. Denn nach dem Einbau des zweiten Filters sah ich wildes Schwingen auf dem Oszillografen. Erst nach dem Einfügen eines 1k vor dem Gate 1 war die Oszillation mit 140 MHz verschwunden. Dann aber kam der ganze ZF-Teil ins Schwingen. Natürlich auf der Zwischenfrequenz.

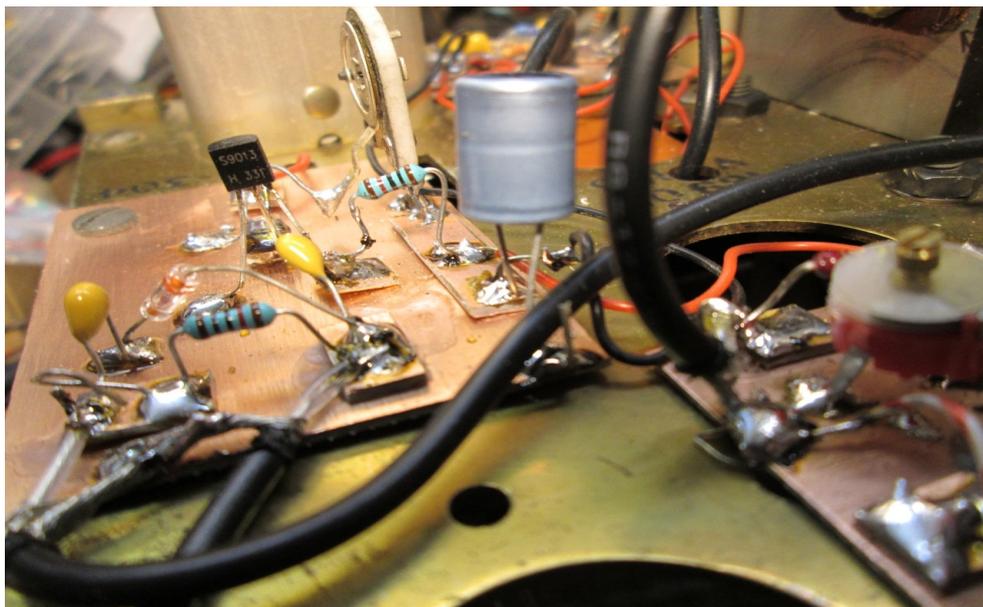


unten der Oszillator

Ich tauschte alle unabgeschirmten Leitungen gegen abgeschirmte aus. Half nur wenig. Dann stellte ich die Verstärkung auf den niedrigsten Wert. Danach war Ruhe. Und am Ausgang konnte ich bei einer Antennenspannung von 4mV fast 900 mVss ZF messen. Das sollte eigentlich für eine Demodulation mit einer Ge-Diode reichen. War aber kaum was zu hören. Ich stellte die Suche nach einem Fehler vorläufig ein. Zwei Tage hatte ich schon an dem Teil gearbeitet. Und inzwischen waren meine 4 Stck BF981 auch verbraucht. Mir tat alles weh vom ständigen Wenden des immer noch 10 kg schweren Gestells.

Erste Töne

Tja, da hatte ich den Blockkondensator am Gate 2 des Mosfets im ZF-Verstärker vergessen. Dieser Fehler war die Ursache aller Schwingungen. Nach dem Einbau lief der Verstärker wie erwartet. Allerdings musste ich die Primärwicklung am letzten Filter mit 2k2 dämpfen. Denn sonst war die Verstärkung denn doch zu hoch und es zeigte sich wieder eine Schwingneigung. Nun aber bastelte ich mal eben einen Transistorverstärker mit Demodulationsdiode am Ausgang. Die Verstärkung über alles war nun > 1000 . Damit konnte ich erste Rundfunksender empfangen.



AM-Demodulator

Zweiter Teil des Umbaus

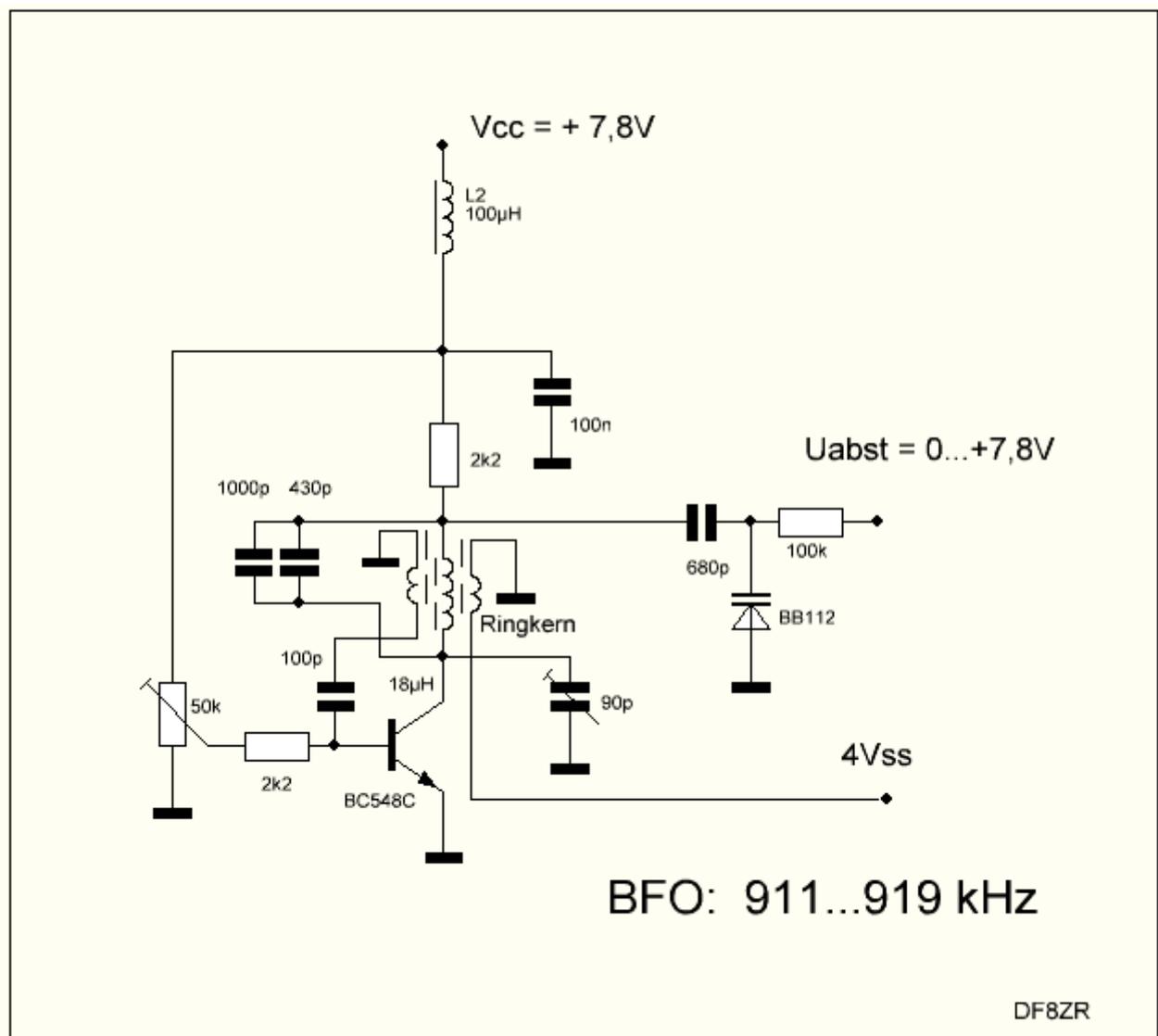
Was will ich? Einen Empfänger für das 80m-Band. Und dazu gehört ein SSB-Demodulator. Aber auch die Rundfunksender bei 6 MHz möchte ich hören. Dieses 2. Band für das 40m-Band zu erweitern, wäre technisch möglich. Doch dann müsste ich die Skala anpassen, was aber nicht so einfach ist. Ich will ja keinen perfekten Amateurfunkempfänger basteln. Mir genügt es nachzuweisen, wie man mit diesem alten Schrott durch einen Umbau für den Empfang nutzen kann. Der Antrieb für die Abstimmung und die beleuchtete Skala sind die Pluspunkte des Projektes.

Nun muss ich einen SSB-Detektor planen. Und vielleicht eine Umschaltung mit Relais, denn an der Frontplatte ist nur schwer etwas zu verändern oder nachzurüsten. Aber im oberen Teil der Front ist Platz für einen Lautsprecher und Potis und Schalter. Den werde ich nutzen.

Der BFO

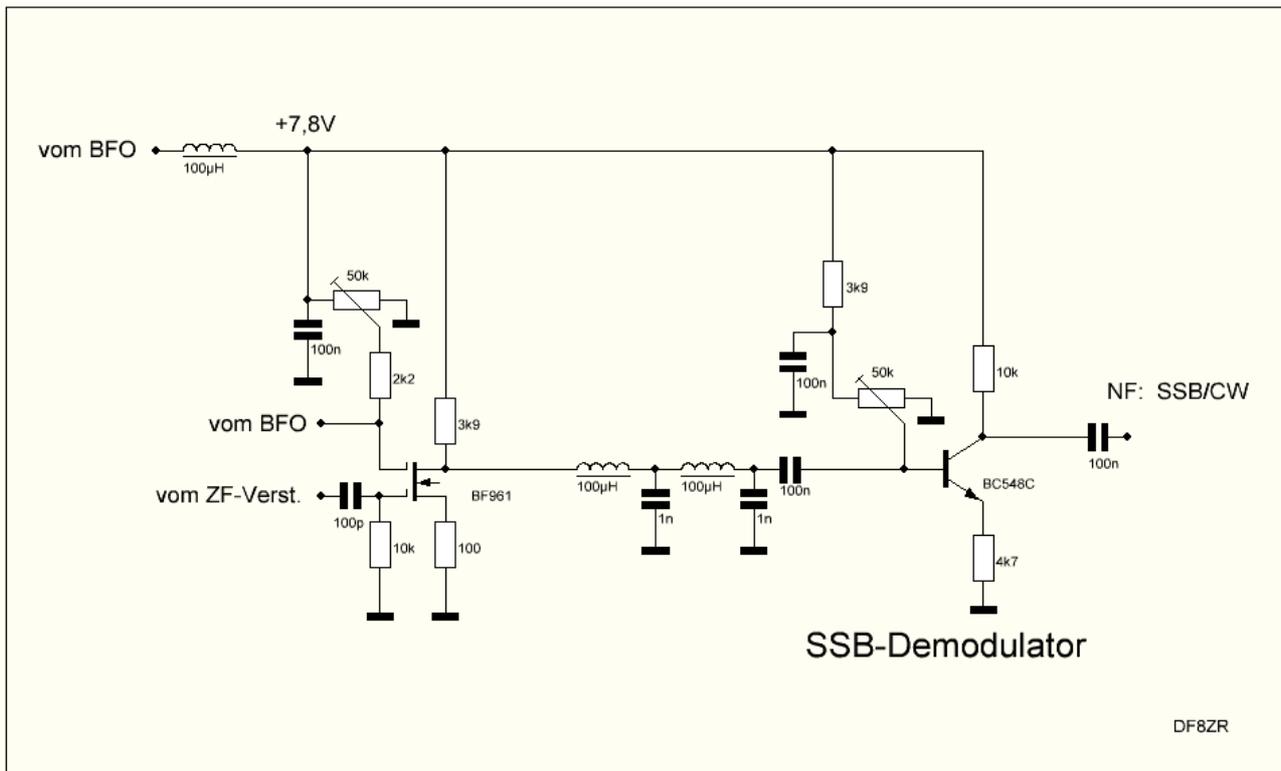


links der BFO, rechts der Produktdetektor



Man sieht einen Ferritringkern von ca. 15mm im Durchmesser, Farbe Blau. Es handelte sich um eine Drossel, die mit 1mm dickem CuL-Draht bewickelt war. Die zwei anderen Wicklungen machte ich mit isoliertem Schottdraht. Man muss hier experimentieren. Die Variation der C-Diode muss mindestens 200p betragen, denn sonst kann man nicht über +/- 5kHz abstimmen. Ich habe es mit drei Transistoren versucht((C+E) /B). Die Variation reichte nicht. Und leider ist die BB112 nicht leicht zu beschaffen, aber die bringt es. Ich kann von 910 kHz bis 920 kHz mit der Vcc über ein 10k-Poti abstimmen. Damit lassen sich LSB und USB(Volmet) hören.

Der SSB-Demodulator(Produkt-detektor)



Zunächst wollte der NF-Verstärker nicht richtig arbeiten. Ursächlich waren die verflixten gelben Keramikkondensatoren aus China. Diese Perlen, auf denen man die Beschriftung ohne Lupe nichts lesen kann. Und ich hatte schon vorsorglich ein Sortiment in einer Box gekauft, weil ich mir das mühsame Sortieren ersparen wollte. Aber heute muss man jedes Teil in die Hand nehmen und genau prüfen, bevor man es einbaut. Da waren 56p-Kondensatoren im Fach für die 100n. Das konnte ja nicht funktionieren! Jedenfalls bringt dieser Teil eine höhere NF-Spannung heraus als der AM-Demodulator. Leider aber auch mehr Rauschen. Doch da werde ich noch dran arbeiten.

Die Demodulation ist sehr sauber im Ton. Den BFO braucht man nicht zu verstellen, wenn man ihn einmal auf LSB eingestellt hat. Er läuft nicht weg. Das Mischprodukt hat einen geringen Pegel. Daher die Nachverstärkung mit dem Transistor. Die Trennschärfe des HF-Teils vom BC652A ist sehr gut. Benachbarte SSB-Stationen stören kaum. Mit Schwebungsnull lassen sich auch AM-

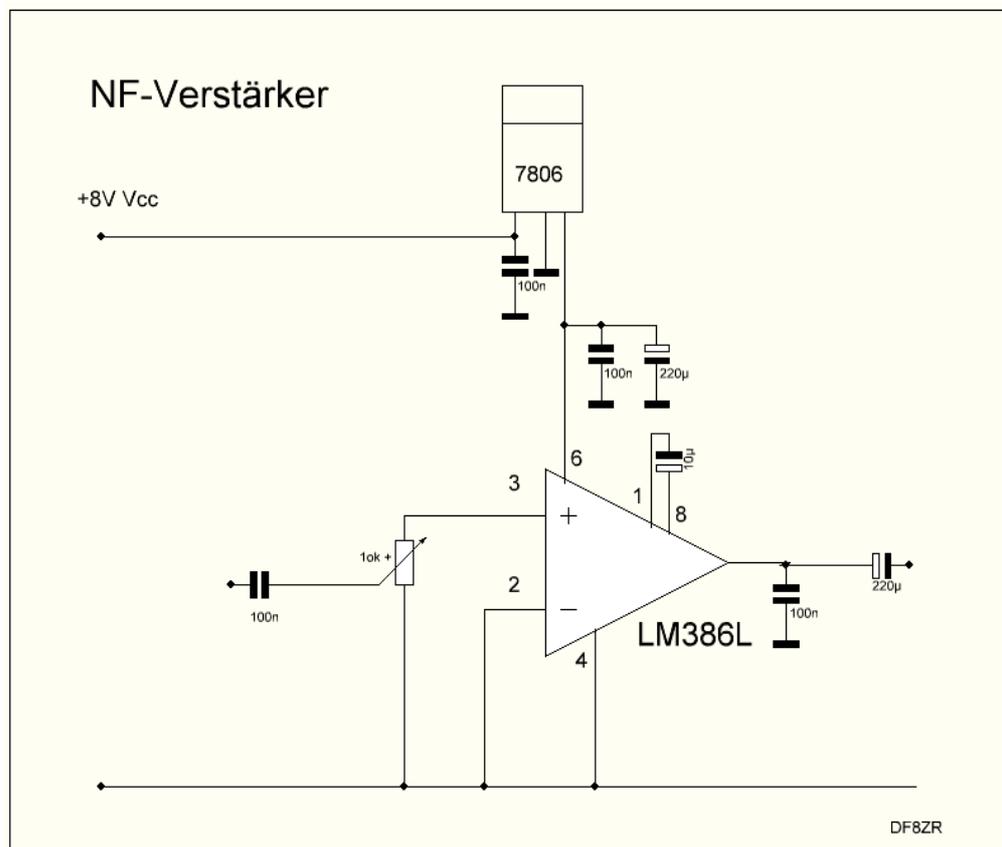
Sender ganz gut hören.

Am dritten Tag der Entwicklung konnte ich mit einer gewissen Zufriedenheit viele Amateurfunk-Gespräche auf dem 80m-Band mithören.

Regelung(AGC)

Starke Rundfunksender übersteuern den angeschlossenen NF-Leistungsverstärker. Es ist ein Laborgerät und er verträgt nicht mehr als 1 Vss. Da müsste unbedingt eine AGC her. Die ist leider nicht ohne Aufwand(OP-Verstärker) zu machen. Vielleicht entscheide ich mich für eine Handregelung. Ein 5k-Poti am Antenneneingang hat sich schon oft bewährt und ist die einfachste Lösung des Problems. Damit kann man auch die IM-Produkte vermeiden. Die Richtspannung meines primitiven AM-Detektors mit der Germanium-Diode könnte ich auf ein Zeigerinstrument geben. Mal sehen, ob dafür noch ein Platz an der Frontplatte ist.

N-Verstärker



Er ist ganz konventionell aufgebaut. Habe dem OP noch einen Spannungsstabilisator gegönnt, damit die NF gut auch von der Stromversorgung entkoppelt ist. Man könnte ihn auch mit +8V DC betreiben.

Und natürlich sind die Leitungen zum Eingang abgeschirmt. Es ergab sich jedoch insgesamt eine viel zu hohe NF-Verstärkung. Ab einem Drittel der Einstellung am Laustärkeregler traten Eigenschwingungen auf. Da aber die Ausgangsspannung vom SSB-Demodulator zu gering war, musst ich den Pegel anheben. Ich habe dann beim nachfolgenden Transistor nachträglich eine Gegenkopplung gemacht. Mit einem Emitterwiderstand von 4k7 verstärkte er nur noch um den Faktor 2...5. Danach kam dann der LM386 auch nicht mehr ins Schwingen, der Ton blieb unverzerrt.



Der LM386 hat eine sehr hohe Eigenverstärkung. Und seine Grenzfrequenz ist ebenfalls im HF-Bereich. Man muss abblocken. Damit geht man Problemen aus dem Weg. Die Ausgangsleistung ist aber gut. Jedenfalls besser als bei den Billigprodukten aus China, die mit ICs im Schaltbetrieb arbeiten.

Fazit

Es macht großen Spaß, mit dem alten Teil das 80m-Band abzuhören. Allerdings ist bei einer starken Belegung(QRM) der Empfang teilweise unerträglich. Da denn doch die ZF-Bandbreite zu groß ist und die Stationen von der Seite her einstreuen. Ein SSB-Filter für 915 kHz ist nicht zu beschaffen. Mit einer Frequenzumsetzung auf 455 kHz könnte man den Mangel beseitigen. Aber letztlich lohnt sich der Aufwand nicht. Ich wollte ja nur zeigen, was man mit den historischen Empfängern so alles machen kann. Jedenfalls ist die Abstimmung ein Vergnügen. Die Mechanik kann mich begeistern. Das alte Militärgerät habe ich mit Erfolg wieder zum Leben erweckt. Und bei ruhigem Band ist das Mithören ein Vergnügen. Mehr sollte ja auch nicht nachempfunden und dokumentiert werden. Als bald werde ich einen Film bei YouTube einstellen. Dann kann man das gute Stück auch hören und sehen.

Vielleicht findet ein Bastler solche Geräte noch auf Flohmärkten.
Also: Augen auf und froh ans Werk!

73, de DF8ZR

Hier der Link des Films bei YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=6RNzszp61yc>