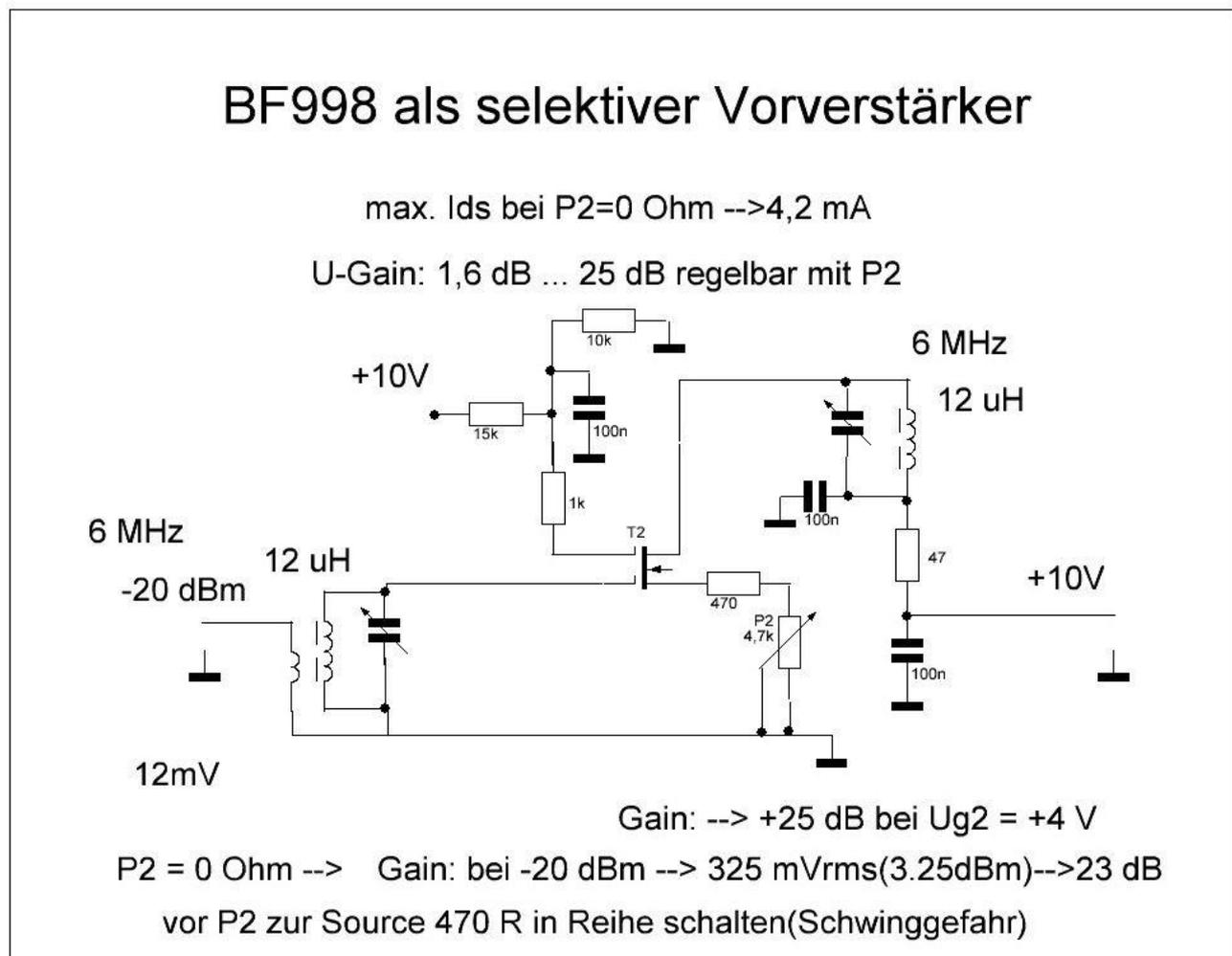


# Ein einfacher Kurzwellenempfänger mit modernen MOSFETs

Für den schnellen Überblick der Empfangsfeldstärken im KW-Bereich von 6 bis 13 MHz brauchte ich einen Empfänger. Die üblichen Transistor-Taschenradios haben alle ihre eigene Antenne. Ich wollte aber mit einer Schleifenantenne empfangen, die ich auch bei den KW-Radios als Bastelobjekt für meine Schüler einsetze.

## Konzept

Der US-Militärempfänger BC312 begeisterte mich durch sein geringes Eigenrauschen bei gleichzeitig hoher Empfindlichkeit. Er wurde 1936 Superhet mit einfacher Überlagerung entwickelt. Zur Dämpfung der Spiegelfrequenzen besitzt er einen selektiven Vorverstärker, der zweikreisig aufgebaut ist. Es zeigt sich dort eine hinreichende Wirkung, obwohl die ZF nur 470 kHz ist. Und weil ich zufällig im Besitz eines Drehkondensators mit drei Paketen war, wollte ich das Prinzip mit Halbleitern nachbilden.



Mein Selbstbauempfänger sollte ähnlich gute Eigenschaften haben. Mit einer angesteckten Loopantenne soll er auch am Tage die Kurzwellensender hörbar machen, die ich mit dem Audion nur leise oder unhörbar empfangen kann. So könnte ich nachweisen, dass die Sender aktiv sind, aber mangels Empfindlichkeit das Schülerradio sie nicht wiedergeben kann. Ich könnte also glaubhaft behaupten, dass die Kinder mit dem einfachen Radio dann am Abend die Kurzwellen wahrscheinlich besser empfangen würden. Das war mein Ziel.

## **Voruntersuchungen**

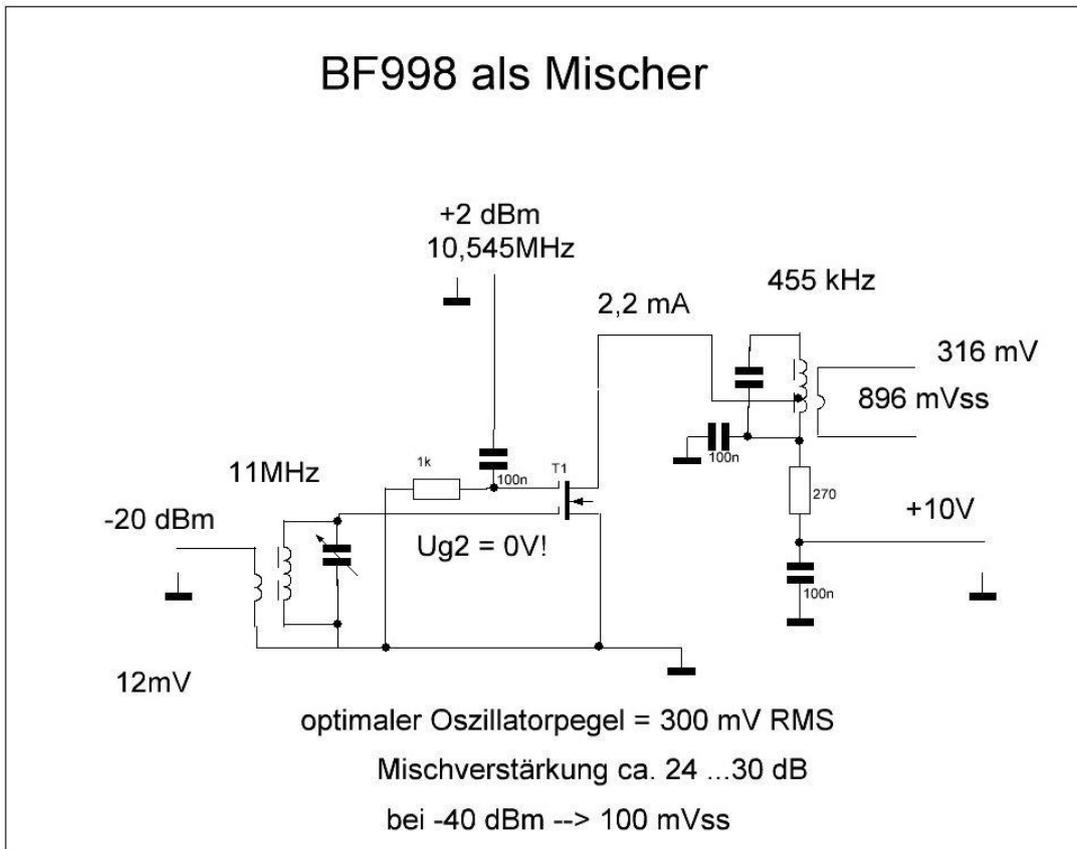
Bei Ebay wurden 40 Stck BF998 zu einem günstigen Preis angeboten. Es lag also nahe, mit diesem modernen MOSFET mal Experimente zu machen. Zunächst baute ich einen selektiven Vorverstärker und erwartete unlösbare Probleme hinsichtlich der Eigenerregung. Ich plante vorweg gleich eine starke Gegenkopplung. Wenn man diese einstellbar macht, kann man sie ja auch zur HF-Handregelung verwenden. Also kam ein Poti 4,7k in den Sourcekreis.

Das Gate 2 könnte man in die AGC einbeziehen. Es zeigten sich unterschiedliche Verstärkungen, wenn man diese Vorspannung von 0 bis + 4 V variierte.

Bei der Handregelung der HF-Verstärkung über den Regler im Sourcekreis empfiehlt sich die Reihenschaltung mit 470 Ohm. Dadurch wird die Eigenerregung vermieden. Der Versuchsaufbau war vorsätzlich kritisch ausgeführt. Lediglich die Spulen wurden um 90 Grad gegeneinander verdreht. Sie hatten beide 12 uH, die Drehkondensatoren zeigten max. 320 pF. Die Ausgangsspannung wurde mit einem Tastkopf(1:10) am Drain gemessen.

Bei 0 V am Gate 2 ist die beste Mischwirkung zu erreichen. Die Schaltung verstärkt das Signal um + 24 dB. Der optimale Oszillatorpegel ist ca. 400 mV RMS. Gibt man mehr drauf, setzt die Mischung aus. Es wurde ein ZF-Filter aus der DDR-Produktion verwendet. Es war für den Einsatz in Röhrenschaltungen vorgesehen. Ein anderes Filter wird vermutlich eine abweichende Mischverstärkung bewirken.

## Mischer



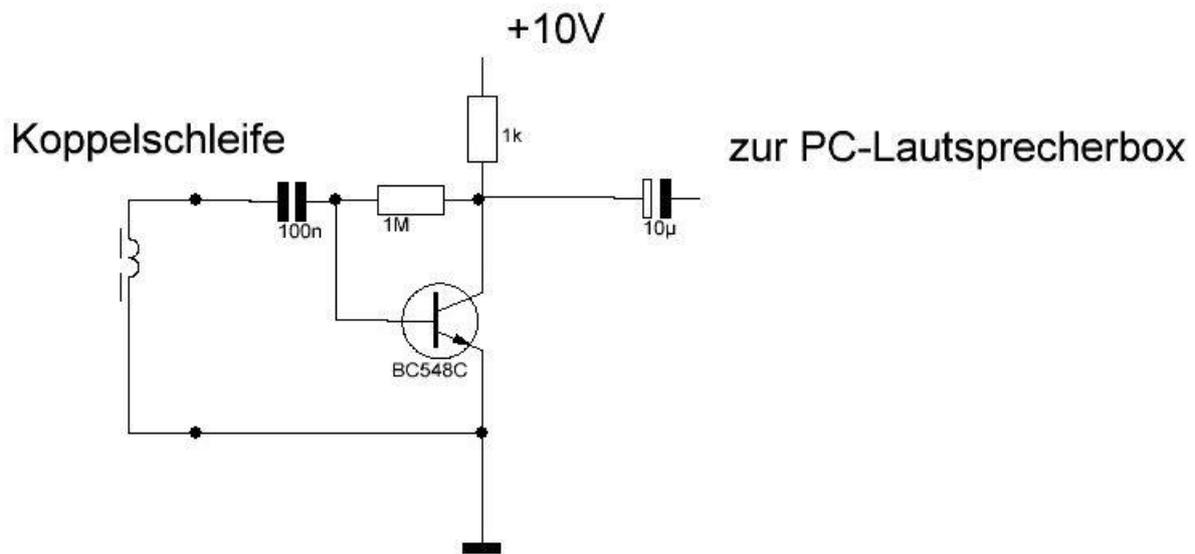
## Erkenntnis

Der BF998 ist sehr gut für den Aufbau eines empfindlichen RX zu verwenden. Schon ohne Vorverstärker konnte ich am Abend alle europäischen KW-Sender lautstark empfangen. Dazu schaltete ich ein einfaches Audion an das ZF-Filter, welches noch eine Auskoppelwicklung hatte.

## Planung

Mit der Vorstufe und dem Mischer kann man schon 50 dB Verstärkung erreichen. Fehlen also noch einige dB, um einen empfindlichen Empfänger zu erhalten. Also muss eine zweite ZF-Stufe her. Die bringt sicherlich nochmal +20 dB. Übliche ZF-Verstärker-ICs erreichen 30 bis 45 dB. Mit einer Gesamtverstärkung von 70...90dB hätte ich mein Ziel erreicht. Wird die Gesamtverstärkung zu groß, dann rauscht der Empfänger.

# Einfaches Audion für Testzwecke



Über eine möglichst einfache Umschaltung der Wellenbereiche muss ich jetzt noch nachdenken. Bei einem Aufbau in abgeschirmten und getrennten Kammern ist es nicht leicht, einen passenden Stufenschalter zu finden. Hier könnte man ggf. Relais einsetzen. Die sind aber immer heikel, was die Zuverlässigkeit der Kontaktgabe angeht. Daher muss ich darauf achten, dass möglichst wenige Umschalter notwendig sind.

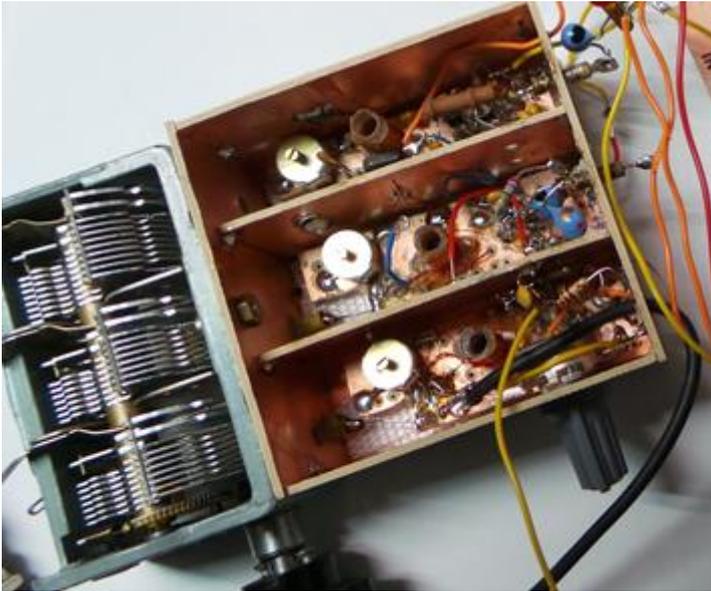
Zunächst werde ich einen Probeaufbau machen. Mit Kammern aus Cu-Platinenmaterial sollte sowas leicht zu basteln sein. Aus den dann folgenden Erkenntnissen werde ich das weitere Vorgehen ableiten.

## Der Oszillator

Es zeigten sich bei direkter Auskopplung über eine Wicklung am Schwingtransistor unterschiedliche Pegel in Abhängigkeit von der Frequenz. Um den Schwingtransistor zu entkoppeln, schaltete ich einen Nachverstärker dahinter. Der zweite MOSFET



Eine Bereichsumschaltung mit Kleinrelais habe ich also verworfen. In den Kammern ist es ohnehin zu eng für umfangreiche Konzepte.



Die Hand-Regelung des HF-Vorverstärkers geht über 0 ... -20 dB. Maximal ist der Verstärkungsfaktor ca. +2. Damit ist die einfache Schaltung nicht überfordert, die Schwingneigung wird unterdrückt, IM-Produkte sollten sich auch in Grenzen halten.

Allerdings müssen beide Achsen – Drehko und Poti - mechanisch verlängert werden. Eine Verlegung des HF-Reglers außerhalb der Kammern war mir zu riskant.

Die Vorspannung der Gates an den MOSFETs vom Oszillator(Trimpoti) musste ich wegen des engen Aufbaus in der Kammer außen anordnen.

### **Zwischenergebnis**

Insgesamt ist das Frontend mit den drei Kammern bereits ein sehr empfindlicher Empfänger, mit dem man den Kurzwellenbereich eindrucksvoll an meinem 80m-Dipol vorführen kann. Für eine hinreichende Empfindlichkeit sorgte das Audion, das an den ersten ZF-Kreis angeschlossen wurde. Der Gleichlauf lässt auch ohne die hinzugefügten C-Trimmer kaum Mängel erkennen. Bei einer ZF von 455 kHz ist es ja eine bewährte Methode, ein zweites gleichartiges Plattenpaket vom Doppeldrehko für den Oszillator zu verwenden. Erst bei größeren Frequenzunterschieden(höhere ZF) müsste man wohl besondere Maßnahmen ergreifen, um über den gesamten

Abstimmbereich den Gleichlauf zu garantieren. Dennoch sorgen die C-Trimmer für eine leichte Verbesserung im oberen Empfangsbereich. Und im unteren Bereich stimmt man mit den Eisenkernen etwas nach.

## **Daten des Frontends**

Bei 9 MHz sind am Ausgang des ZF-Filters 100 mVss, wenn ein Signal von -60 dBm an den Antenneneingang gelegt wird. Die Dämpfung des unerwünschten Empfangs der der Spiegelfrequenz ist 40 dB.

## **Wie geht es weiter?**

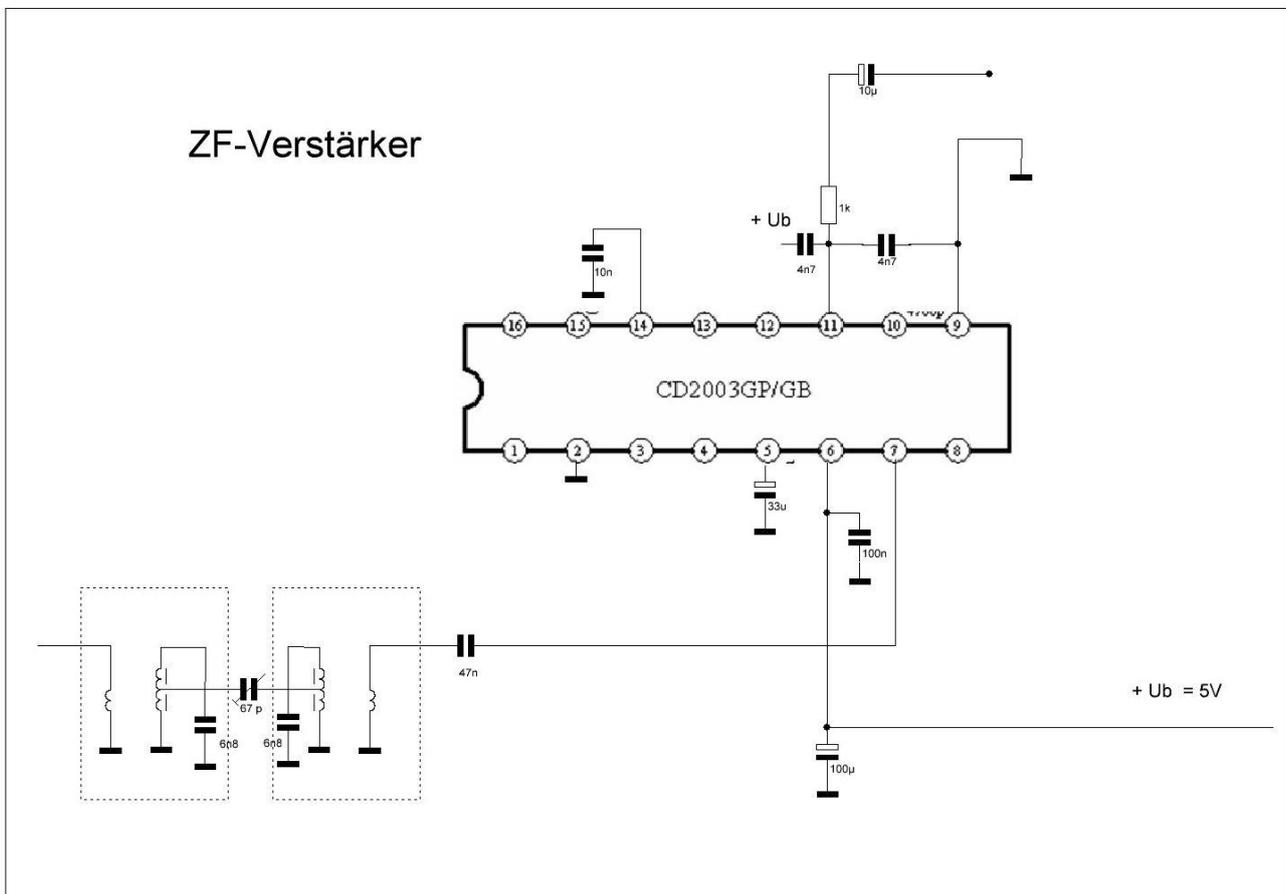
Im nächsten Schritt werde ich einen ZF-Verstärker mit AGC aufbauen. Eine Schwundregelung muss her. Und auch die Gleichrichtung mit einem Audion hat ihre Schwächen. Hier sollte man auf bewährte Schaltungen zurückgreifen.

Nach kurzem Nachdenken habe ich mich für ein IC entschieden, das neben einem ZF-Verstärker auch eine eingebaute AGC hat und einen Ausgang für die Anzeige der Signalstärke. Die Entwicklung dieser Komponenten hat mir die Industrie abgenommen und ich kann mich auf das Wesentliche konzentrieren. Es ist aber heute nicht mehr so einfach, einen passenden Schaltkreis zu beschaffen. Der Händler AK Modul-Bus Computer GmbH bietet den CD2003 an, ein AM/FM-Empfänger, der nur wenige externe Bauelemente benötigt. Der Einsatz wird noch einfacher, weil ich ja nur den AM-Teil verwenden werde.

Bei Ebay hatte ich vier Stück ZF-Filter als Einzelkreise ersteigert. Es sind Produkte aus der ehemaligen DDR. Die Kreise sind in relativ großen Alu-Bechern untergebracht und waren wohl für Röhrengeräte bestimmt. Eine niederohmige Ankoppelwicklung macht sie aber geeignet, um sie in den Drain-Kreis des MOSFETs einzufügen. Der Schwingkreis hat eine Anzapfung, an der bisher das Audion angeschlossen war. Mit zwei solcher Becher kann man ein ZF-Bandfilter realisieren. Hier werden die Kopplung und damit die erzielbare Bandbreite durch den Koppelkondensator bestimmt. Man könnte den umschaltbar machen, um vielleicht später auch einen Ausgang für DRM(12kHz) zu schaffen. Ich werde zunächst versuchen, mit insgesamt drei solcher Kreise die Bandbreite von 9 kHz zu erreichen. Es muss also ein weiterer Versuchsaufbau zeigen, was machbar ist.

## ZF-Verstärker

Zunächst wurde nach dem Datenblatt eine Schaltung mit dem CD2003 aufgebaut. Dem ZF-Input wurden zwei lose gekoppelte Schwingkreise vorgeschaltet. Schon beim Wobbeln dieses einfachen Bandfilters stellte sich heraus, dass die Trennschärfe nicht gut sein wird. Die Bandbreite war über 20 kHz. Natürlich konnte ich sie vermindern, wenn ich mit dem Trimmer-C die Koppelkapazität verringerte. Aber ich kam nicht unter 12 kHz. Sicherlich ist das Filter für die Auskopplung der ersten ZF von DRM-Sendern geeignet. Aber was mich am meisten störte, war ein hohes Grundrauschen des Schaltkreises. Selbst bei kurzgeschlossenem Input konnte ich 24 mVss mit dem Oszillografen am NF-Ausgang messen. Bei Abstimmung auf einen Sender mit ausreichendem Pegel war es natürlich nicht mehr wahrnehmbar.



Zwischen den Sendern trat es dann wieder viel zu laut in Erscheinung. Obwohl ich ja nur den AM-ZF-Teil des ICs nutze, kann man vermuten, dass selbst dafür ein Dutzend Transistoren werkeln. Jeder trägt zum Rauschen bei. Und bei der hohen Leerlauf-Verstärkung ist das wohl unvermeidbar. Im Gegensatz dazu war mein einfaches Audion mindestens ebenso empfindlich und hatte kein Grundrauschen. Das bringt mich auf den Gedanken, das IC nur zur Erzeugung der AGC-Spannung zu verwenden und die ZF-Verstärkung und Demodulation wieder mit dem Audion zu

machen. Wegen der Abschwächung durch das zweite Filter werde ich einen weiteren BF998 einsetzen und dazu noch ein drittes Filter in Reihe schalten. Mit dieser Änderung sollte doch eine schmale Bandbreite erreichbar sein. Den AGC-Ausgang des ICs werde ich nach Anpassung des Pegels und der Polarisierung an das Gate 2 des MOSFETs anschalten, sodass die Schwundregelung wirksam wird. 20dB Regeldynamik genügen mir.

## **Messungen**

Es wurde das zuvor beschriebene Konzept versuchsweise aufgebaut. Die AGC-Spannung von max. +1 V (IC) wurde über einen Transistor an den Gate2-Spannungsteiler phasenrichtig umgesetzt. Die beiden Transistoren für den Frontend-MOSFET und den letzten ZF-MOSFET wurden hochohmig über 1M angesteuert. 100n an den Gates sorgten für ein rauschfreies Regelsignal. Folgende Messungen bestätigen den erwarteten Erfolg:

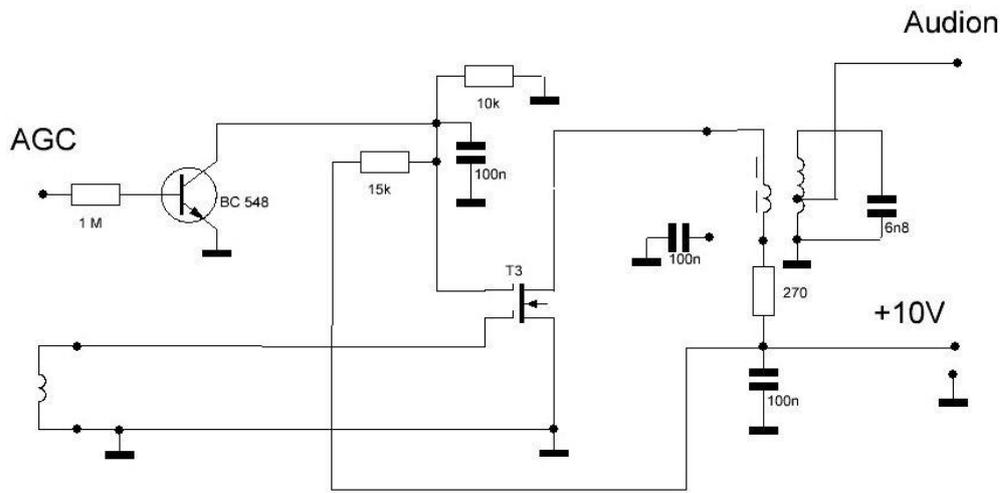
Input 9 MHz, 30% AM-moduliert mit 400 Hz:

IC-NF bei 200 mVss: a) mit dem IC Input 80 uV; b) mit dem BF998 20uV

Man sieht, dass das eigene Konzept zu einem empfindlicheren Empfänger führt.

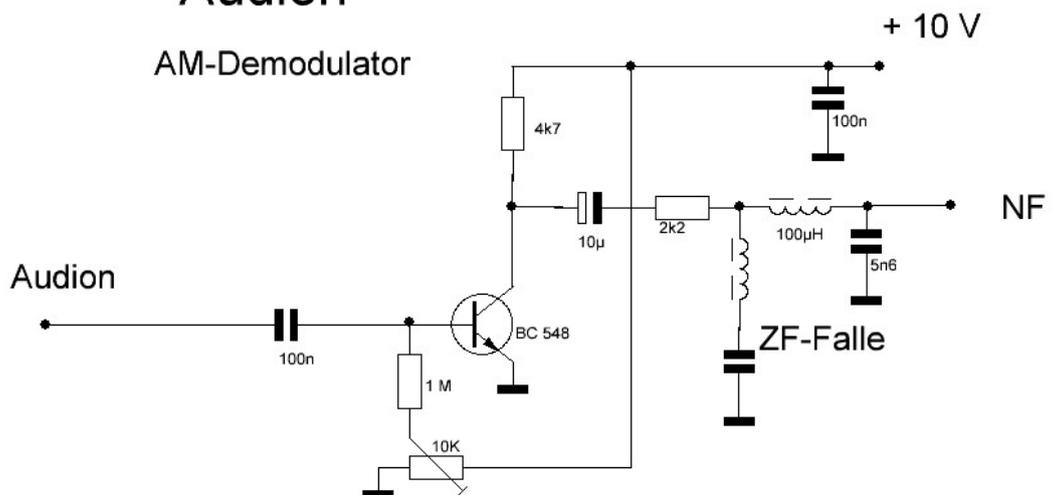
Allerdings ist der Regelumfang des ICs ca. 20...30 dB. Dagegen erreicht mein Konzept mit zwei geregelten BF998 gerade mal 20 dB. Dennoch sorgt dieser Regelumfang für einen brauchbaren Schwundausgleich, wie ich beim Scannen feststellen konnte. Da mein Konzept kein hörbares Eigenrauschen erzeugt, bleibe ich bei dieser Lösung. Es bleibt mir ja die Möglichkeit, in bestimmten Fällen auf den NF-Ausgang des ICs umzuschalten.

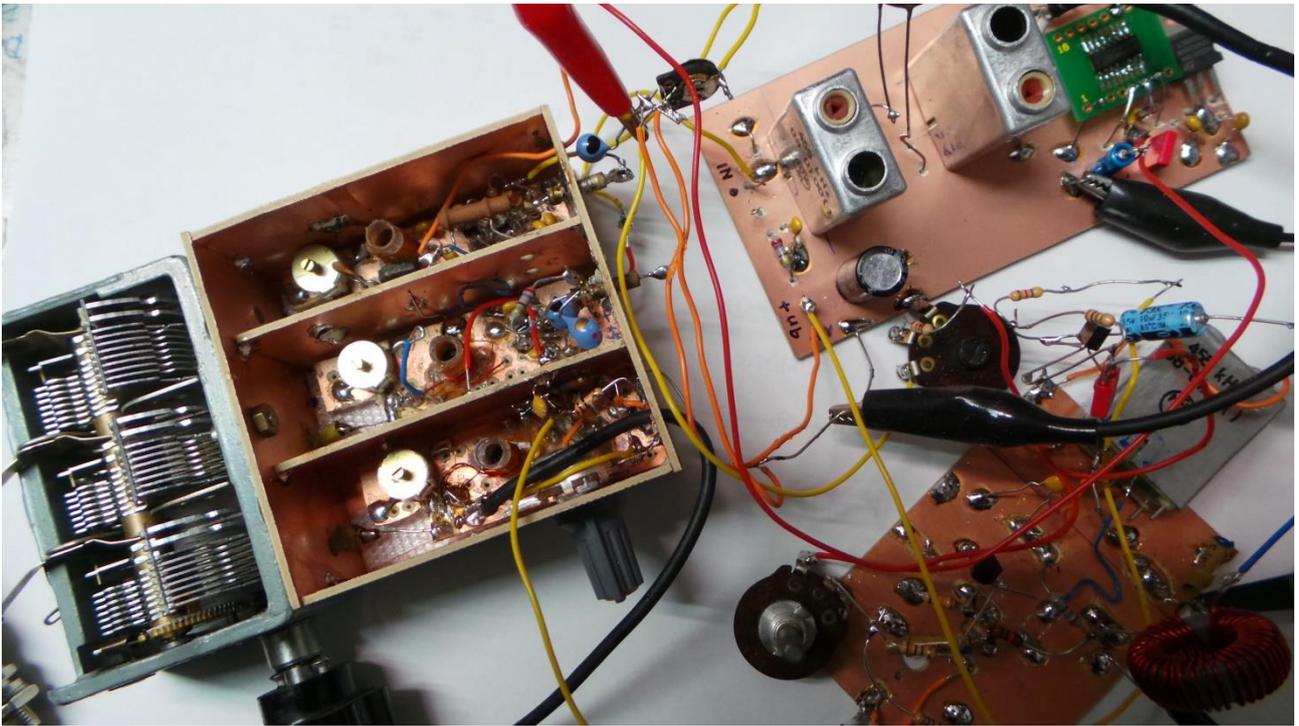
## BF998 als ZF-Verstärker



## Audion

### AM-Demodulator





## Ergänzungen

Damit ist der KW-Empfänger eigentlich hinreichend beschrieben. Bleibt noch zu überlegen, ob ich das Gerät mit einem SSB-Demodulator(40m-Band) und einem DRM-Mischer mit einem 12 kHz-Output ergänze.

Der HF-Handregler ist jetzt noch unmittelbar im Frontend eingebaut. Wenn ich ein digitales Poti dafür verwende, könnte ich den Impulsgeber freizügig an der Frontplatte anordnen. Allerdings erfordert das einen höheren Aufwand.

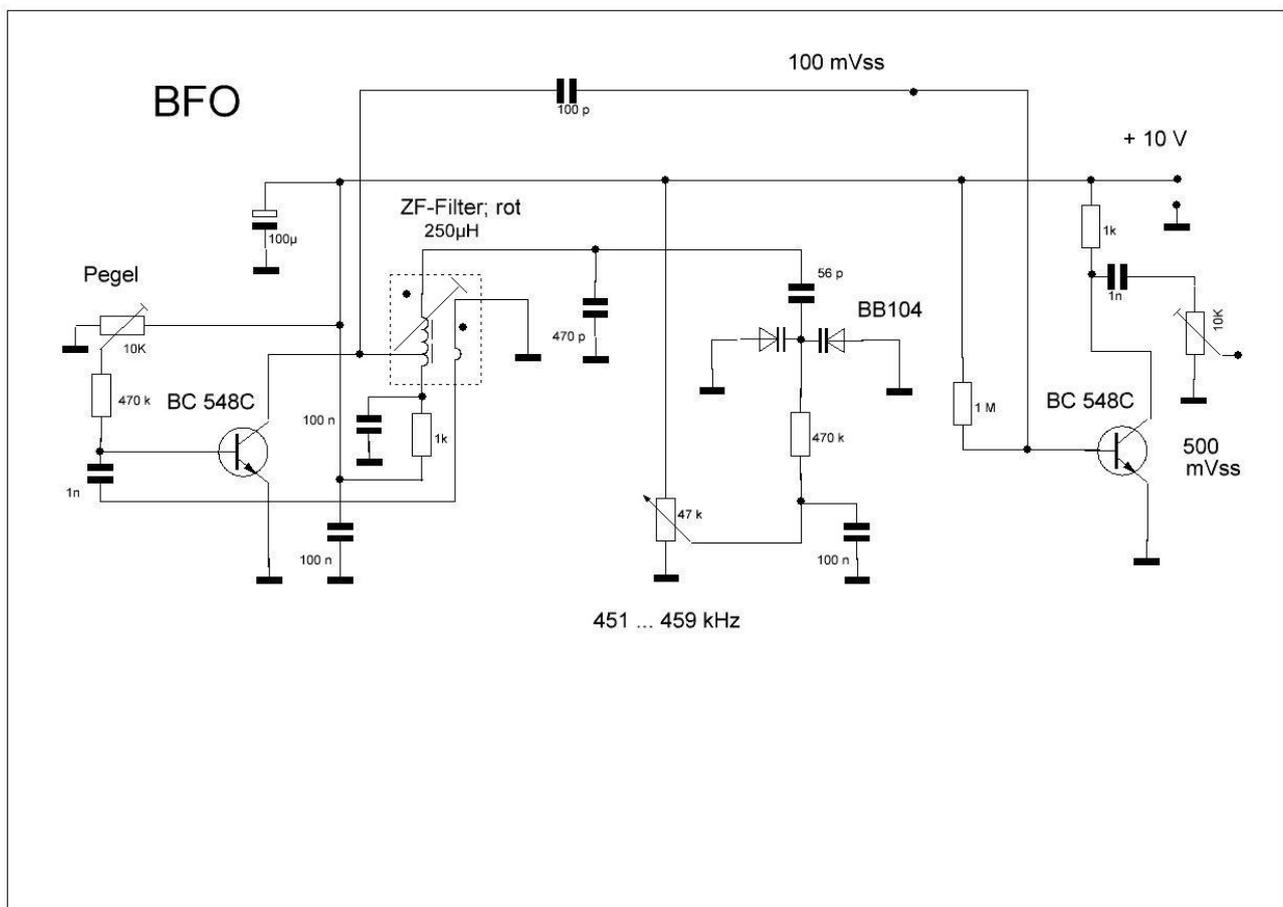
Als schnelle Lösung für eine Frequenzanzeige bietet es sich an, hier ein Fertigmodul(Hongkong) einzusetzen.

Und schließlich könnte ich einen leistungsfähigen Gelakku für die Stromversorgung vorsehen. Dadurch wird der Empfänger zwar schwer, könnte aber über viele Stunden lautstark betrieben werden.

Man wird sehen...

## BFO

Da ja das 40m-Band und Teile des 14 MHz-Amateurfunks innerhalb des Empfangsbereiches sind, wollte ich doch auf die Demodulation von SSB und CW nicht verzichten. Ich fand in meiner Bastelkiste ein japanisches Filter mit rotem Kern. Leider ist die Induktivität der Auskoppelwicklung so gering, dass es mir nicht gelang, den BF998 zum Schwingen zu bringen. Ist ja auch verständlich, denn diese Filter wurden für die Stromsteuerung der Transistoren entwickelt. Und so nahm ich dann einen BC548C, der es dann auch tatsächlich tat. Allerdings musste ich einen „Treiber“ nachschalten, da das Gate 2 des letzten ZF-Transistors wegen der AGC relativ niederohmig ist(ca. 6 k). Mit einem Trimpoti am Ausgang lässt sich der optimierte Pegel einstellen.



Der Ausgang geht direkt an das Gate 2 des ZF-MOSFETs. Aktiviert wird der BFO durch Einschalten seiner Stromversorgung. Das kann durch das dafür vorgesehene Abstimpoti(47k) geschehen, das dann einen Drehschalter hat. Die Feineinstellung der Überlagerungs- bzw. Unterlagerungsfrequenz für die Demodulation von SSB ist mit einem Potentiometer sehr bequem zu machen. Es gelangt genügend Pegel in das Audion, um eine ausreichende Lautstärke zu erreichen. Alternativ kann man auch über 22p in die Basis des Audiontransistors einspeisen. Die Qualität ist zwar

nicht besser, aber man kann den BF998 an die AGC 2 angeschlossen lassen. Es ist zwar in jedem Fall ein primitiver Seitenbanddemodulator, aber er funktioniert in diesem einfachen Empfänger ganz brauchbar. Schließlich wird er nur gelegentlich eingeschaltet, da überwiegend Rundfunkempfang gemacht wird.

### **HF-Handregler**

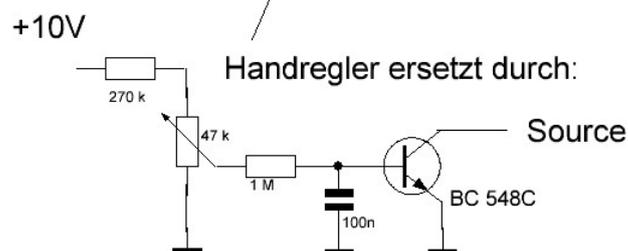
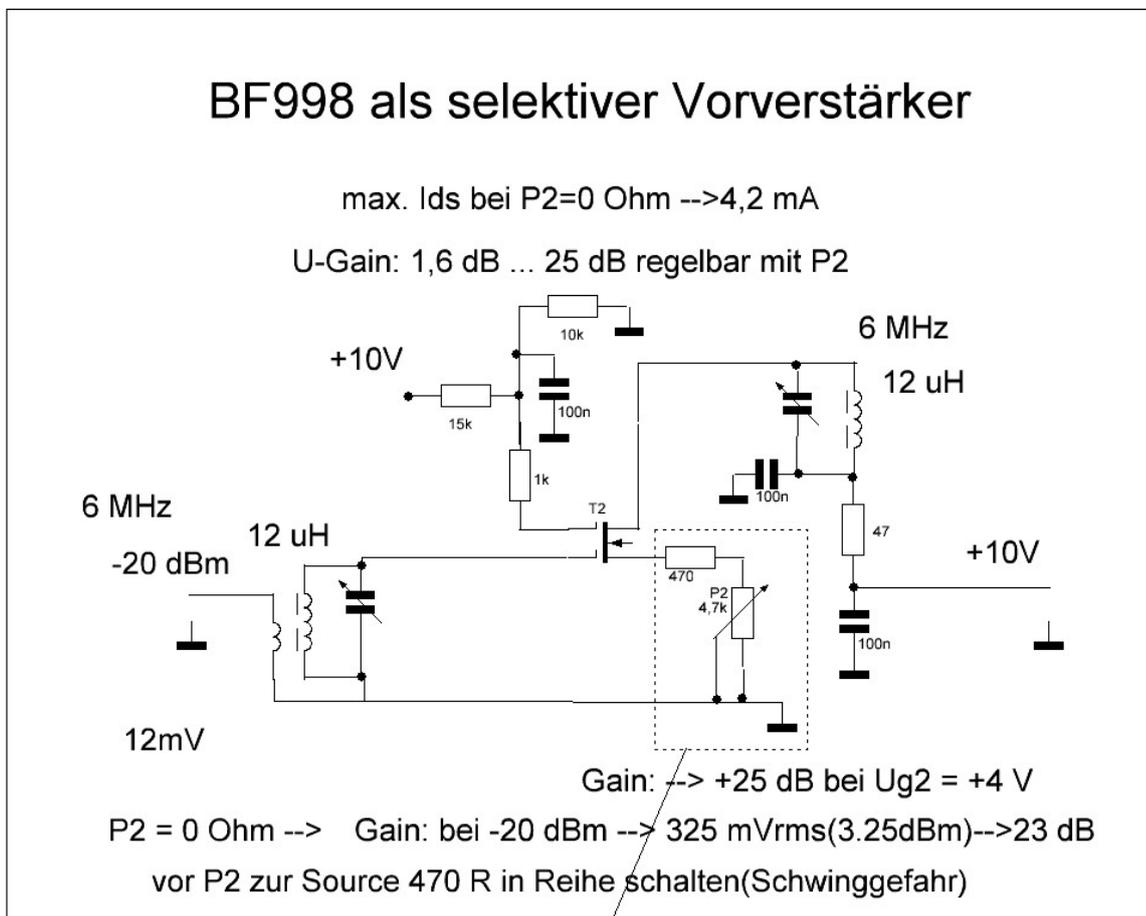
Es war kein guter Einfall, dafür ein digitales Poti vorzusehen. Weil ich den Dämpfungswert an einer Kreisskala anzeigen möchte, ist ein analoges Potentiometer besser geeignet. Das digitale Poti hat ca. 100 Schalttransistoren. Man müsste schon einen Inkrementalgeber mit 100 Impulsen/Umdrehung einsetzen, um nicht fünfmal daran zu drehen. Leider hatte ich aber nur solche mit 24 Imp./Umdr.. Und obwohl das digitale Poti nur bis 10 MHz spezifiziert war, funktionierte die Sache noch bis zum Ende meines Empfangsbereiches bei ca. 14 MHz. Allerdings ist der Aufwand zu groß, denn man muss die Versorgung zuführen und noch zwei weitere Leitungen für die Impuls- und Richtungseingabe. Das IC muss außerdem in unmittelbarer Nähe am BF998 sein. Lange Leitungen müsste man abschirmen. Dadurch aber wird ein „HF-Kurzschluss“ hergestellt, der die Dämpfung verringert.

Nun gut, ich entdeckte wieder mal die Eignung des wunderbaren BF998. Er ist ja eigentlich ein regelbarer Widerstand. Man muss nur dafür sorgen, dass der niederohmig genug wird, damit die volle Verstärkung der Vorstufe erreicht wird. Also koppelte ich beide Gates und legte daran eine veränderliche Spannung. In Reihe zum Sourceanschluss des Vorstufentransistors blieb der 470 Ohm-Widerstand.

Bei einer Einspeisung von -10 dBm war die Ausgangsspannung am Drain 430 mVss. So hatte ich vor den Versuchen den Pegel der bisher einstellbaren max. Verstärkung ermittelt. Nach dem Einschleifen eines BF998 in den Sourcekreis war aber leider nur ein Regelbereich von 320 mVss bis 380 mVss zu erzielen. Der Bahnwiderstand des MOSFETs ist selbst bei Gatespannung 0V zu niedrig für eine ausreichende Gegenkopplung.

## Ein Transistor macht es !

Dann kam mir die Idee, es mit einem NPN zu versuchen. Und tatsächlich: Die einfache Schaltung erlaubte es jetzt, von 0 mVss bis nahezu 1,3 Vss zu regeln. Die max. Einstellspannung war ca. +3V vor dem 1M. Hiermit hatte ich also zugleich eine beträchtliche Steigerung der Vorverstärkung erzielt. Noch weitere Absenkung des Transistorinnenwiderstands führte zur Selbsterregung. Das folgende Bild zeigt das Prinzip.



Diese kleine Schaltung ließ sich noch leicht in der Kammer der Vorstufe unterbringen. Das Einstellpoti konnte ich jetzt an beliebiger Stelle der Frontplatte anordnen.

## **Frequenzanzeige**

Ich hatte für ca. 15 EUR einen mehrstelligen Frequenzzähler bei Ebay gekauft. Leider zeigte dieses preiswerte Hongkong-Produkt starke Störungen im gesamten Empfangsbereich. Selbst bei einer eigenen Stromversorgung aus einem Akku waren die Impulse für die Ansteuerung der LEDs noch zu hören. Man hätte ihn komplett abschirmen müssen. Das Modul nahm auch ca. 160 mA auf, was für einen Batteriebetrieb zu hoch ist.

Bei meiner Suche nach einer geeigneten Anzeige fand ich das Angebot von Box73(Zeitschrift „Funkamateure“). Der Bausatz kostet mit Versand ca. 40 EUR, aber er braucht weit weniger Strom. Zusätzlich bietet er eine analoge Spannungsanzeige z.B. für die Feldstärke. Und auch noch eine Ziffernanzeige extra für die Batteriespannung kann man nutzen. Weil ich diesen Zähler bereits zuvor mal in einem anderen Empfänger einbaute, war ich mit der Schaltung vertraut. Es war sehr einfach, die ZF-Ablage zu programmieren. Und was die Störungen betrifft, konnte ich das damals nicht feststellen. Aber mal abwarten...

Die Frequenzanzeige kam als Bausatz mit der Bezeichnung:

„Frequenzzählermodul FA-ZM“, geliefert durch Box73, Verlagsshop „Funkamateure“.

Der Zusammenbau war einfach und in einem Begleitheft gut beschrieben. Allerdings hatte ich erst durch vieles Probieren und eher zufällig herausgefunden, wie man die Formel: „Fanz = Fosz + ZF“ als sog. Berechnungsmodus einstellt. Deshalb hier der Hinweis:

Der Berechnungsmodus für einen Empfänger mit hoher Oszillatorfrequenz(Fe + ZF) wird durch Antippen von + beim Programmieren erreicht. Die Grundeinstellung für alle drei Betriebsarten ist nämlich die umgekehrte Berechnung: Fanz = Fosz + ZF!

Hier wäre ein weiteres Beispiel in der Bauanleitung hilfreich.

## **Erfreuliches**

Die Frequenzanzeige erzeugt keinerlei Störungen im Empfänger!

Das ist nun der wichtigste positive Effekt, der meinem Wunsch entspricht. Außerdem kann man noch eine Anzeige für die Signalstärke aktivieren. Ich setzte den Endwert der Balkenanzeige auf 1V. Eine weitere Spannungsanzeige setzte ich auf 11V und kann damit den Zustand der Batterie beobachten. Beim Unterschreiten dieser Spannung(Tiefentladung) blinkt die Anzeige.

## **Empfindlichkeit**

Einen guten Empfänger zu entwickeln heißt, einen Kompromiss zwischen der Empfindlichkeit und dem störenden Eigenrauschen zu finden. Trennschärfe und Spiegelfrequenzunterdrückung sind sekundäre Aspekte. Anfangs waren meine Anforderungen noch bescheiden, doch beim Nachmessen stellte ich fest, dass noch +20 dB ZF-Verstärkung fehlten. Bei einem Signal von S9 (50uV) sollten mindestens 200 mV RMS NF-Pegel vom Demodulator abgegeben werden. Dem entspricht eine Spannungsverstärkung über alles von 4000 (> 70 dB). Dem fachkundigen Leser wird aufgefallen sein, dass man diese Verstärkung nicht mit zwei konventionellen ZF-Stufen erreicht. Selbst wenn man die Vorverstärkung und die Eigenverstärkung des Audions mitrechnet, bleibt ein Mangel von ca. 10...20 dB. Also muss ein weiterer ZF-Verstärker her. Mein Konzept gab jedoch jetzt schon ca. 230 mV RMS(640 mVss) ab. Dabei war ein leichtes Rauschen wahrnehmbar. Der CD2003 erreichte 80 mV RMS und rauschte deutlich stärker. Radio Österreich kam mit 2 m Draht rauschfrei an. Eigentlich sollte ich zufrieden sein. Dennoch werde ich im nächsten Versuch eine dritte ZF-Stufe einschleifen.

## **Dritter ZF-Verstärker**

Mir ist bewusst, dass dadurch das Eigenrauschen ansteigen wird. Bisher hatte ich stets den 80m-Dipol angeschaltet. Die Antenne ist der beste Hochfrequenzverstärker! Und ich war von den guten Eigenschaften meines Selbstbauprojektes überzeugt. Aber was passiert, wenn ich eine gewöhnliche Stabantenne anschließe? Deren Eigenrauschen ist gering und das Rauschen des Empfängers sollte unterhalb dieses Pegels sein! Eine Anforderung, die nicht so leicht

zu erfüllen ist. Das kam mir jetzt als Erkenntnis nach meinen Bemühungen ganz deutlich ins Bewusstsein.

### **Rauschgenerator**

Nach dem Einfügen der dritten ZF-Stufe mit einem BF998 war das Eigenrauschen höher als das vom IC! Der NF-Pegel von einem S9-Signal(50uV) kam jetzt mit 1,1 V RMS heraus. Aber wenn ich eine kurze Drahtantenn anschloss, waren nur noch die Störspannungsquellen in meinem Shack zu hören. Die Sender gingen im Gesamtrauschen unter. Wenn ich allerdings die HF-Handregelung auf ein Minimum an Verstärkung einstellte, konnte man den Rundfunkempfang einigermaßen ertragen.

### **Fazit**

Ein echter Gewinn war die höhere ZF-Verstärkung nicht. Mit abgeregeltem HF-Vorverstärker ging der Empfänger an der Hochantenne ab wie die Post. Ich denke darüber nach, die dritte Stufe vielleicht nur im Bedarfsfall mit einem Relais dazu zu schalten. Übrigens ist eine unangepasste kurze Antenne ein starker Rauschgenerator. Beim Empfang schwacher Sender blieb das Außenrauschen unangenehm hörbar. Die Verständlichkeit wird dadurch nicht besser! Die höhere Empfindlichkeit des Empfängers ist mit einem Qualitätsverlust verbunden. Es gilt also, den guten Kompromiss zu realisieren.

### **Problem gelöst:**

Nach der bewährten Methode habe ich einen NPN in den Sourcekreis des BF998 gelegt. Die Leitfähigkeit ist über ein Poti veränderbar. Jetzt kann ich wie beim Vorverstärker von 0 ... +15 dB die Verstärkung der dritten ZF-Stufe regeln. Im abgeregelten Zustand ist kaum noch Eigenrauschen wahrnehmbar. Die Relaisumschaltung entfällt.

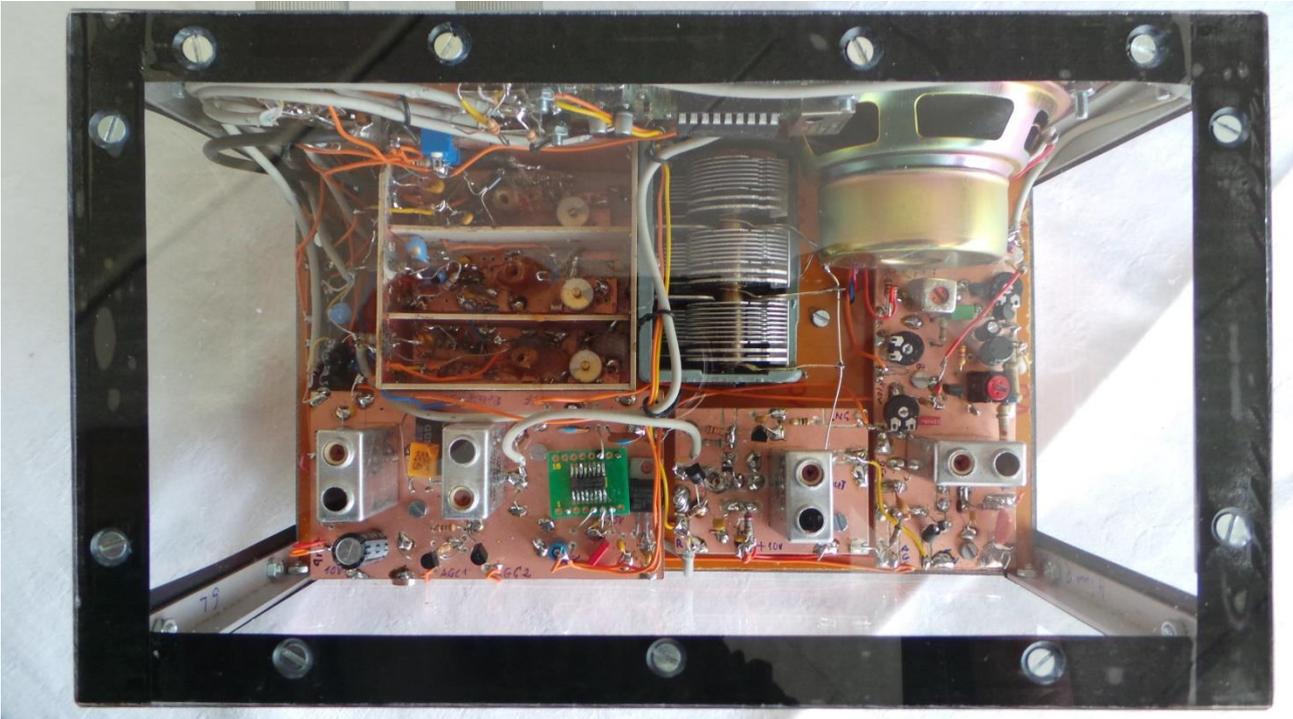
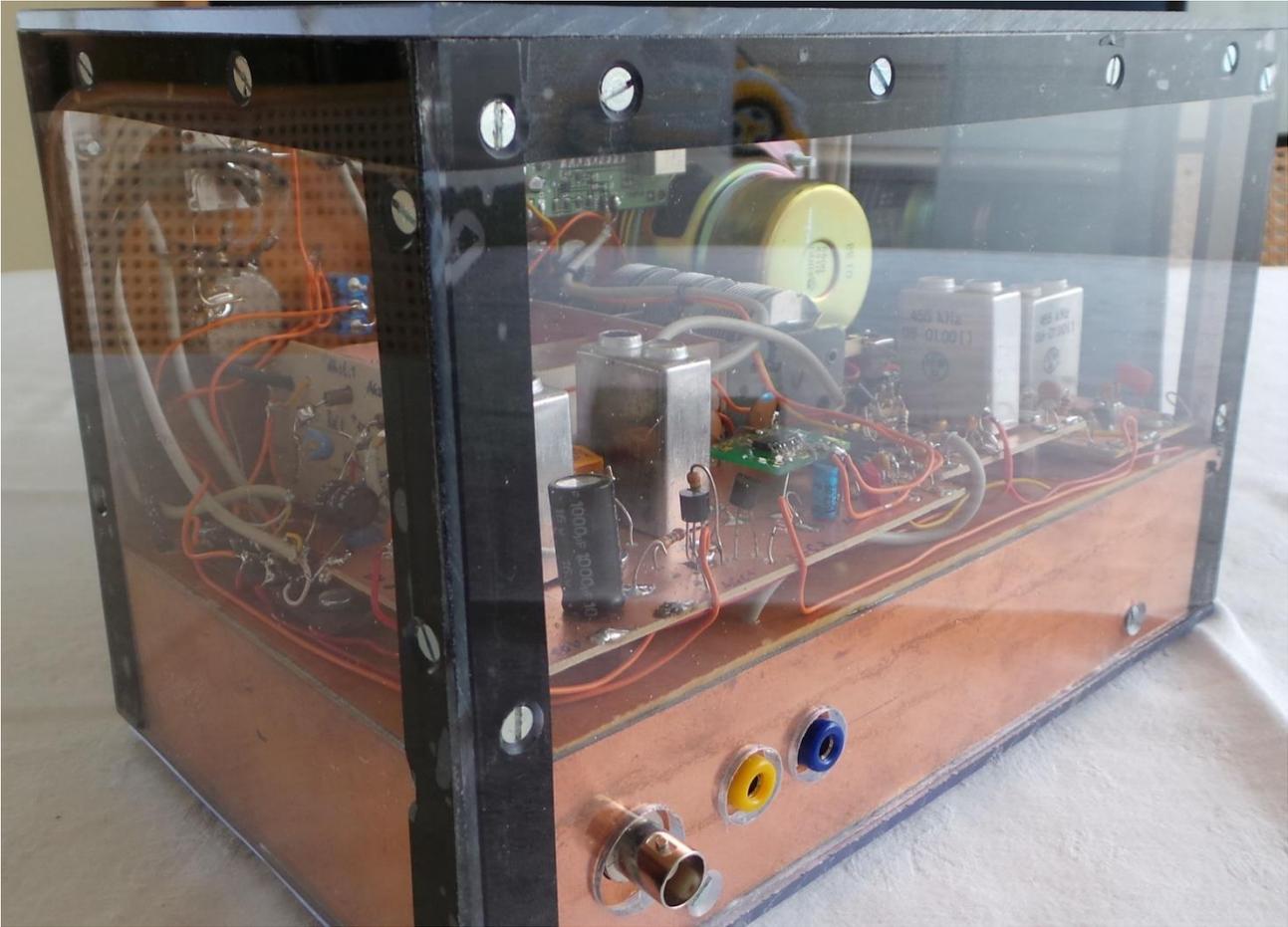
### **Gehäuse**

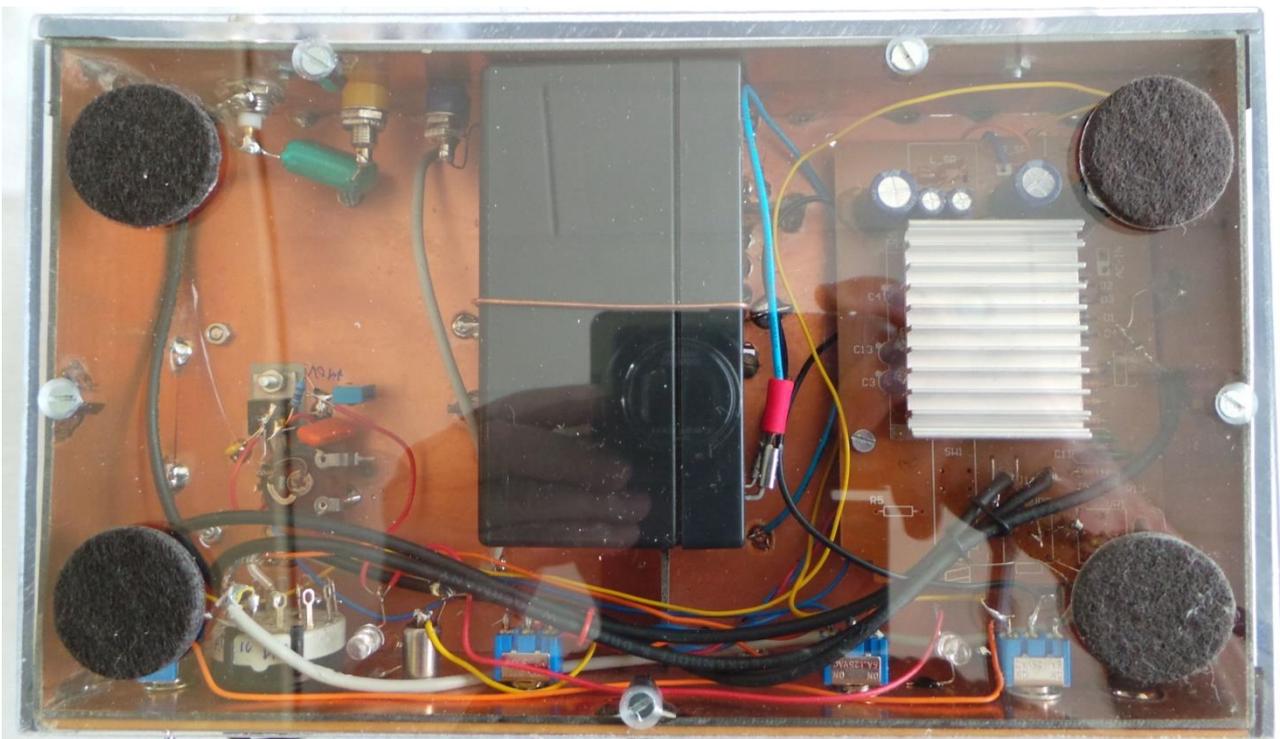
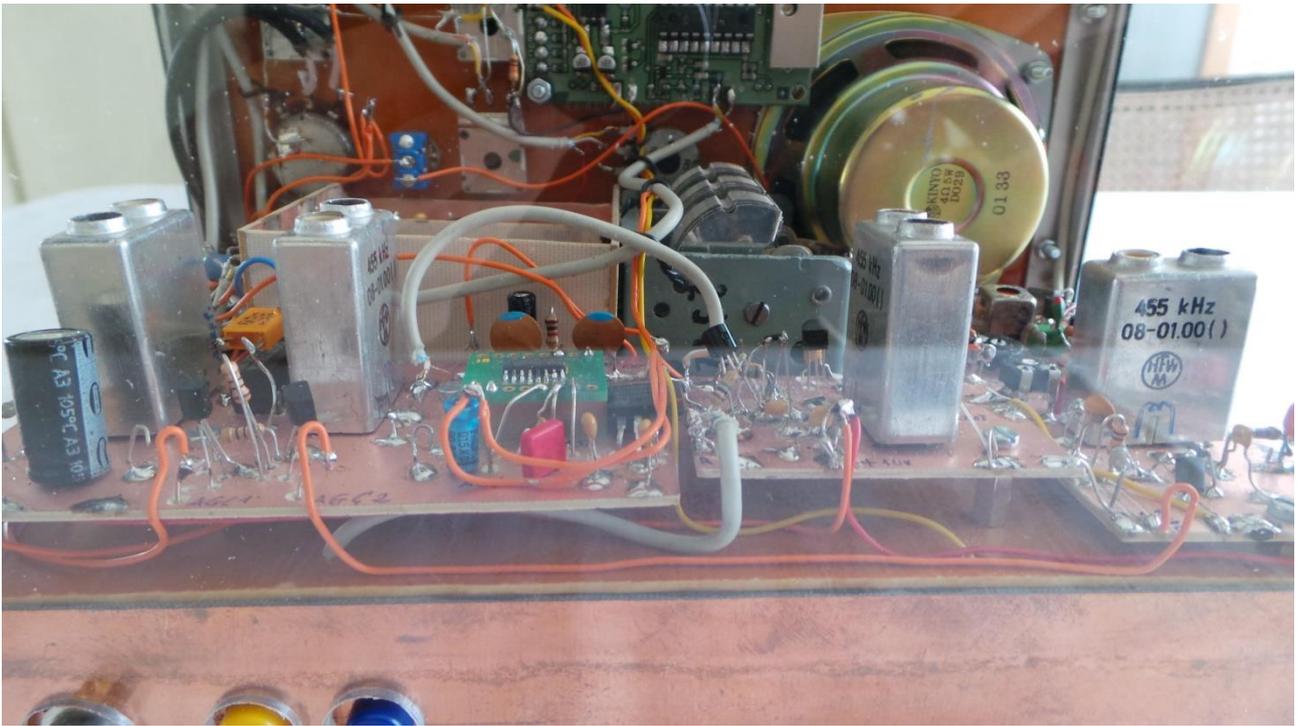
Das Chassis und die Frontplatte wurden aus beschichteten Platinen gebastelt. Für das Gehäuse verwendete ich Plexiglas. Das Radio soll ja die Schüler dazu anregen,

selbst mal etwas zu basteln. Und es soll gezeigt werden, wie man auch mit einfachen Mitteln heute noch ein Gerät realisieren kann, das sich mit seinen Eigenschaften durchaus mit Industrieware vergleichen lässt.

Es folgen die Fotos nach der ersten Fertigstellung. Einige Kleinigkeiten, wie z.B. Drehknöpfe oder den Stufenschalter, werde ich noch austauschen.







Man erkennt einen Gel-Akku(12V). Er sorgt für viele vergnügliche Betriebsstunden.

Hiermit endet der Bericht. Der Leser hat für ein eigenes Projekt Anregung genug.

Viel Spaß beim Basteln.

DF8ZR; im Juli 2014