

# CW-RX

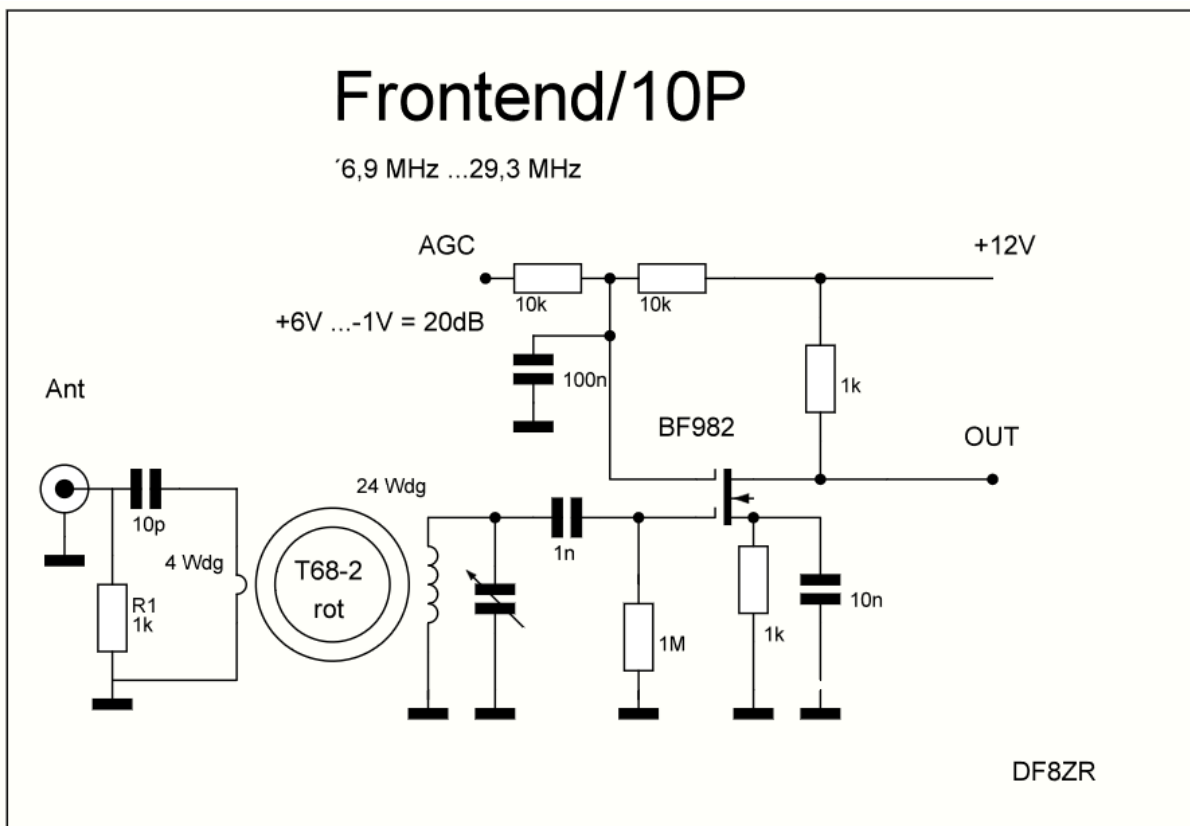
## Experimente am Frontend

### Entwicklungsziel

Um einen HF-Vorverstärker mit dem Dual-MOSFET BF982 so aufzubauen, dass der Rauschpegel niedrig bleibt, aber die Bandbreite möglichst gering ist, damit keine Intermodulationsprodukte am folgenden Mischer entstehen.

### Erster Ansatz

Es wurde ein Schwingkreis hoher Güte mit einem T68-2(rot) gebastelt. Die Ankopplungswicklung hat 4 Wdg. Die Resonanz wurde auf 7 MHz eingestellt.



Der absolute Eingangspegel vom Spektrumanalysator (SA) war zunächst -16 dBm. Die Auflösung am SA war 3 kHz. Es wurde dieser Inputpegel soweit gedämpft, bis das Signal +10 dB über dem sichtbaren Rauschpegel lag. Die Messwerte:

Input -56 dBm(ca. 350uV)

Verlust bis zum Gate1: 16 dB

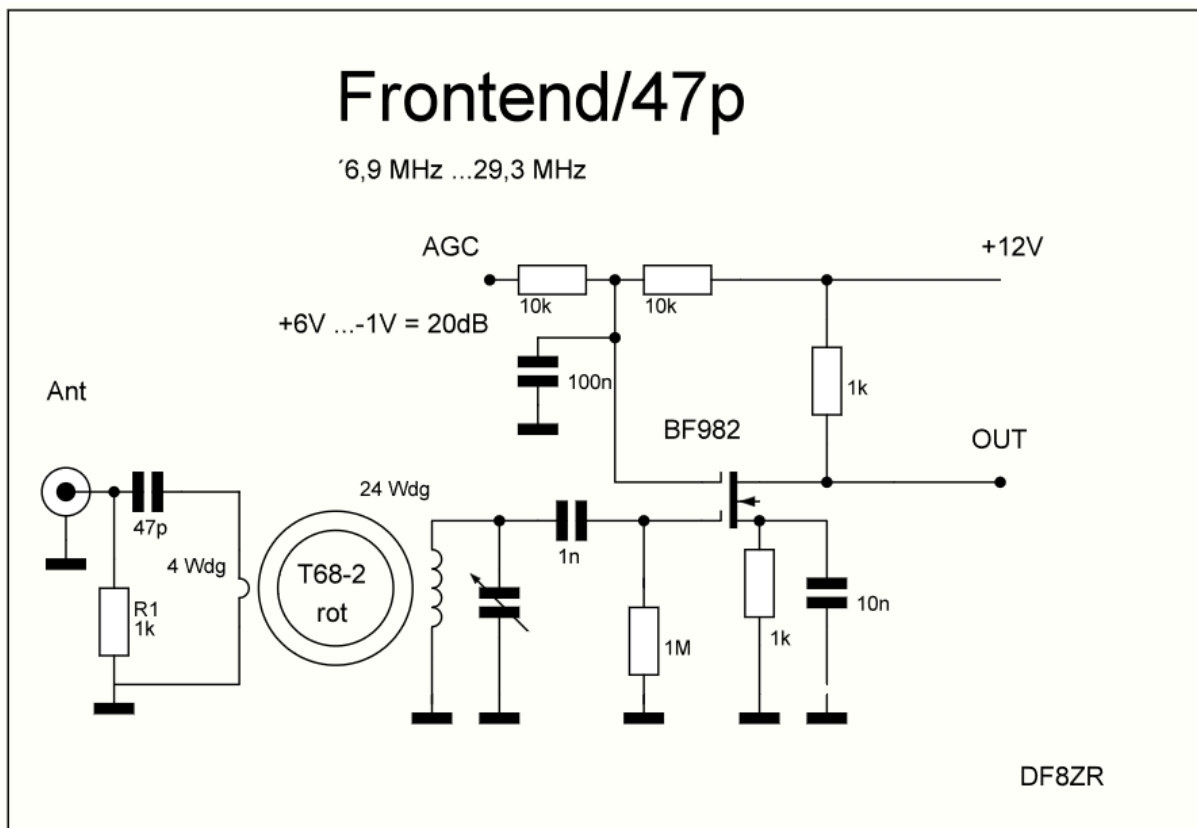
OUT +20 dB

Bandbreite BW : 320 kHz

### Bewertung

Die Bandbreite ist gut, die Empfindlichkeit allerdings gering. Eine nachfolgende Verstärkung würde einen hohen Rauschpegel haben. Zur Vermeidung wurde deshalb der Kopplungskondensator am Eingang auf 47p erhöht.

### Zweiter Ansatz



Input -76 dBm(ca. 4uV)

OUT +28 dB

Bandbreite BW : 580 kHz

### **Fazit**

Bei größerer Bandbreite wurde die gewünschte Grenzeempfindlichkeit fast erreicht. Hierbei ging ich vom Empfang von SSB aus. Tatsächlich werde ich aber einen CW-RX bauen. Der soll einen geringen Rauschpegel haben, um auch schwache Signale zu hören. Das im IF-Teil vorhandene Bandfilter wird 400 Hz breit sein. Dennoch wird sich ein Rauschpegel einstellen, der noch unerwünscht hoch ist. Abhilfe versprach ich mir deshalb durch Verringerung der BW.

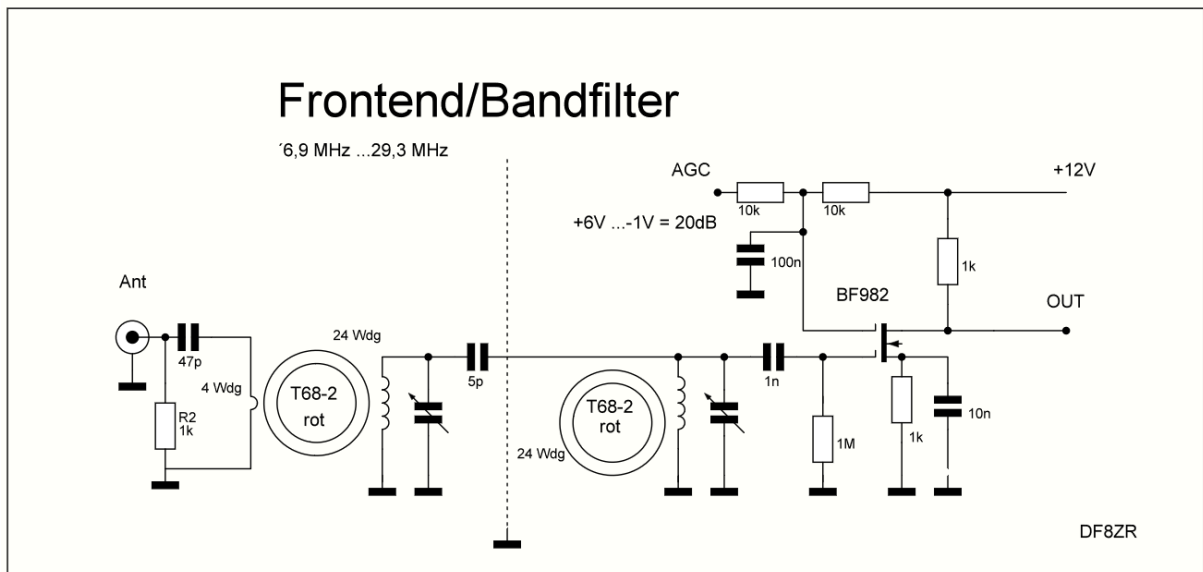
Bei direktem Anschluss des Messsenders war ein CW-Signal noch bei 0,4 uV deutlich wahrnehmbar. Mit dem Koppelkondensator von 10p musste ich den Pegel auf 1uV erhöhen.

### **Ansatz 3**

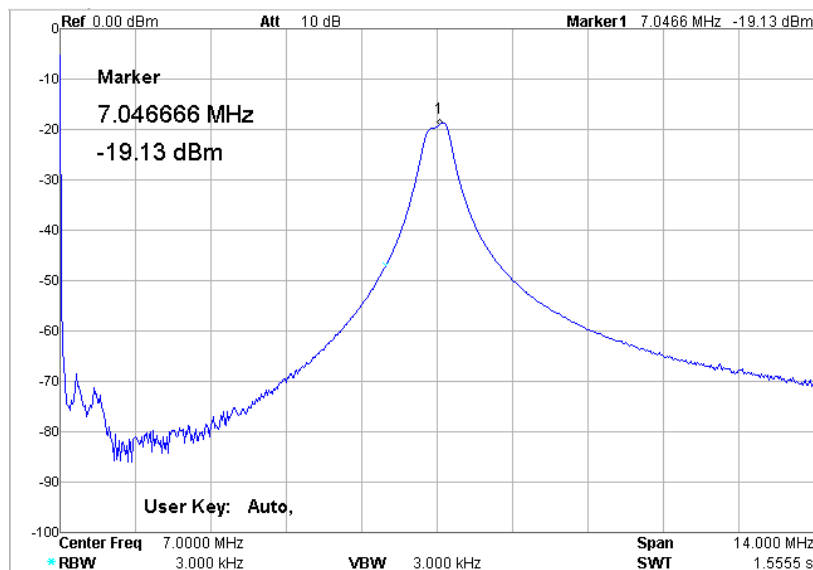
Der Drake R-4C verwendet ein abstimmbares Bandfilter mit zwei Kreisen. Leider sind heute kaum noch Doppeldrehkos zu beschaffen. Wäre als Ersatz mit C-Dioden möglich. Jedoch mit zwei getrennten Drehkos hätte man etwas mehr „Abstimmarbeit“ am Gerät. Wäre zu prüfen, ob das Konzept zumutbar ist. Also bastelte ich so ein Bandfilter und hoffte auf eine Verbesserung des SNR. Natürlich wird es eine Durchgangsdämpfung haben. Hier muss ich jeweils eine hohe

Güte erreichen, damit die Resonanzüberhöhung ausgleichend wirkt.

Es muss das Ziel sein, möglichst keine Signale außerhalb der Empfangsbandbreite durchzulassen, damit der nachfolgende Mischer am Abend vor hohen Trägerpegeln geschützt ist. Aber man darf das Prinzip nicht übertreiben, denn sonst zeigt sich ein hoher Rauschpegel.



Mit einem Versuchsaufbau erreichte ich dieses ergebnis



Dabei waren die beiden Kreise mit 10p gekoppelt. Die BW ist <500kHz. Mit sorgfältiger Schirmung könnte sie noch schmaler werden.

Inputpegel war: -39 db

Pegel am zweiten Kreis = 19 db

Die Resonanzüberhöhung also +20 dB!

## **Fazit**

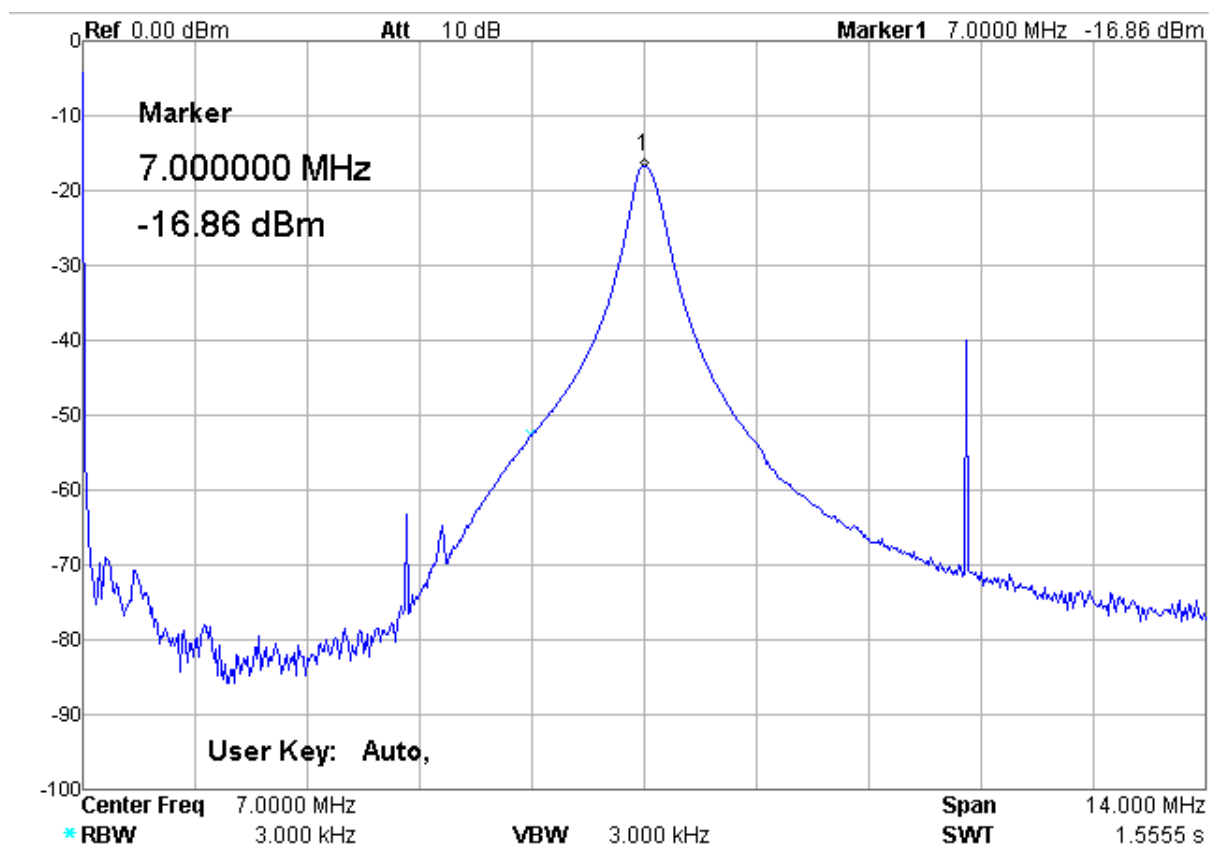
Das Ergebnis lässt Hoffnung aufkommen. Jetzt fehlt mir noch die Signalbelastung am Abend. Muss also warten, bis sich am Inverted-V der sonntägliche Funkbetrieb einstellt, denn es ist erst 15 LT. Immerhin ist ein Abstand zum QRM von 25 dB zu erwarten, wenn man sich auf den Frequenzbereich des 40m-Bandes bezieht. Das würde so wirken, als ob man ein Dämpfungsglied mit 20 dB vorschaltet. Sollte also die übliche Verminderung von IM wahrnehmbar sein.

## **Härtetest und Varianten**

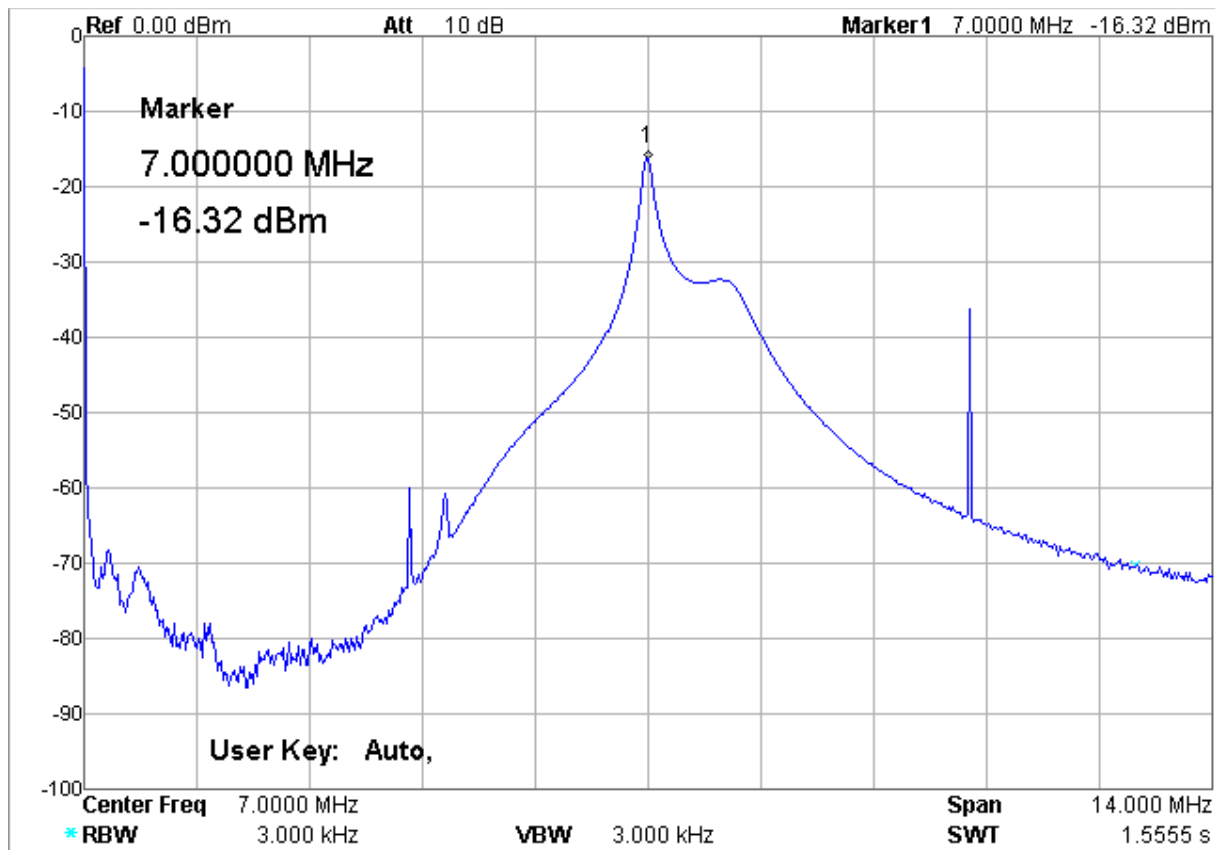
Natürlich kommen immer noch geringe Störungen von starken Trägern hörbar durch. Aber das ist akzeptabel.

Habe dann mal mit zwei Drehkos und einem kleineren Koppelkondensator(jetzt 5p) experimentiert. Die Abstimmung des ersten Drehkos ist unproblematisch. Mit dem zweiten Drehko kann man sehr fein einstellen. Beim Höreindruck bemerkte ich bereits die positiven Effekte einer geringeren Bandbreite. Das nächste Bild zeigt die Wobbelkurve. Man

erkennt eine Bandbreite von ca. 320 kHz bei nur geringem Einbruch des Ausgangspegels am Drain. Allerdings hatte ich inzwischen auch eine kleine Induktivität(100uH) in den Drainkreis zusätzlich eingefügt. Die Gesamtverstärkung wurde dadurch angehoben. Und auch bei 14 MHz zeigte sich keine Schwingneigung. Die Grenzemfindlichkeit stieg auf 0,2 uV! Die Änderung werde ich beibehalten.



Wenn man den zweiten Drehko verstimmt, kann man eine noch kleinere BW erreichen. Die Kurve wird spitzer. Dabei fällt der Pegel nur wenig ab. Das kann manchmal von Vorteil sein. Störende Nebenträger werden so ausgeblendet. Sehr nützlich beim sog. Doppelpfang. Und wenn man später noch ein selektives Filter im Audiobereich hat, wird die Empfangsqualität noch verbessert.



Die BW ist < 100 kHz. Ein Signal von 0,2 uV war noch gut zu hören.

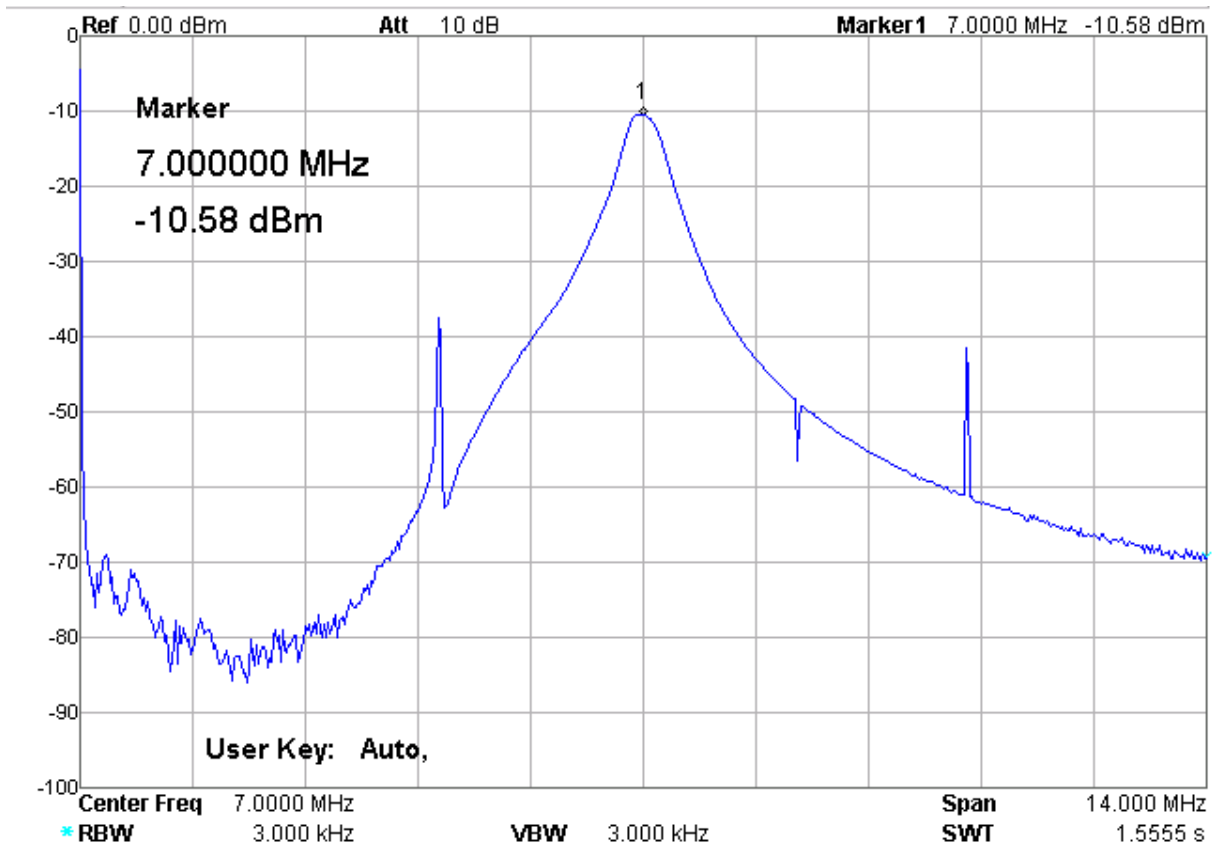
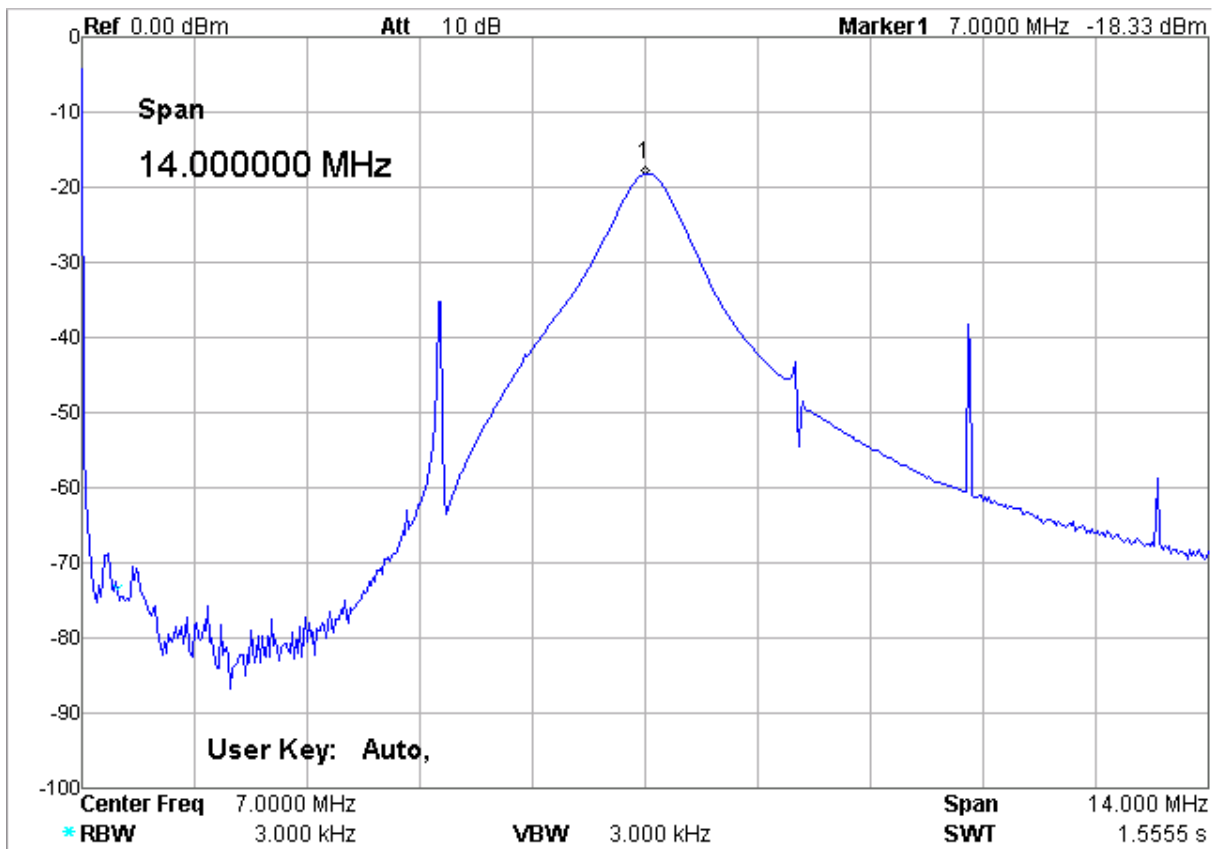
## Bandfilter mit C-Dioden-Abstimmung

Die Bedienung mit zwei Drehkos ist akzeptabel. Bringt sogar die beschriebenen Vorteile. Dennoch werde ich ein Bandfilter mit C-Dioden aufbauen und untersuchen. Ob die dann nennenswert Intermodulation erzeugen, wird sich zeigen.

Das erste Bild zeigt den Verlauf mit 3 Stcj BB109 parallel geschaltet. Im zweiten Bild ist er mit einem Folien-Drehkondensator(140p) zu sehen.

Man sieht, dass wegen der geringeren Güte der C-Diode 8 dB Verluste sind. Ebenso ist deshalb die BW größer. Dabei wurde der erste Abstimmkondensator als Folien-Drehko nicht

verändert.



Die C-Dioden waren am zweiten Kreis angeschlossen. Die Selektion und damit die Weitabdämpfung ist mit einem Drehko 10 dB besser. Beide Kreise waren auf dieselbe Frequenz abgestimmt!

## **Fazit**

Beim Ersatz durch C-Dioden ist mit einem Empfindlichkeitsverlust zu rechnen. Den kann man durch höhere Verstärkung ausgleichen. Besser sind jedoch zwei Drehkos zu verwenden. Der Unterschied in der Qualität ist aber nicht groß. Wer keinen Drehko beschaffen kann, ist mit den C-Dioden auch gut bedient. Die Hintergrundgräusche (das Grundrauschen) waren am Abend unverändert. Ich konnte allerdings ein Durchschlagen von starken Rundfunksendern wahrnehmen.

## **Selektion verbessern**

Tja, zwei Möglichkeiten:

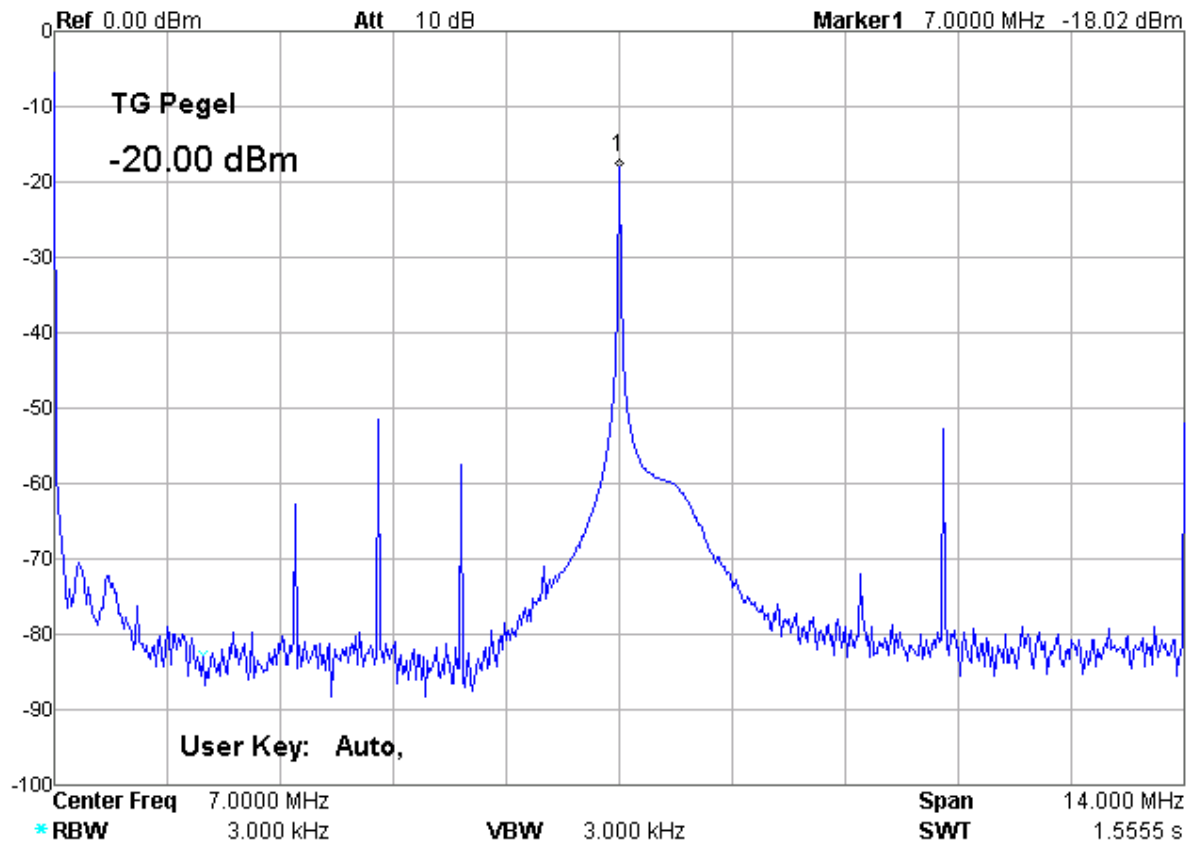
Die Güte der Schwingkreise erhöhen.

Die Verluste im Schwingkreis aktiv kompensieren.

Mit einer positiven Rückkopplung (RK) sollte das machbar sein. Also wickelte ich vier Wdg auf den zweiten Kern und machte mit einem 1k-Poti die Einstellung variabel. Nun konnte ich die RK regeln und die Wirkung am SA beobachten. Es zeigte sich tatsächlich eine wesentlich schmalere Resonanzkurve. Und den Grad der RK konnte man gut noch vor dem Einsatz der Eigenschwingungen einstellen. Allerdings

musste ich die Verstärkung etwas(4dB) zurücknehmen, denn sonst trat die Selbsterregung ein.

Hier das Bild mit RK:



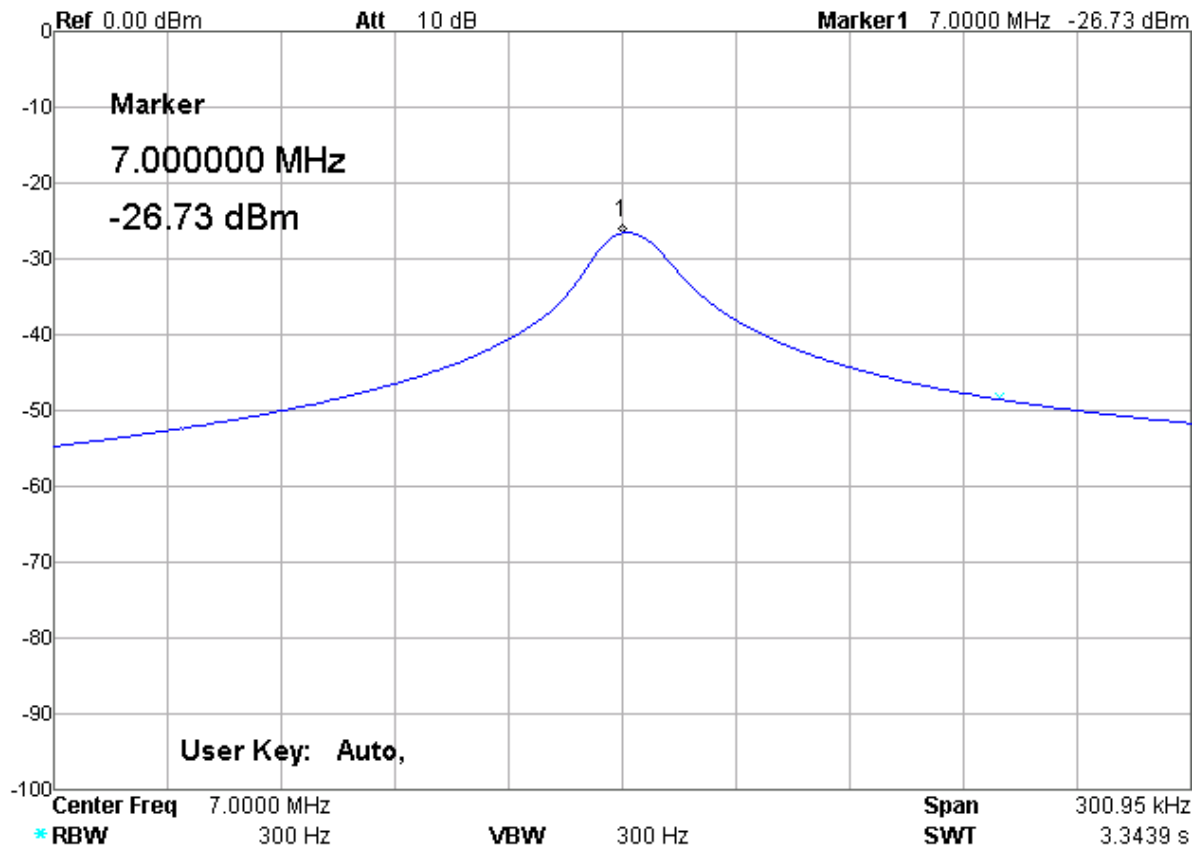
Tatsächlich konnte ich eine minimale Bandbreite von 20 kHz erzielen, wenn ich die RK kurz vor den Schwingungseinsatz einstellte. Es war eine deutliche Zunahme des Signalpegels zu hören. Das Grundrauschen war kaum noch wahrnehmbar.

## Fazit

Wenn man die Schaltung optimal aufbaut, ist die RK ein wirksames Hilfsmittel, das lästige Grundrauschen wesentlich zu vermindern. Wir haben 10 dB Verstärkungsrückgang. Dafür aber eine sehr geringe Bandbreite und ein extrem niedriges Grundrauschen. Die IM-Produkte am ersten Misch-MOSFET

sollten geringer werden. Tatsächlich wurde der Ton der CW-Zeichen sauberer. 0,2 uV waren deutlich wahrnehmbar!

**Bild:** Mit optimaler Einstellung der RK ohne Schaltbetrieb am Gate2



## Eine weitere Idee

wollte ich noch testen:

Die RK am Gate2 wie in einem Pendelaudion schalten. Mit hoher Frequenz, deren Oberwellen nicht ins Empfangsspektrum fallen, sollte ein Betrieb mit minimaler Bandbreite möglich sein.

Die Schaltspannung könnte man sogar am letzten Mischer (CLK2 = 50,6 kHz) abnehmen. Mal sehen, ob sich Störungen zeigen.

## **Ergebnis**

Diese Betriebsart erfordert eine gründliche Optimierung aller Schaltungseinzelheiten. Sie ist grundsätzlich möglich und könnte Verbesserungen bringen. Aber es zeigen sich im fliegenden Aufbau viele Mischprodukte. Eine Abstimmung der Schaltfrequenz auf möglichst wenige Störsignale ist notwendig. Dennoch könnte dieser automatische Betrieb einer RK die Bedienung des Radios vereinfachen. Allerdings ist der „Zugewinn“ an Empfangsqualität im Augenblick nicht festzustellen. Das Grundrauschen nahm eher etwas zu und die vielen Birdies leider auch. Ich werde daher nur die einfache RK vorsehen. Vielleicht werde ich mich später mal mit einer Realisierung beschäftigen.

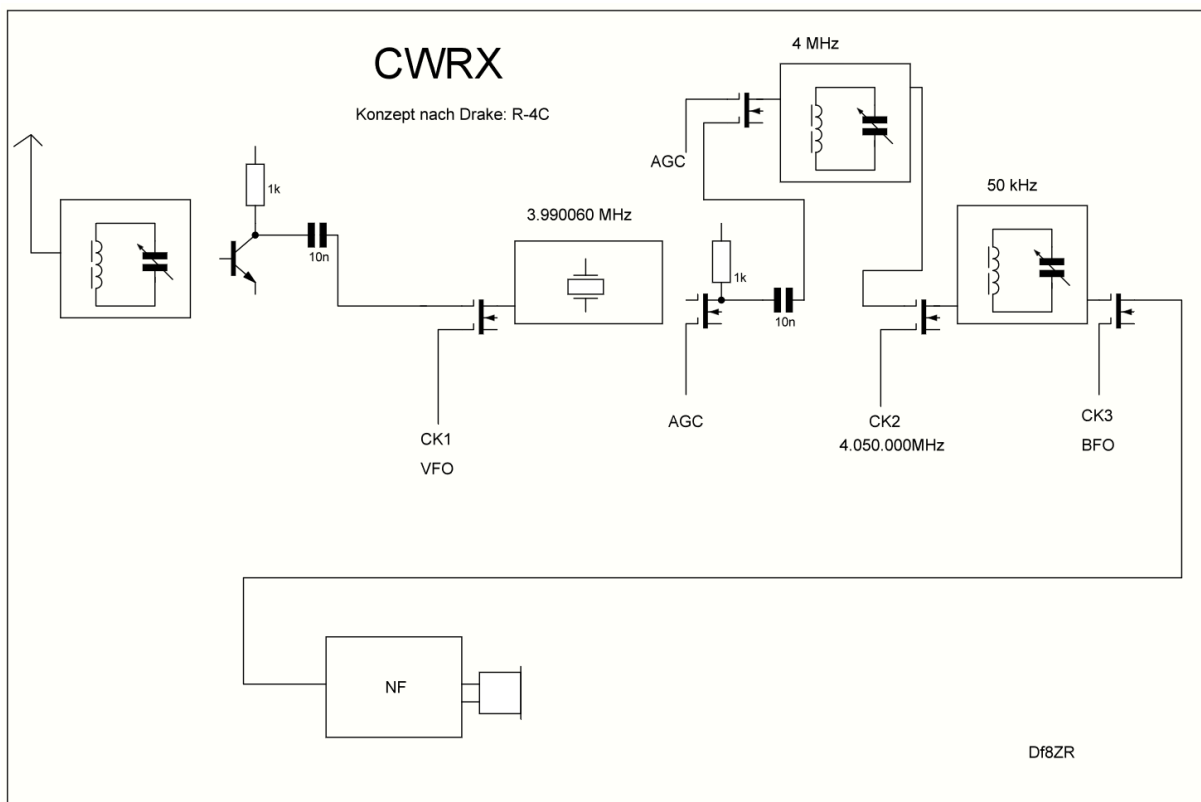
## **Erkenntnis**

Die Entwicklung des Frontends ist damit abgeschlossen. Ich werde das Bandfilter mit zwei getrennt zu bedienenden Drehkos aufbauen. Für die RK ist ein weiterer Drehknopf vorgesehen. Ebenso noch einer für die Verstärkung(RF-Gain).

Zusammen mit dem Abstimmknopf und den Stepschaltern sind mehr Bedienelemente als üblich geplant. Aber dafür wird man mit einer hohen Empfangsempfindlichkeit belohnt, die mit anderen Konzepten kaum erreicht wird. Also wäre der RX ideal für DX im Contest. Wenn es mir gelingen sollte, noch einen guten QSK zu entwickeln, könnte ich einen fast perfekten CW\_RX bauen.

Die nächsten Arbeiten werden sich mit dem Mischkonzept befassen. Hier bringt die letzte niedrige ZF von 50 kHz kaum

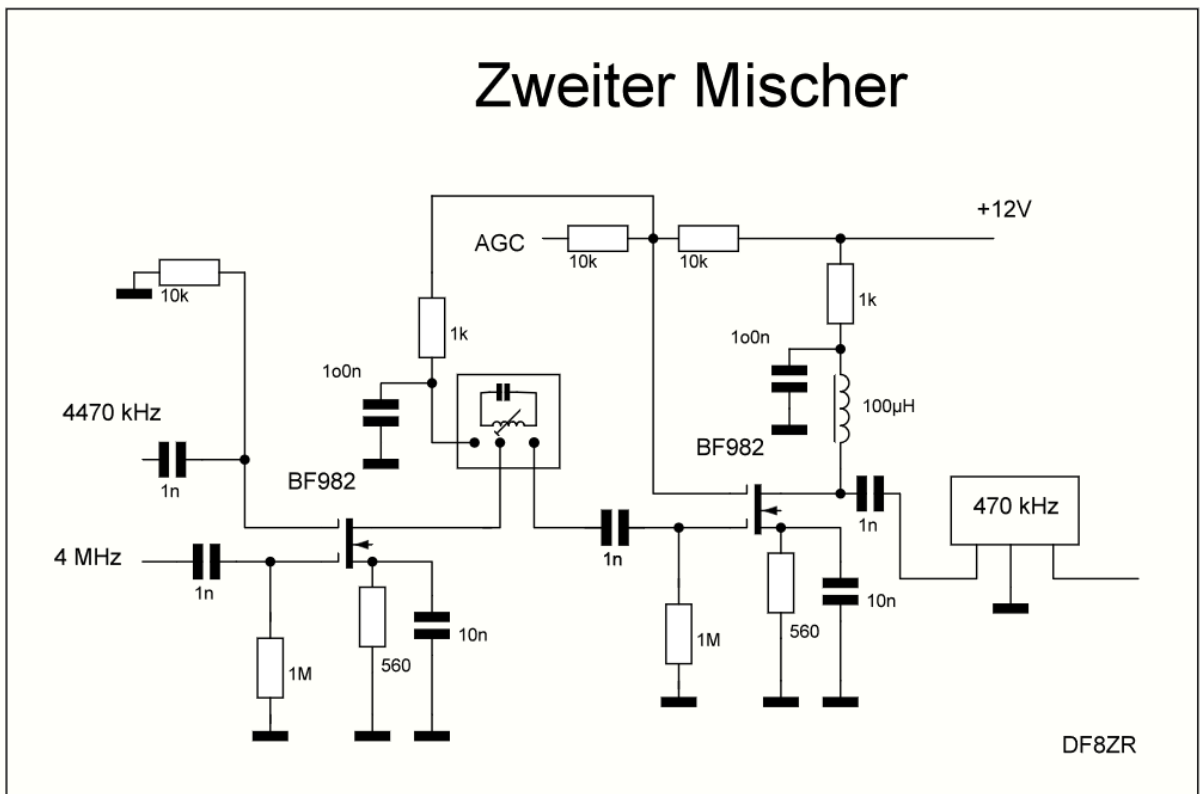
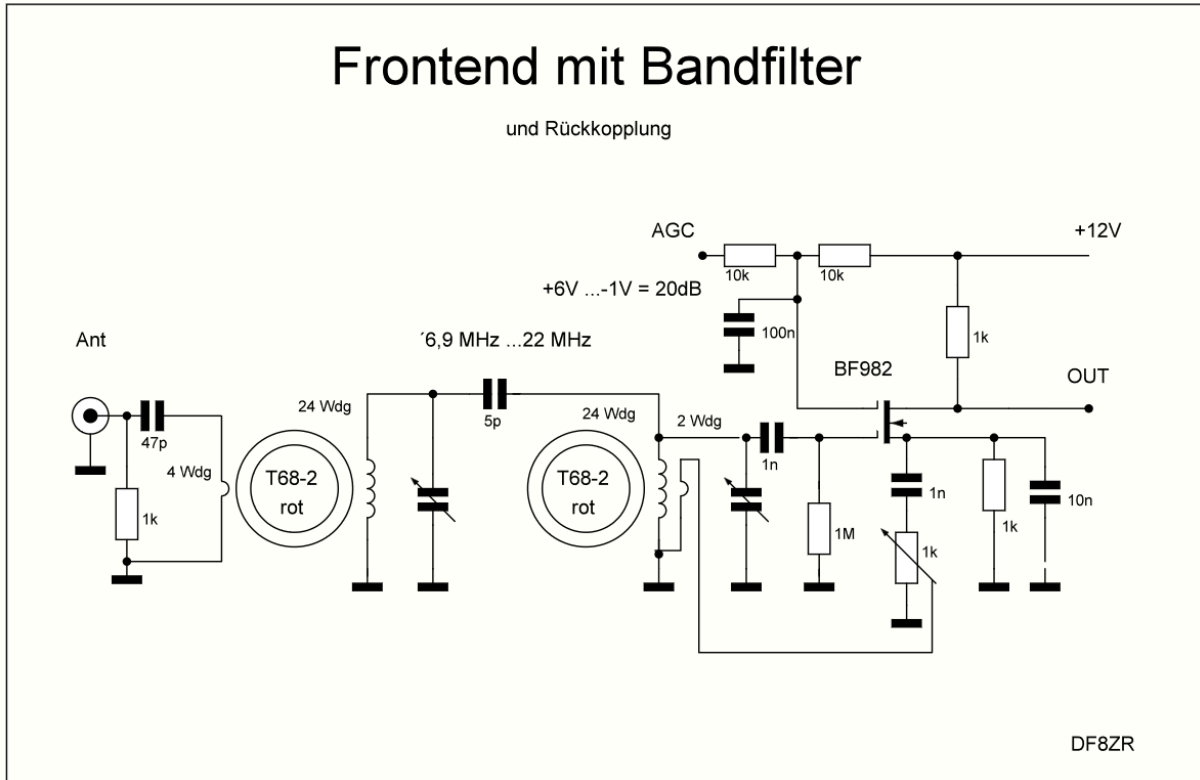
Vorteile. Mit den üblichen Bandfiltern um 450 kHz wäre die Bastelarbeit einfacher und weniger aufwändig. Ich denke auch noch über einen variablen BFO nach. Vielleicht sogar mit einem NE555 statt Si5351, der mir jetzt ein zu schwaches Signal in der letzten Mischstufe bringt. Versuche mit einem externen Generator brachte eine Verbesserung des Signals. Es wurde mit einem Rechteck im TTL-Pegel hörbar sauberer gemischt.



### Erstes Konzept nach Drake: R-4C

Im nächsten Konzept habe ich die zweite ZF auf 470 kHz umgestellt. Es ließen sich die Reste der dritten ZF besser abblocken als bei 50 kHz. Ansonsten war kaum ein Unterschied in der Qualität der Demodulation zu bemerken.

Das nächste Bild zeigt den ZF-Verstärker, der um eine weitere Stufe ergänzt wurde, weil die Gesamtverstärkung zuvor noch zu gering war.



DF8ZR; im Dezember 2024