

# Mittelwellen-Radio

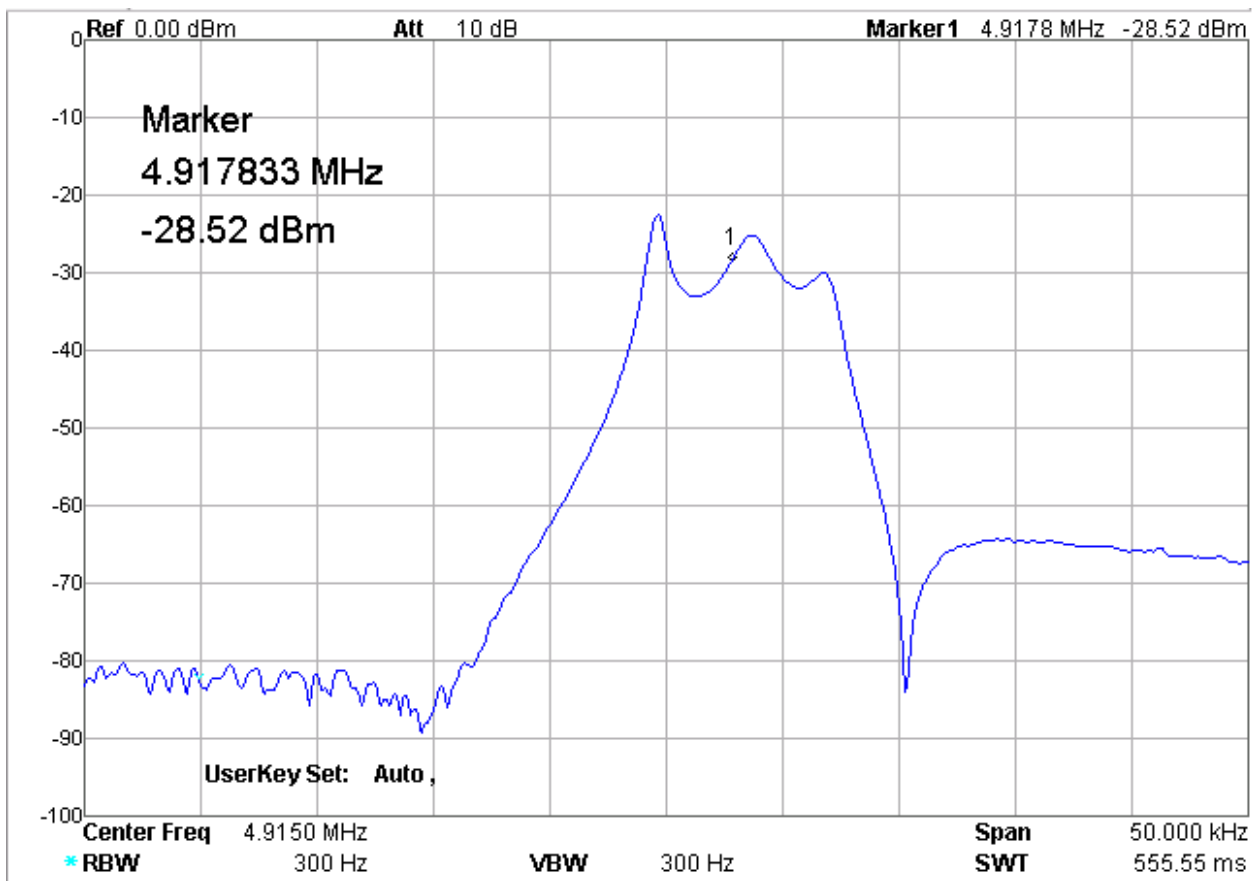
Angeregt durch SM5ZBS wollte ich auch ein MW-Radio mit Quarzfilter basteln.

Schnell waren 40 Stck 4,915 MHz-Quarze zum günstigen Preis eingekauft. Ein Massenquarz, der für die Komponenten in PCs hergestellt wird. Mit einem Quarztester(eine einfache Schaltung) wollte ich solche selektieren, die nicht mehr als 100 Hz von der Nennfrequenz abweichen. Zu meinem Erstaunen war das nicht notwendig, denn fast alle stimmten genau überein. Also wurde flugs ein Filter gebaut. Zunächst hatte ich die Vorstellung, dass man mit 4 Stck ein gutes Resultat erreichen könnte. Es zeigte sich jedoch, dass dieses erste Exemplar viel zu schmal wurde.



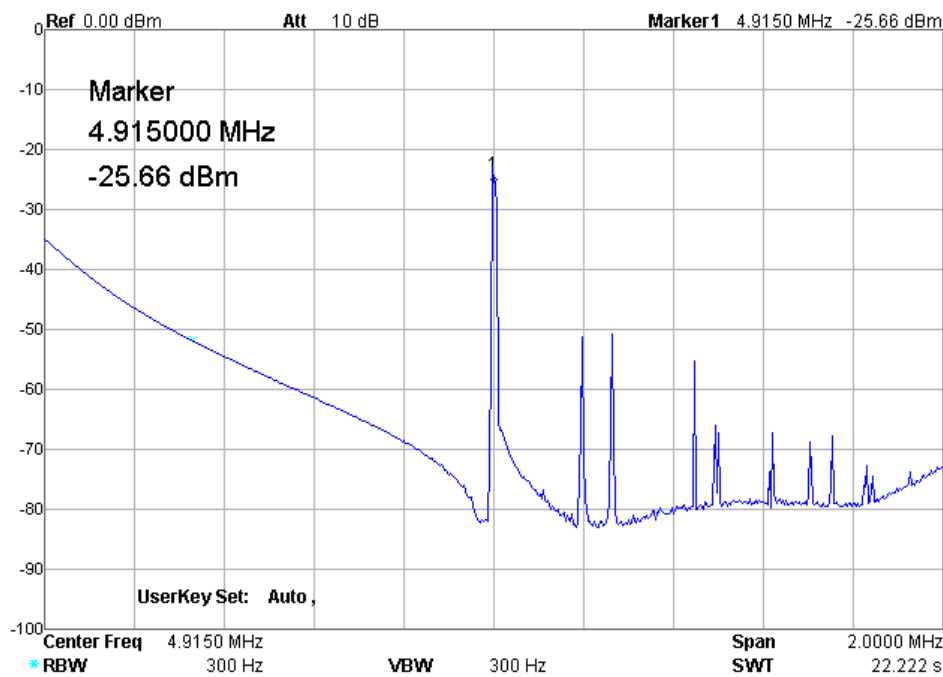
Mit einer Bandbreite von 3 kHz kann man zwar Sprache gut hören, jedoch die Musik klingt einfach zu dumpf. Das Diagramm zeigt einen brauchbaren TopFlat. Bedingt durch das Messen mit Oszilloskop-Tastköpfen ist eine Dämpfung von 10 dB zu beachten. Der Trace war -20 dBm. Das Filter hatte deshalb kaum eine Eigendämpfung und die Welligkeit war maximal 3 dB. Eigentlich ein gutes Filter, das mir hier auf Anhieb gelungen war.

Allerdings ist es nicht ganz so einfach, das Quarzfilter mit einer größeren Bandbreite zu basteln. Alle Versuche führten dahin, nur drei Quarze einzusetzen. Auch SM5ZBS war kein besseres Durchlassverhalten gelungen, als das nachfolgende Bild zeigt:

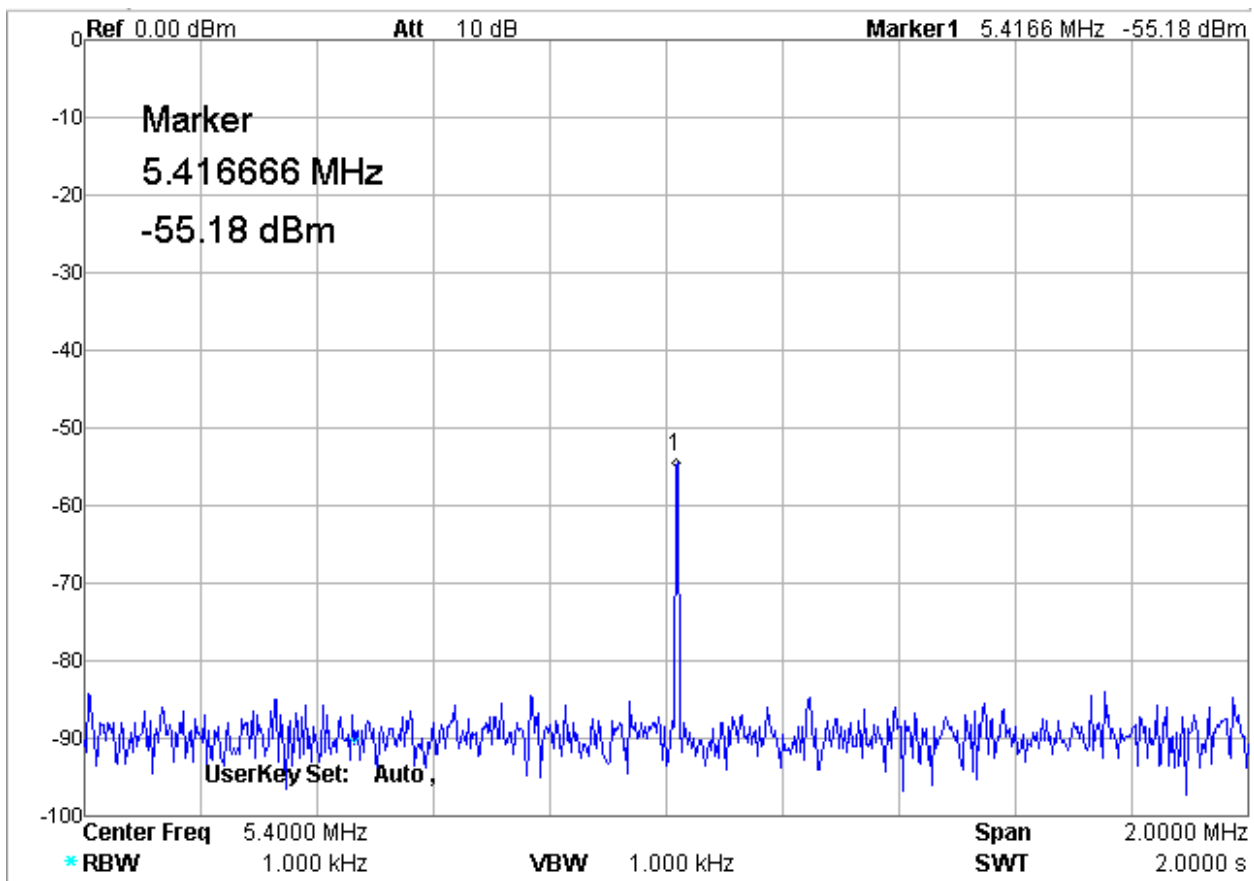


## Nahbereich

Beim Empfang von 0,5 MHz(Beginn der Mittelwelle) ist die Oszillatorfrequenz  $4,918 \text{ MHz} + 0,5 \text{ MHz} = 5,418 \text{ MHz}$ . Die Durchlassdämpfung gerade mal 6 dB. Aber bei höheren Frequenzen müssen wir mit einer Sperrdämpfung von minimal 30 dB rechnen.



Am Eingang des Quarzfilters ist ein Pegel von -50 dBm:



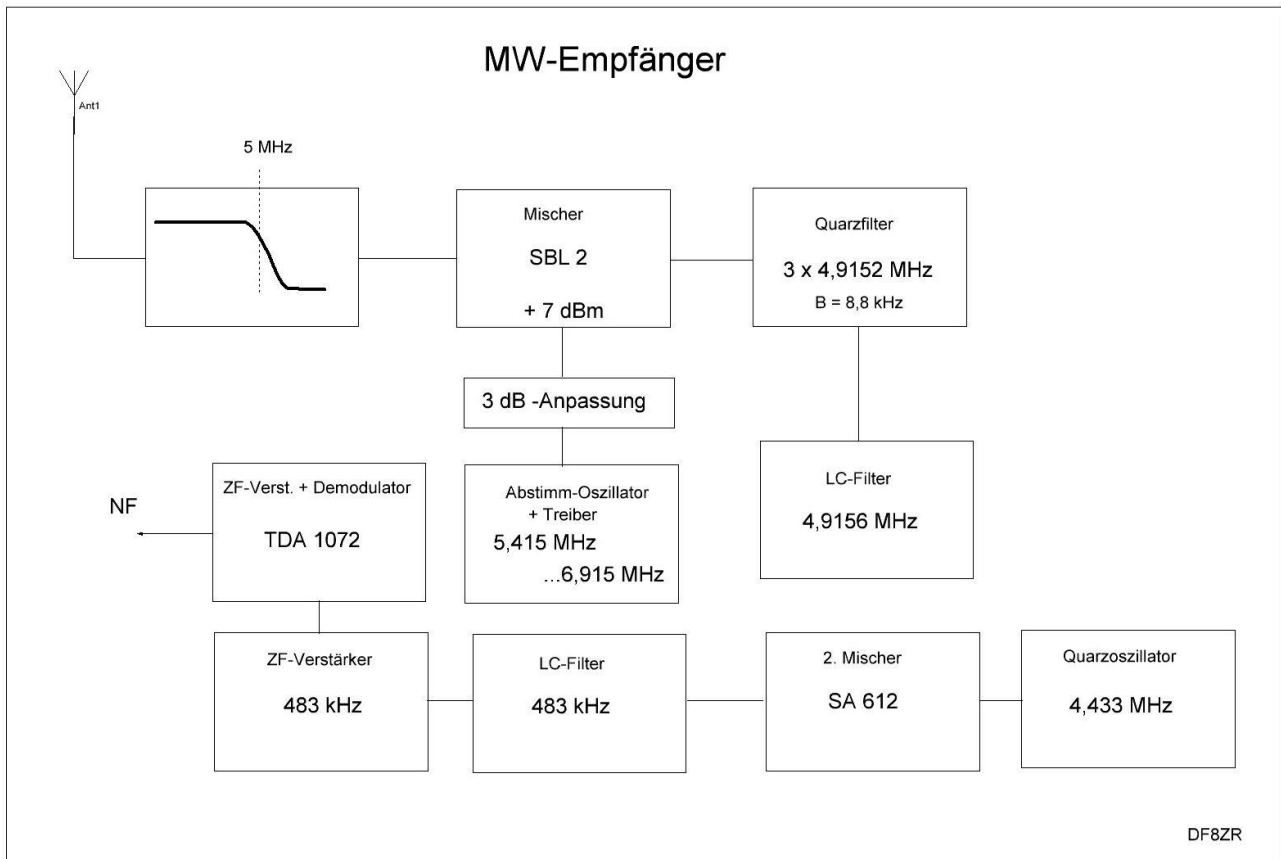
Man muss den Verlust im Tastkopf mit 5 dB beachten. Das Signal hat also ca. 700 uVeff und ist durchaus im Bereich hoher Empfangspegel, die aus der Antenne kommen. Durch die Sperrdämpfung wird es auf ca. -80 dBm geschwächt. Der nachfolgende ZF-Verstärker im TDA 1072 ist offenbar breitbandig. Der Hersteller macht keine Angaben zur Qualität des demodulierten Signals bei höheren Frequenzen. In einer ersten Ausführung habe ich also die ZF von 4,91 8 MHz über einen Anpassungstransformator 1 : 25 eingekoppelt und eine durchaus akzeptable Tonqualität gehört. Dennoch wollte ich den Gefahren eines Durchschlags höherer Oszillatorfrequenzen aus dem Weg gehen und habe dann eine zweite Umsetzung auf die vom Hersteller vorgesehene ZF von ca. 500 kHz gemacht. Und nach dieser Änderung waren einige Zwitschergeräusche (Birdies) verschwunden. Die Tonqualität war auch hörbar besser geworden. Also blieb ich bei diesem Konzept.

Wer aber einen eigenen ZF-Verstärker entwickelt und mit anderen Mitteln demoduliert, kommt mit dem einfachen Konzept sehr gut aus! Ich will hier nicht dem Doppelsuper das Wort reden, denn er bringt auch mehr Rauschen in den Signalweg.

## Zusammenfassung

Bis hier habe ich also vorbemerkt, wie man heute ein Mittelwellenradio mit einem Quarzfilter relativ schnell und preiswert basteln kann. Der wesentliche Vorteil ist die

ausgezeichnete Trennschärfe. Ich habe am frühen Abend im Januar 2015 über einhundert Sender gezählt und dabei keinen Spiegelfrequenzempfang festgestellt. Man kann mit dem Radio eindrucksvoll darstellen, wie sich die Betreiber an den Kopenhagener Wellenplan halten. Selbst am Tage höre ich noch ferne Sender aus ganz Europa mit meiner 80m-Amateurfunkantenne. Nun aber möchte ich das Konzept im Einzelnen vorstellen:

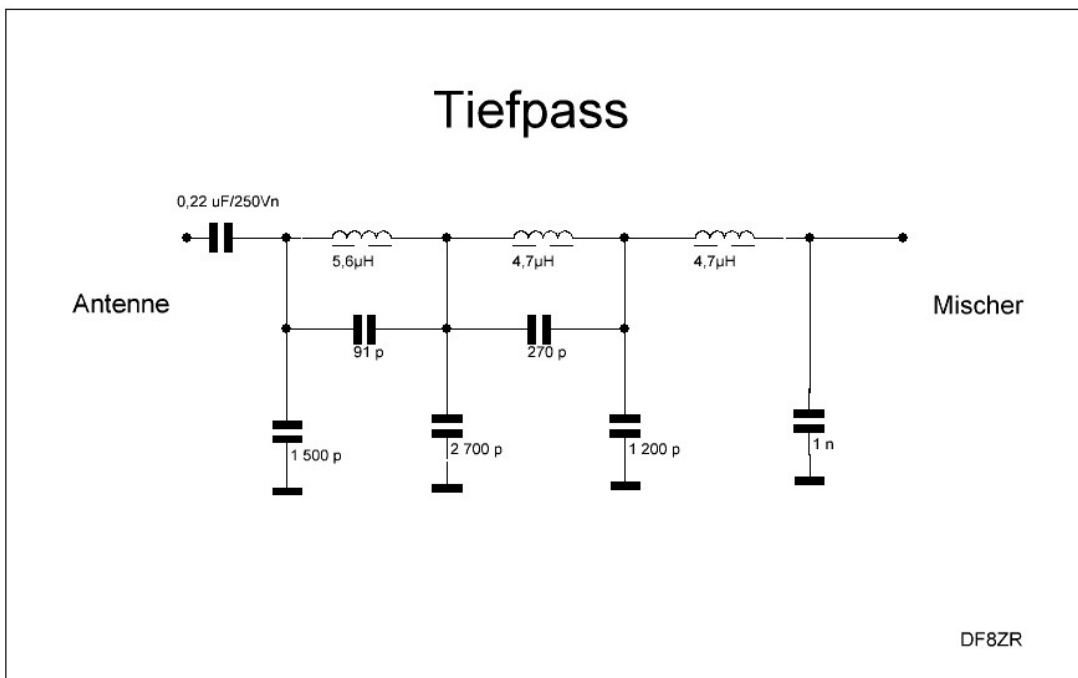


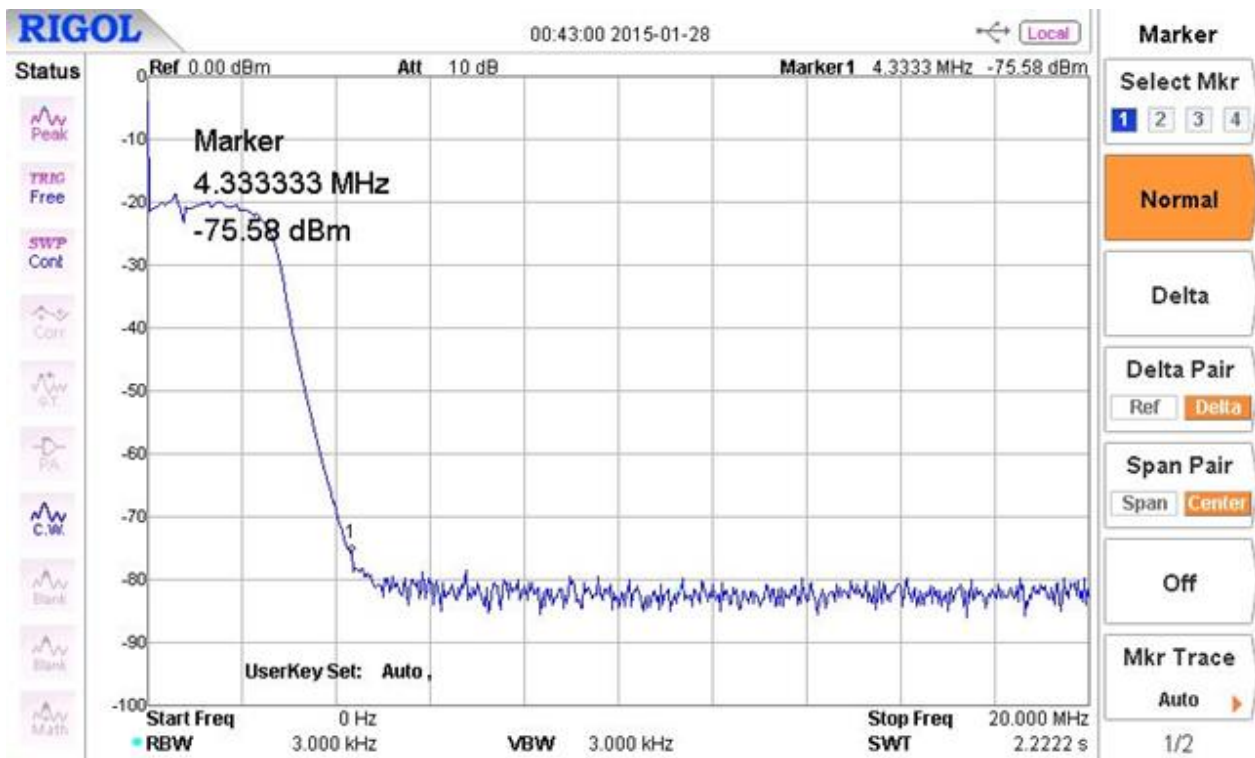
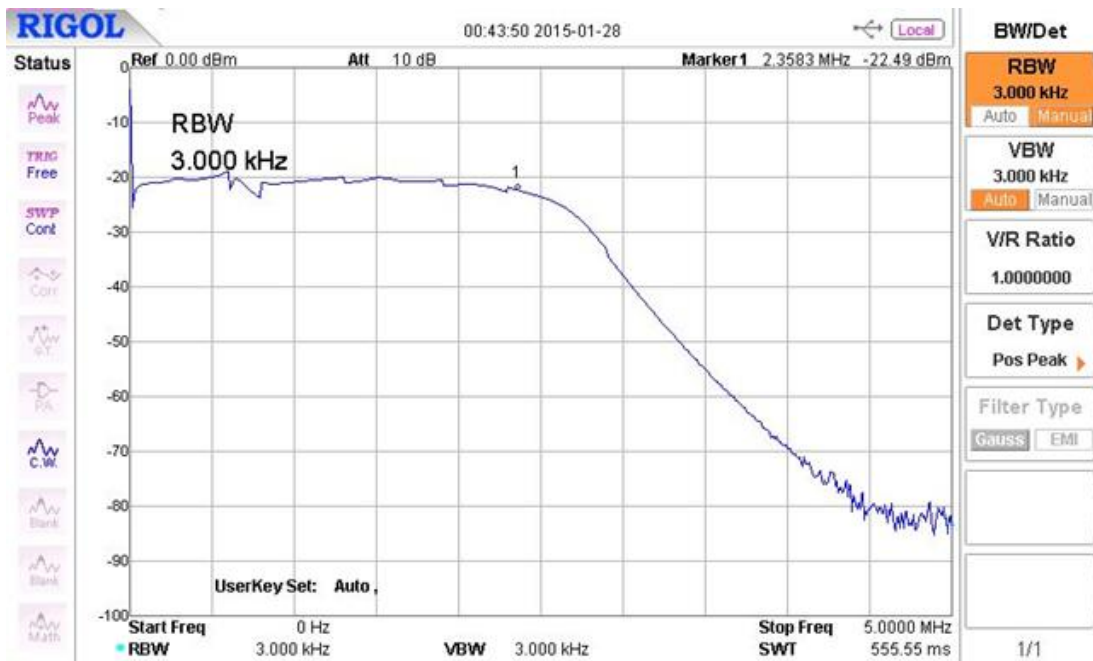
## Eingangsfiler

Bei den üblichen Schaltungen werden ein Vorkreis und der Oszillator mit einem Doppeldrehko im Gleichlauf abgestimmt. Beim Einsatz eines Quarzfilters mit einer hoch über der Empfangsfrequenz liegenden Oszillatorfrequenz kann man sich den Gleichlauf sparen und schützt sich mit einem Tiefpass vor dem Durchschlagen der Spiegelfrequenzen. Für den unerwünschten Empfang muss der aber eine hohe Sperrdämpfung haben. Für die Berechnung gibt es Software im Internet. Zur Nachprüfung der Eigenschaften habe ich RFSIM99 eingesetzt. Das ist sinnvoll, wenn man abweichende Bauteile mit Normwerten verwenden will und nicht sicher ist, wie sich der Tiefpass damit darstellt.



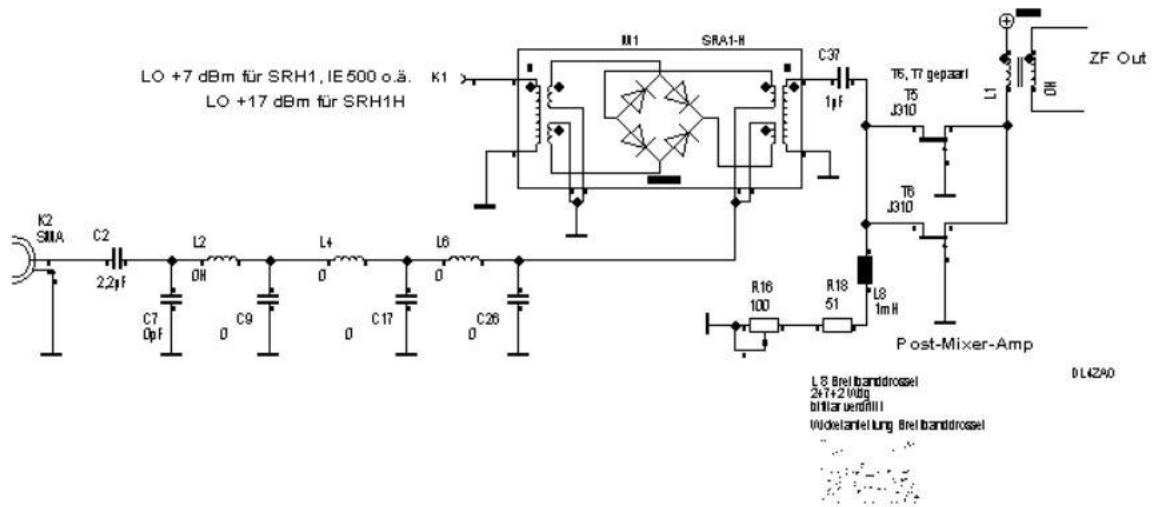
Die Metallbecher sind von ehemaligen ZF-Filtern und schirmen die Spulen ab. Am Antenneneingang schützt ein spannungsfester Kondensator(0,22 uF/ 250V) die Schaltung.





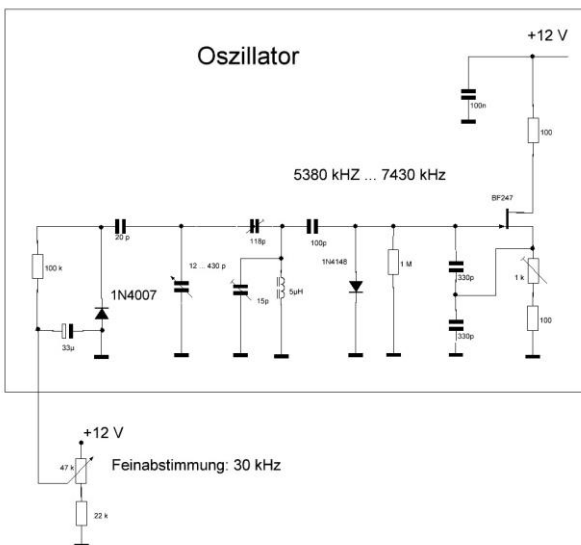
Bei 5 MHz ist die Sperrdämpfung 60 dB. In dem Frequenzbereich der ZF(4,915 MHz) sollten in Europa kaum Sender in Betrieb sein. Falls am unteren Ende des Empfangsbereiches starke Langwellensender durchschlagen sollten, muss man das Antennenfilter um einen zusätzlichen Hochpass erweitern.

## 50 Ohm-Technik

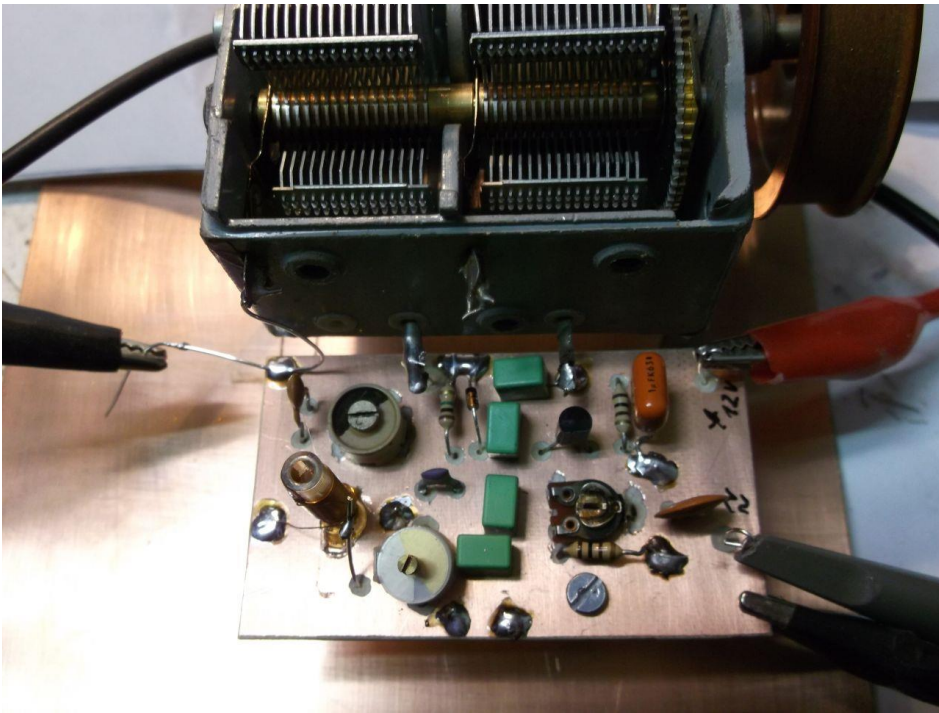


Der Schaltungsvorschlag stellt ein bekanntes Konzept dar. Man findet im Netz verschiedene Abwandlungen. Bemerkenswert ist der korrekte Abschluss des Mixers mit zwei J 310. Da die üblichen Ringdiodenmischer den Oszillatorpegel nur mit 52 ...57 dB zum ZF-Ausgang isolieren, muss man einen Tiefpass nachschalten. In meinem Fall waren bei +7 dBm Oszillatorleistung noch 1,7 mVeff am Ausgang zu messen. Zugleich dient dieser TP auch zur optimalen Anpassung an das Quarzfilter.

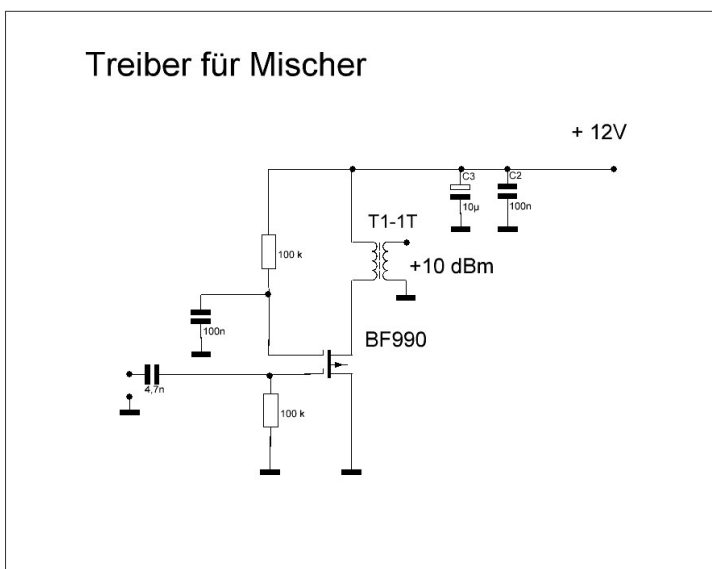
## Oszillator





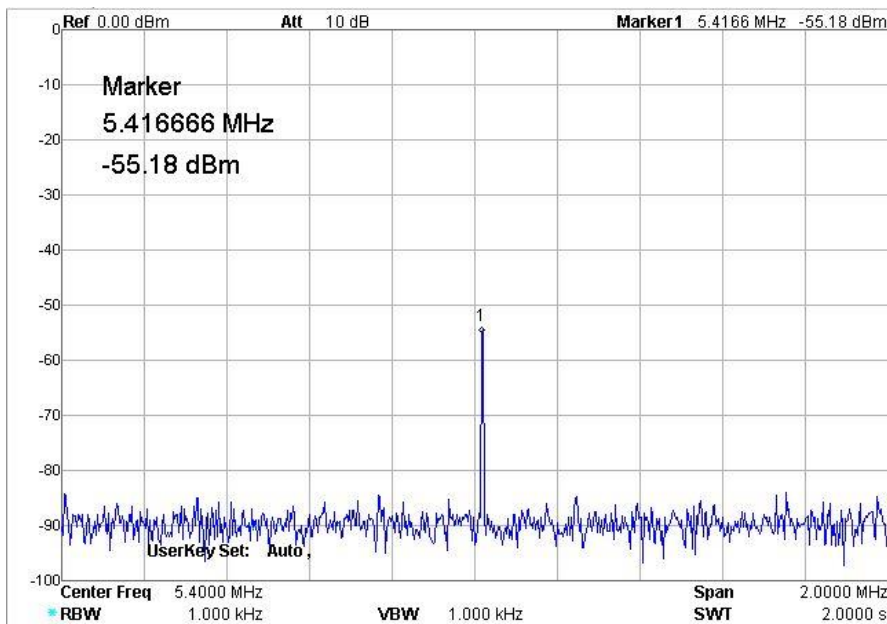
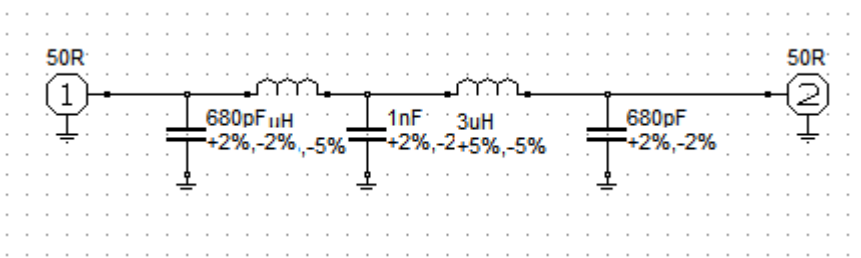
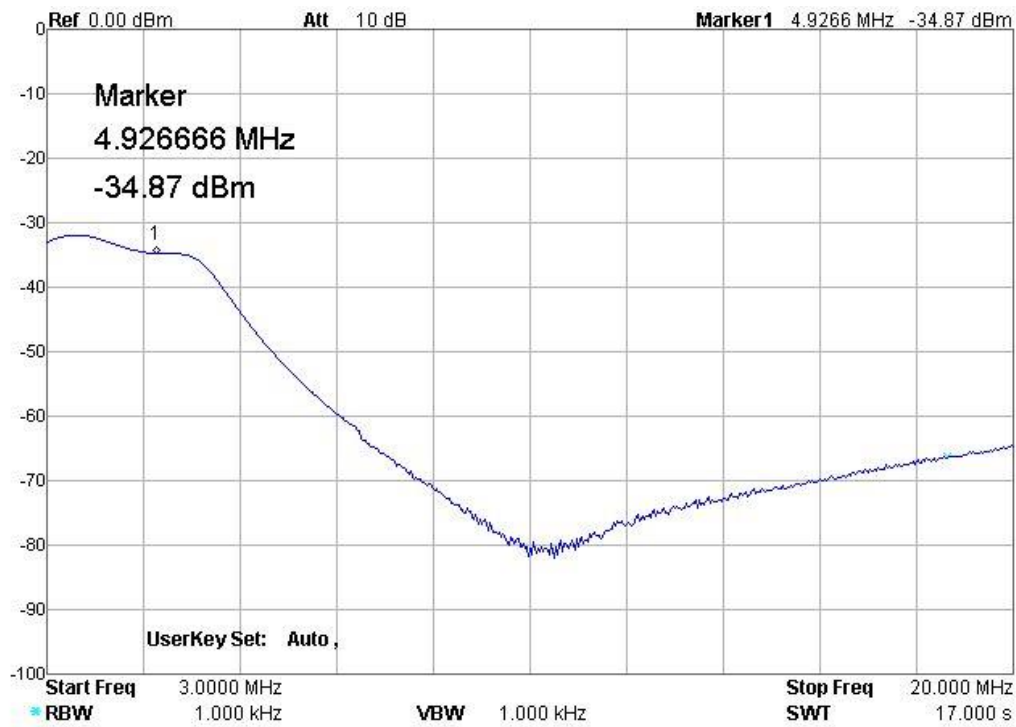


Zunächst stellte sich die Bereitstellung von +10 dBm Pegel als kleines Problem dar. Ein Treiber mit einem BF 990 koppelt wegen der geringen Eingangskapazität lose an die Schwingschaltung mit einem BF 245 an. Mit einem Transformator T1-1 von Minicircuits koppelte ich vom Drain über ein 3 dB-Pi-Dämpfungsglied in den Mischer.



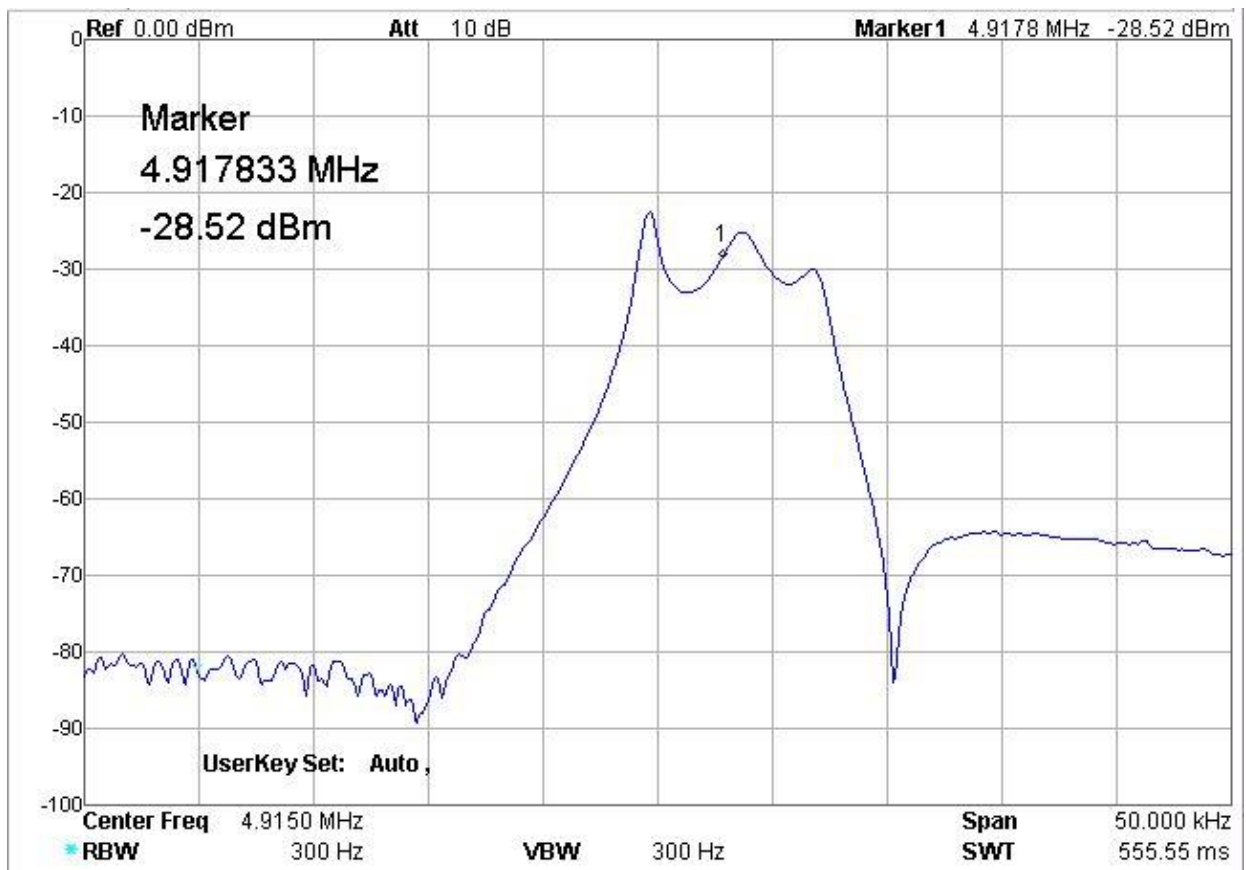
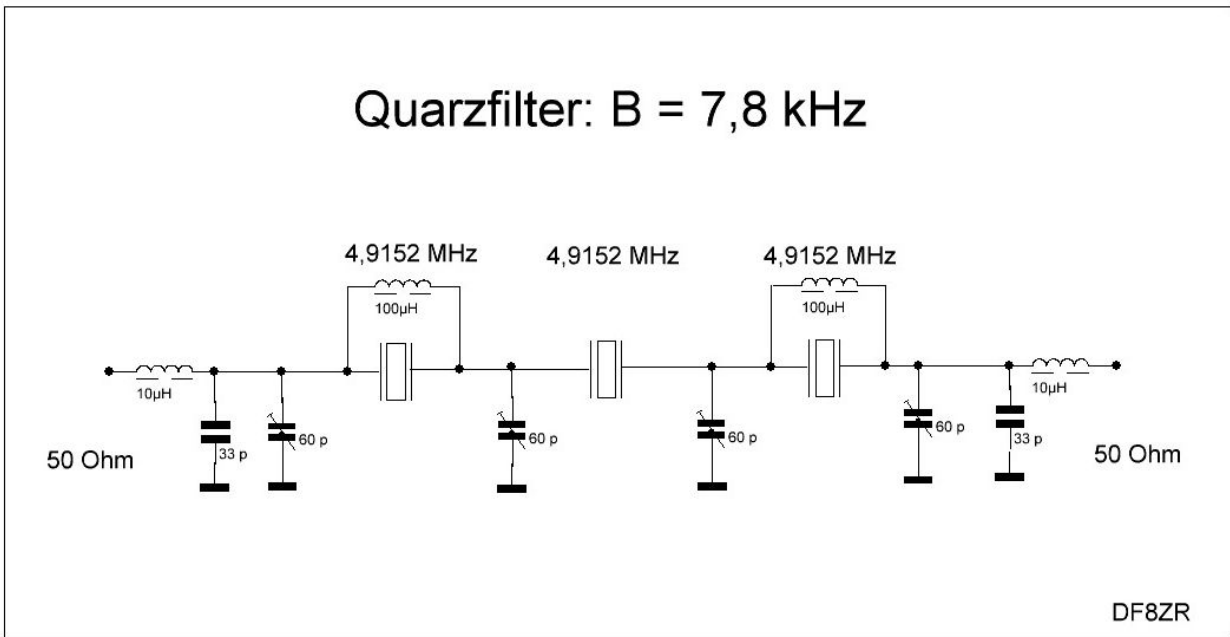
Die Frequenzstabilität ist selbst bei offenem Aufbau kein Problem. Ich habe stundenlang Musik gehört, ohne dass der Sender aus dem Filter lief. Einige hundert Hertz Abweichungen bleiben bei AM unbemerkt. Allerdings habe ich den Tiefpass vor dem Quarzfilter weiter verbessert:





Etwa -50 dBm Oszillatorpegel(5 dB hat der Tastkopf!) sind noch am Eingang vom Quarzfilter. In der 50 Ohm-Technik(niederohmig) sind Einstreuungen eher seltener, sodass man mit einem störungsfreien Betrieb rechnen kann.

# Das Quarzfilter



Es ist mir nicht ganz so gut gelungen wie zuvor, als ich PAL-Quarze verwendete:

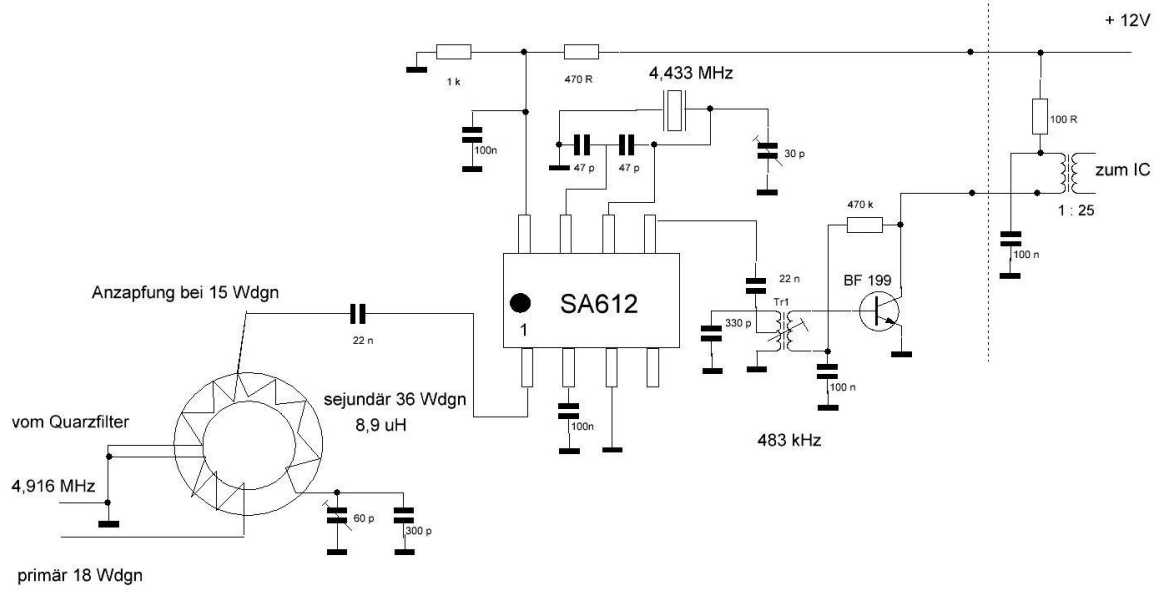


Allerdings müssen die Quarze sorgfältig ausgewählt werden, wenn man eine geringe Welligkeit erzielen will. Die steilen Flanken sind der große Vorteil hinsichtlich der Trennschärfe, die die Sender wie in Kanalfiltern reinbringt. Bei den sonst üblichen Bandfiltern mit LC-Schwingkreisen lassen sich seitliche Überdeckungen eben nicht so einfach vermeiden. Hier aber ist selbst ein sehr schwaches Signal neben einem starken einwandfrei zu hören.

### Frontend-Dämpfung

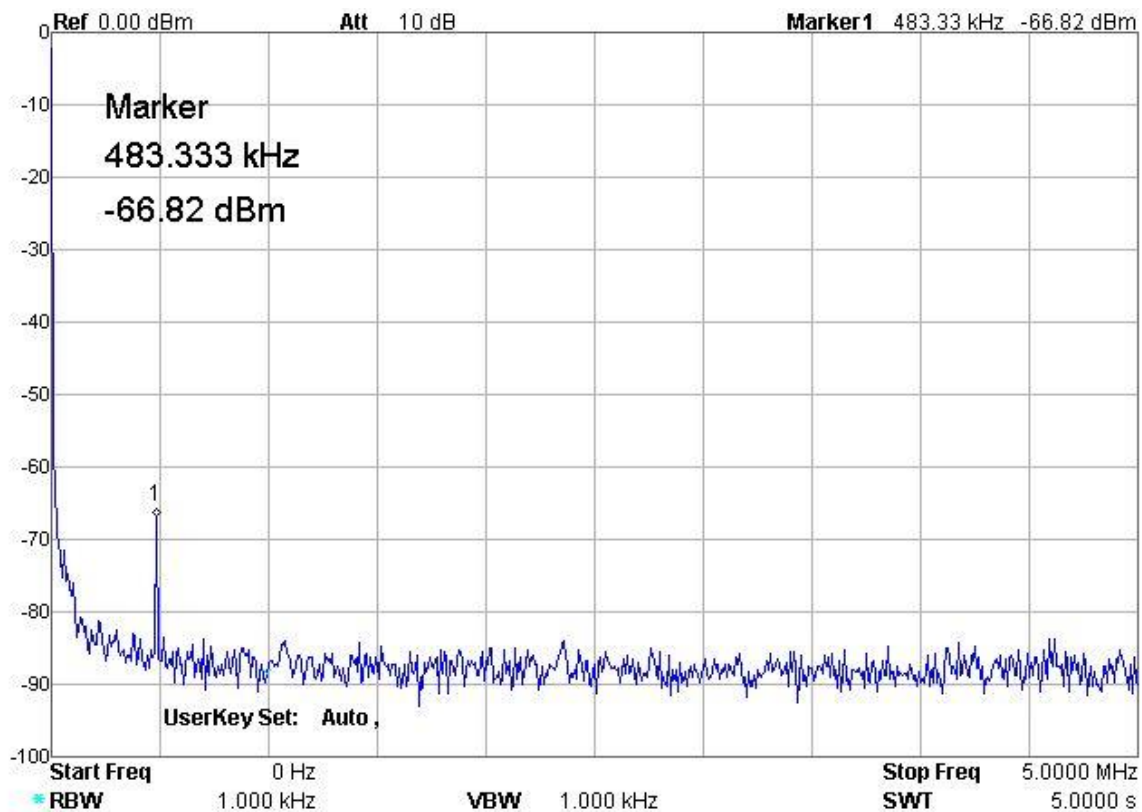
Von der Antenne bis zum Ausgang des Quarzfilters ist eine gesamte Dämpfung durch Verluste von  $> 12$  dB zu bemerken. Will man die ganze Verstärkung des nachfolgenden AM-ICs ausnutzen, muss man die ZF zuvor noch um diesen Betrag verstärken. Mit einer zweiten Umsetzung ist das natürlich sicher zu machen. Für die notwendige Selektivität habe ich einen Eingangskreis auf der hohen ZF vorgesehen. Mit einem Ringkern erzielt man bei der niederohmigen Ausführung allerdings nicht die übliche spitze Resonanz. Mit einem 10,7-MHz-Filter aus älteren Transistorempfängern (blauer Kern) kann man durch Zuschalten von C bei 5 MHz eine Bandbreite von 60 kHz erreichen. Ich verwendete als 2. Mischer den SA 612.

## 2. Mischer + 2. ZF-Verstärker

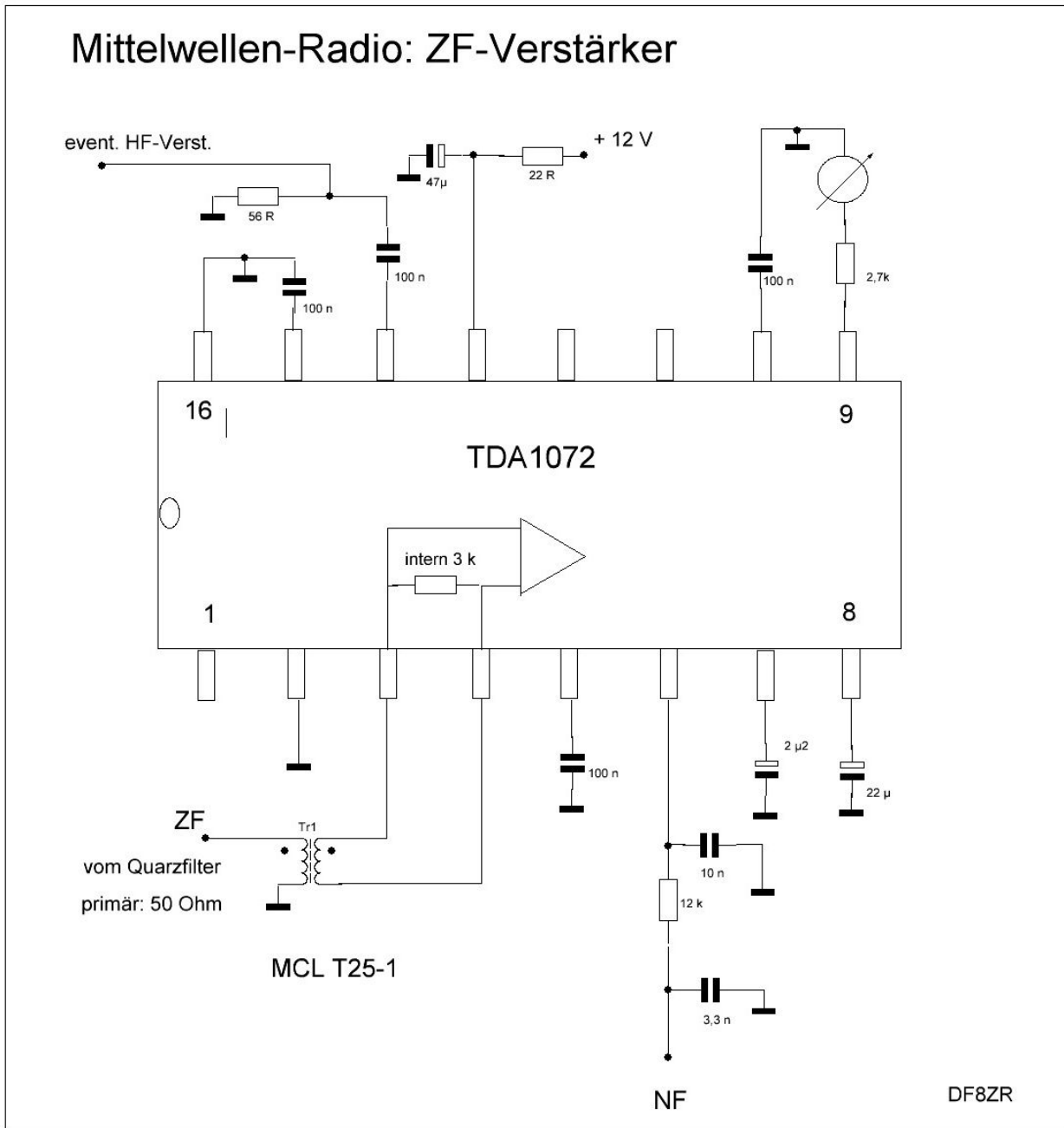


DF8ZR

Es lag auf der Hand, einen zweiten Quarz zu verwenden. Durch die Mischung mit einem PAL-Quarz kommen ca. 480 kHz als zweite ZF heraus. Ideal, um ein bewährtes Filter aus der Transistortechnik(roter Kern) einzusetzen. Mit einem BF 199 machte ich die zusätzliche Verstärkung. Jetzt steht am TDA 1072 praktisch der Pegel am Antenneneingang des Empfängers. Wie gut die Selektion ist, zeigt das folgende Bild:



Bei 483 kHz ist das Empfangssignal von 500 kHz mit -50 dBm. Der Tastkopf hatte hier in Stellung 10 :1 15 dB Dämpfung.



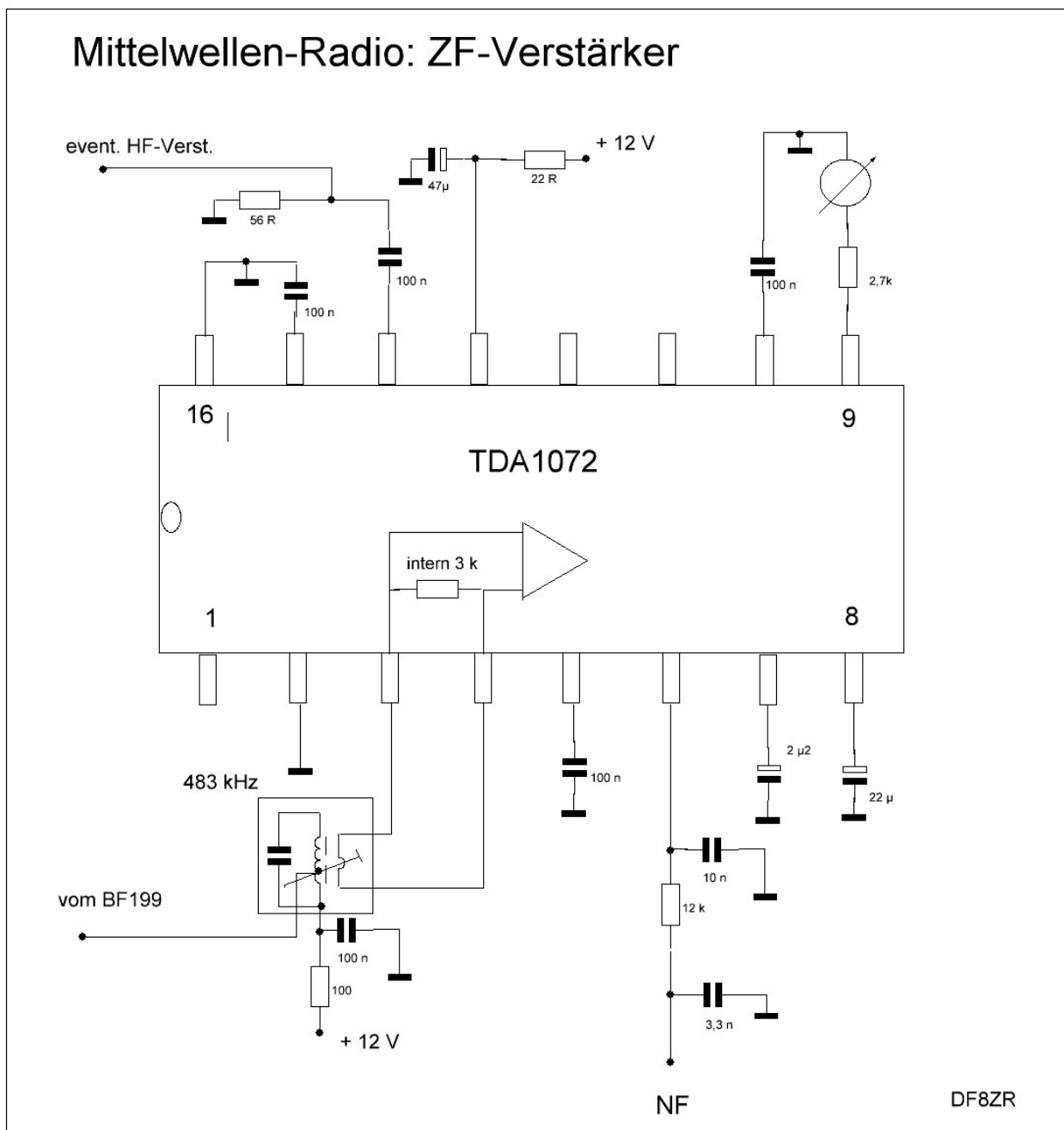
Hier ist die Beschaltung am Einfachsuper abgebildet!

Das Signal wird mit dem 1 :25 Trafo von Minicircuits symmetrisch ins IC eingespeist. Die innere Impedanz ist ca. 3k. Somit ist fast eine optimale Leistungsanpassung gegeben. Sofort zeigte sich die bemerkenswerte Steigerung der Empfindlichkeit. Schon am frühen Nachmittag konnte ich viele Sender hören. Am Abend war dann das volle Leben auf der Mittelwelle wahrzunehmen, wie ich es bisher nie für möglich gehalten hätte. Die Sender plopten nur so nacheinander herein. Es ist eine wahre

Freude, mit Feingefühl über den 2 MHz breiten Empfangsbereich zu surfen. Das muss man einfach mal als Radiobastler erleben!

### Nachträgliche Änderung

Es hat sich gezeigt, dass man mit einem auf die zweite ZF abgestimmten Filter noch eine Steigerung der Empfindlichkeit um + 6dB erreichen kann. Die Selektivität wurde auch verbessert. Der Rauschanteil steigt nicht an, weil ja die Bandbreite vor dem TDA geringer wird. Bei einem Antennensignal von 200 uV RMS ist der Ton rauschfrei.

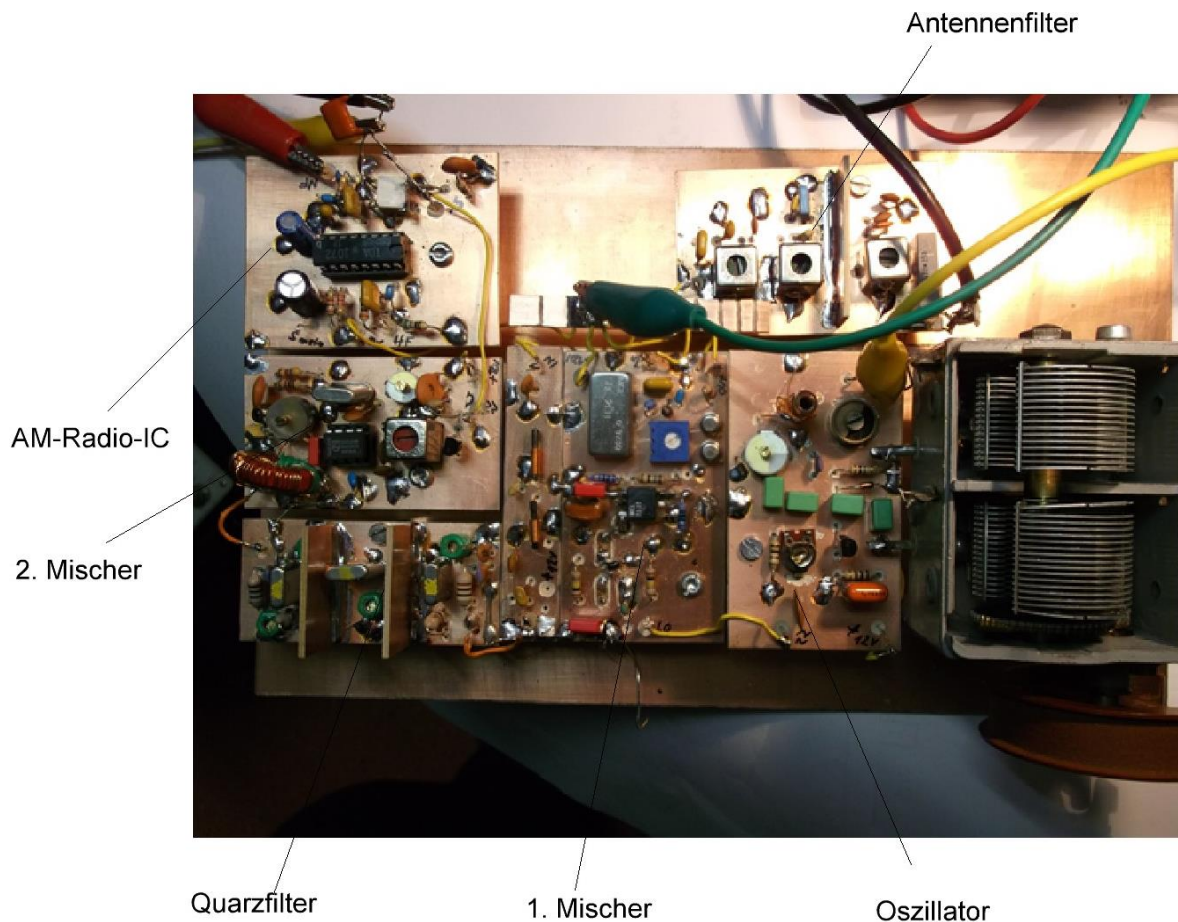




## Ausblick

Ich werde dem Radio noch eine digitale Frequenzanzeige(Box73) geben. Aber auch eine mechanische Linearskala soll es kriegen. Und das Gehäuse wird transparent sein, damit meine Schüler die Einzelheiten sehen können. Zum Betrieb wird ein Akku eingebaut, der über eine Buchse nachgeladen werden kann. Und natürlich wird es ergänzt durch eine Endstufe mit einem guten Lautsprecher.

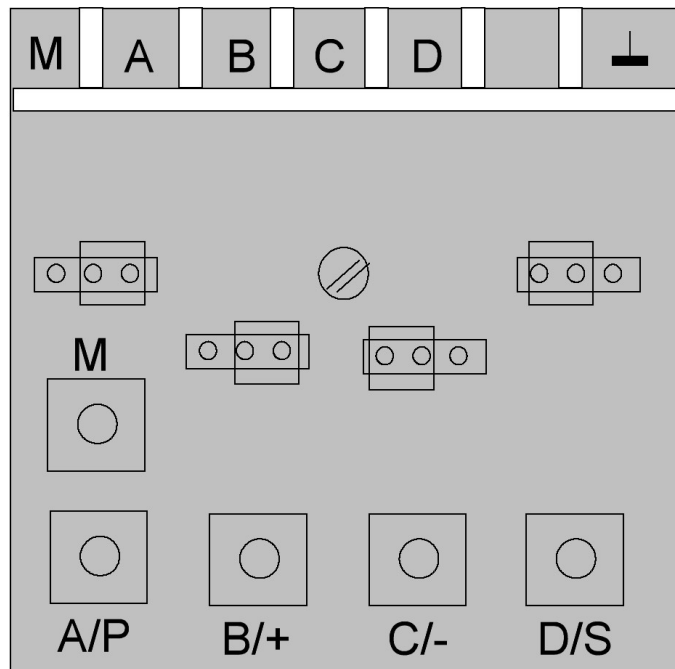
Abschließend ein Foto vom Aufbau:



## Der Frequenz-Zähler

Es wird eine Modul vom Verlag „Funkamateurl“ eingesetzt. Mit diesem Bausatz habe ich nur gute Erfahrungen gemacht. Es ist eines von denen , die keine Störstrahlung erzeugen! Allerdings ist die Programmierung nicht ganz trivial. Man muss sich einarbeiten. Damit ich auch zukünftig nicht lange raten muss, habe ich hier die wichtigsten Handgriffe beschrieben.

# Programmierung für den Frequenzzähler



Man kann die Programmierung ganz einfach mit einem Draht durchführen, der kurz mal an Masse gehalten wird. Aber aus den bisherigen Erfahrungen bin ich schlauer geworden: Jetzt wurde extra ein Modul dafür angefertigt. Das macht die Sache einfacher und man ärgert sich nicht über jeden vergeblichen Versuch mit Fehlern.

Die Einstellungen an 4..5 Kontaktfeldern haben im Programmier- und im Betriebsmodus unterschiedliche Wirkungen. Für die feste Betriebseinstellung sind Steckbrücken vorgesehen. So werden erst nach der Programmierung die Brücken A und B auf Masse gelegt.

Während der Programmierung müssen alle festen Brücken offen sein! Man beginnt mit dem Drücken der taste M und schaltet das Gerät ein. Es erscheint der Schriftzug: „Programmiermodus“. Nach dem Loslassen von M kommt die Versionsmeldung. Nun geht es im Kreis weiter mit der Taste P. Sie schaltet die einzelnen Parameter fort. Die Meldungen sind eigentlich selbsterklärend. Ich habe gelernt, dass es zweckmäßig ist, nach jedem Schritt die Taste S zu drücken, damit der gerade eingegebene Wert auch wirklich gespeichert wird.

Mein Radio arbeitet im Modus 1 mit der Formel:  $f - \text{Offset}$ . Die Offset-Frequenz ist wegen des Quarzfilters auf 4 920 kHz eingestellt. Die geringe Ablage, die man mit BFO eingeben könnte, habe ich nicht aktiviert. Die Frequenzanzeige ist auf +/- 100 Hz genau und stellt die Frequenz dar, die in die Mitte des Durchlassbereiches (Quarzfilter) fällt.

Erst nach der Programmierung setzt man die Brücken für den gewählten Anzeigebetrieb(hier A und B für Modus 1)!

Unterschreitet die Betriebsspannung 11 V, beginnt die Spannungsanzeige zu blinken. Der Akku sollte dann nachgeladen werden.

Das Radio-IC gibt maximal 3 V heraus. Auf diesen Grenzwert habe ich die Balkenanzeige gesetzt. Ohne Signal sieht man 1...2 Balken. Bei voller Aussteuerung ist ein Signal von 20mV RMS(-23 dBm) an der Antennenbuchse. Ab -60 dBm(200 uV) wird das Signal rauschfrei.

DF8ZR; im Januar 2015

Nachtrag:

Es hat sich gezeigt, dass ein Empfang der Spiegelfrequenzen(10,3 ...11,6 MHz) am Abend und in der Nacht mit dem Konzept nicht verhindert werden kann. Die Sperrdämpfung des Tiefpasses mit 70 dB reicht nicht aus. Ein Signal mit -40 dBm wird im Hintergrund störend zu bemerken sein. Abhilfe wäre denkbar, wenn man das Quarzfilter auf 9 MHz oder höher betreibt. Man suche die Bereiche möglicher Spiegelfrequenzen nach starken Sendern ab, bevor man sich für eine Quarzfrequenz entscheidet.

DF8ZR; im Januar 2015