

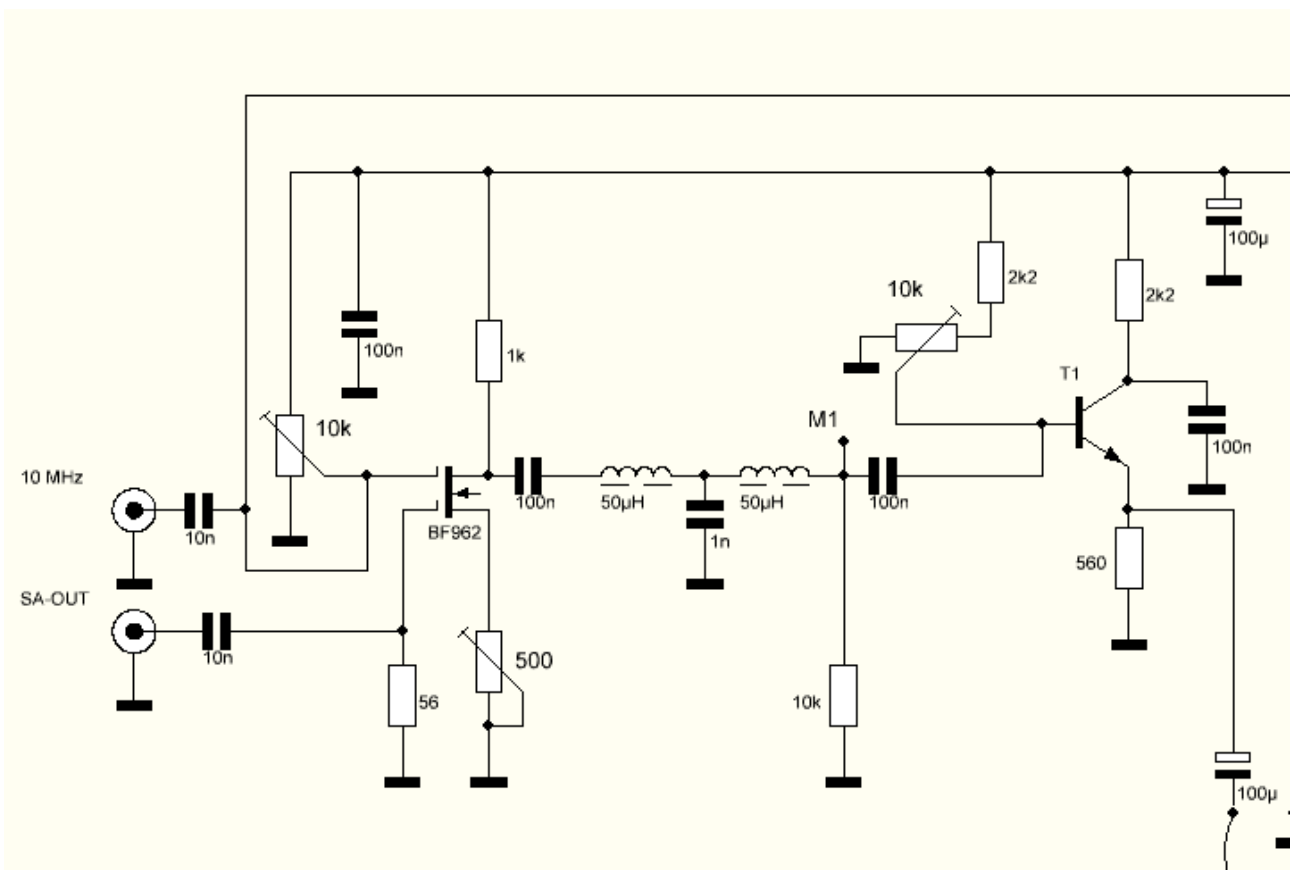
Konverter für das Wobbeln im NF-Bereich

Da habe ich noch so einige Filter aus der Trägerfrequenztechnik und andere Bauelemente auf bestückten Platinen, die ich eigentlich mal auf ihren Frequenzgang untersuchen möchte. Es ist nicht so leicht, einen NF-Wobbler zu beschaffen. Alte Geräte aus dem letzten Jahrhundert sind groß und schwer. Im Netz werden nur wenige moderne Hilfsmittel angeboten, die fast alle einen PC benötigen. Man spart am Bildschirm. Und wenn mal jemand aus Russland etwas entwickelt hat, dann dauert die Beschaffung Monate. Ganz ohne äußere Teile kann man mit Software auf dem PC unter Nutzung der Soundkarte wobbeln. Aber eben mit einem PC bzw. Laptop, für den ich auf meinem Basteltisch immer erst den Platz freimachen muss. Also suchte ich schon lange nach einem kleinen Kästchen, mit dem man unter Nutzung der vorhandenen Geräte wobbeln kann. Der Oszilloskop macht da aber kleine Probleme: Man muss einen definierten Startpunkt durch Triggern ausgeben. Das NF-Signal muss man gleichrichten, damit man eine glatte Kurve darstellen kann. Prinzipiell macht man das heute mit Operationsverstärkern. Den Generator hatte ich ja im vorhergehenden Beitrag schon mit einem Arduino entwickelt. Aber auch hier ist der Aufwand an Tastern und Schaltern groß. Nimmt man ein Touch-Display, dann wird es schon richtig teuer. Und letztlich könnte man ja auch einen fertigen Oszilloskop zur Anzeige nehmen. Da sind diese kleinen Handheld-Oszilloskopen im Format eines Handys auf den Seiten der Chinateile bei Ebay im Angebot. Die kosten nicht viel, aber man muss alles mit „Strippen“ zusammenstellen. Ich träumte von einem kompakten Kästchen, das alles enthält und das nicht viel größer als ein Multimeter sein soll.

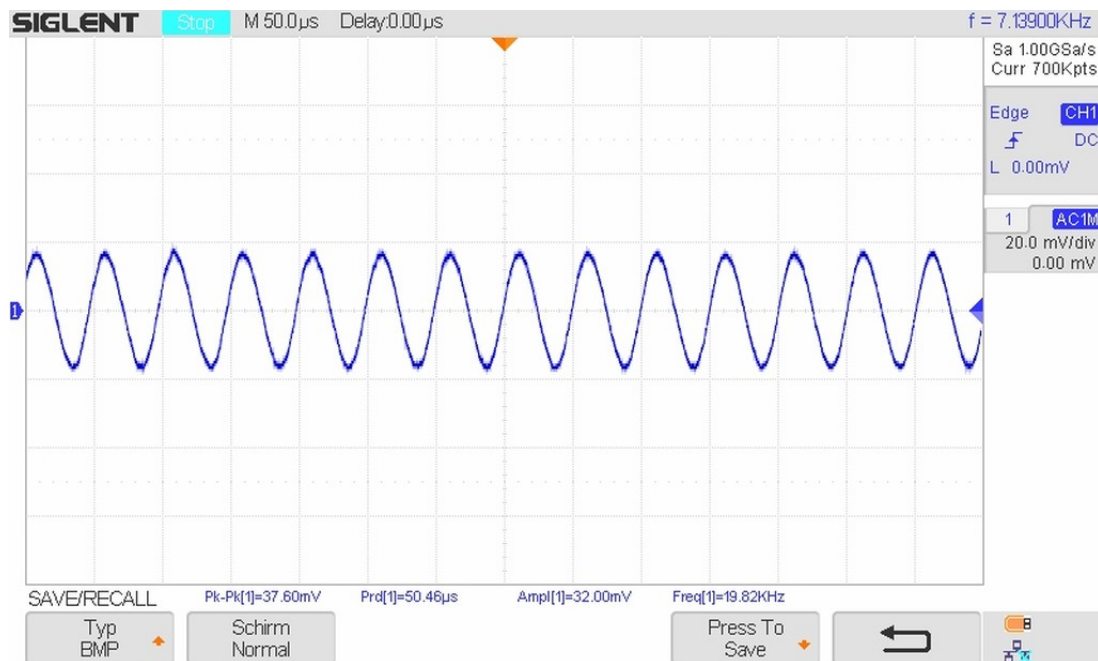
Nachfolgend beschreibe ich einen Versuchsaufbau, der meinen Wünschen schon genügt. Ich muss die Schaltung noch solide realisieren und in ein Gehäuse bringen, dann hätte ich, was ich brauche.

Die Idee

Sie kam über Nacht. Ich erinnerte mich an die NF-Generatoren, die man zur Röhrenzeit als sog. Schwebungssummer aufbaute. In meiner Sammlung hatte ich einige BF962, Dualgate-Mosfets. Die sollten doch als Mischer geeignet sein. Und ich plante zwei Mischer zu basteln: Der erste setzt das HF-Signal von meinem Spektrumanalysator(SA) auf die NF-Ebene um, der zweite wandelt es zurück, damit der SA die Pegel anzeigen kann. Zur Unterdrückung des Oszillatorsignals kommen mir die schmalen Filter des SA entgegen. Ich brauchte eigentlich nur noch einen Tiefpass und einen Hochpass, um das HF-Signal bzw. das NF-Signal zu unterdrücken. Als gemeinsamen Oszillator nimmt man einen TCXO für 10 MHz. Das sollte doch machbar sein.



Wir sehen im ersten Teil der Schaltung den Mischer, der das SA-Signal herabsetzt. Am Messpunkt M1 zeigte sich folgendes NF-Signal:



Es befindet sich gerade bei 7,139 kHz. Man sieht, dass es frei von HF ist. Es hat bereits den Tiefpass hinter sich gelassen. Der Pegel wird am Sourcefolger herausgegeben. Der Transistor gewährleistet eine niederohmige Quelle für die NF-Wobbelspannung. Bei Bedarf kann man hier auch noch den Wobbelpegel zusätzlich verstärken. Solche Regelmöglichkeit wird später im fertigen Gerät verwirklicht. Der Tiefpass hat eine Grenzfrequenz von 5 MHz.

DUT

Als Device Under Test habe ich einen NF-Trafo genommen. Seine Sekundärwicklung hat einen 1µF-Kondensator parallel, sodass ein Schwingkreis mit der Resonanz bei ca. 6 kHz entstand. Leider zeigte er aber eine starke Dämpfung, sodass die Dynamik des Wobblers nicht voll wiedergegeben wird. Sie ist größer als 40 dB, was meinen Ansprüchen genügt. Wer mehr will, muss sich um einen optimierten Pegelplan kümmern und auf eine gute Schirmung achten.

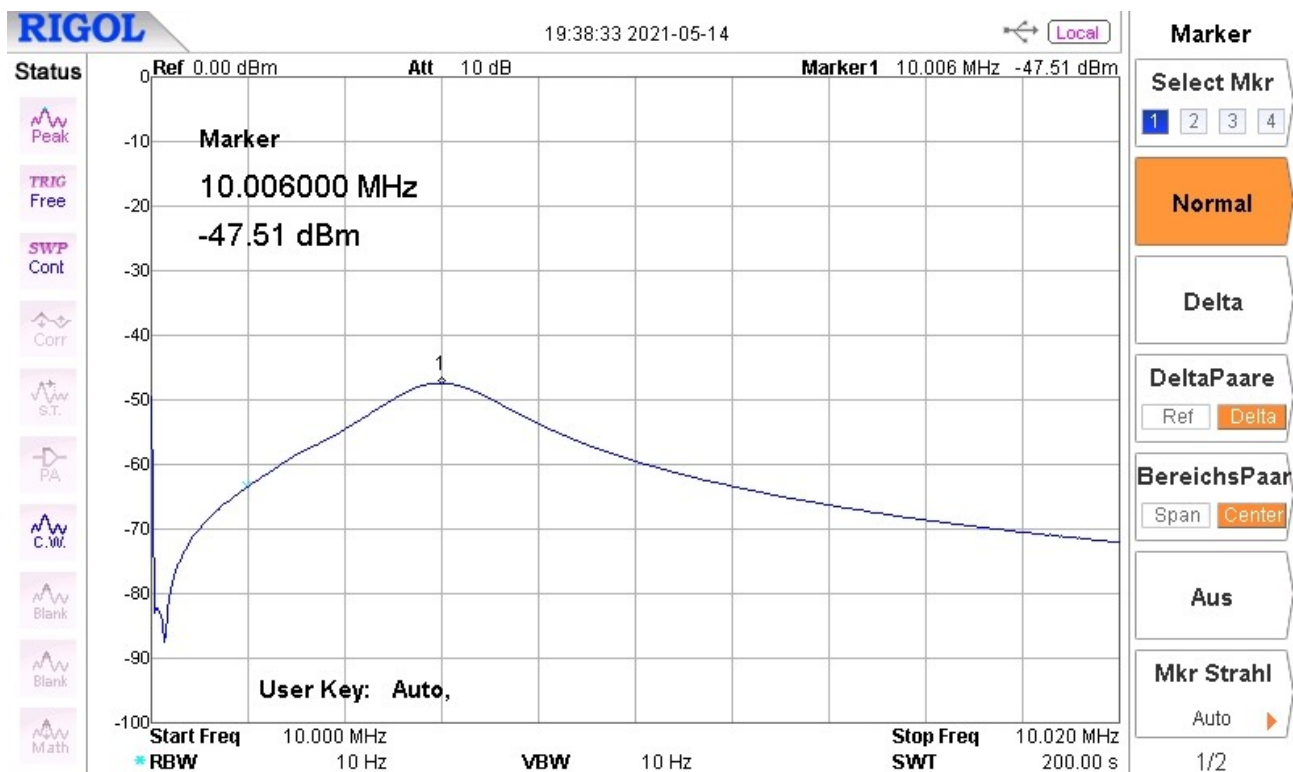
Ausgangsmischer

Hier wird ein Hochpass eingesetzt. Es hat sich gezeigt, dass zur Erzielung einer großen Messdynamik der NF-Pegel angehoben

werden muss. Die volle Aussteuerung wurde bei einer Eingangsamplitude von $> 8V$ RMS erreicht! Bei sorgfältiger Abstimmung der Mischertransistoren und der NF-Verstärkungen kann man mehr als 40 dB Dynamik herausholen.

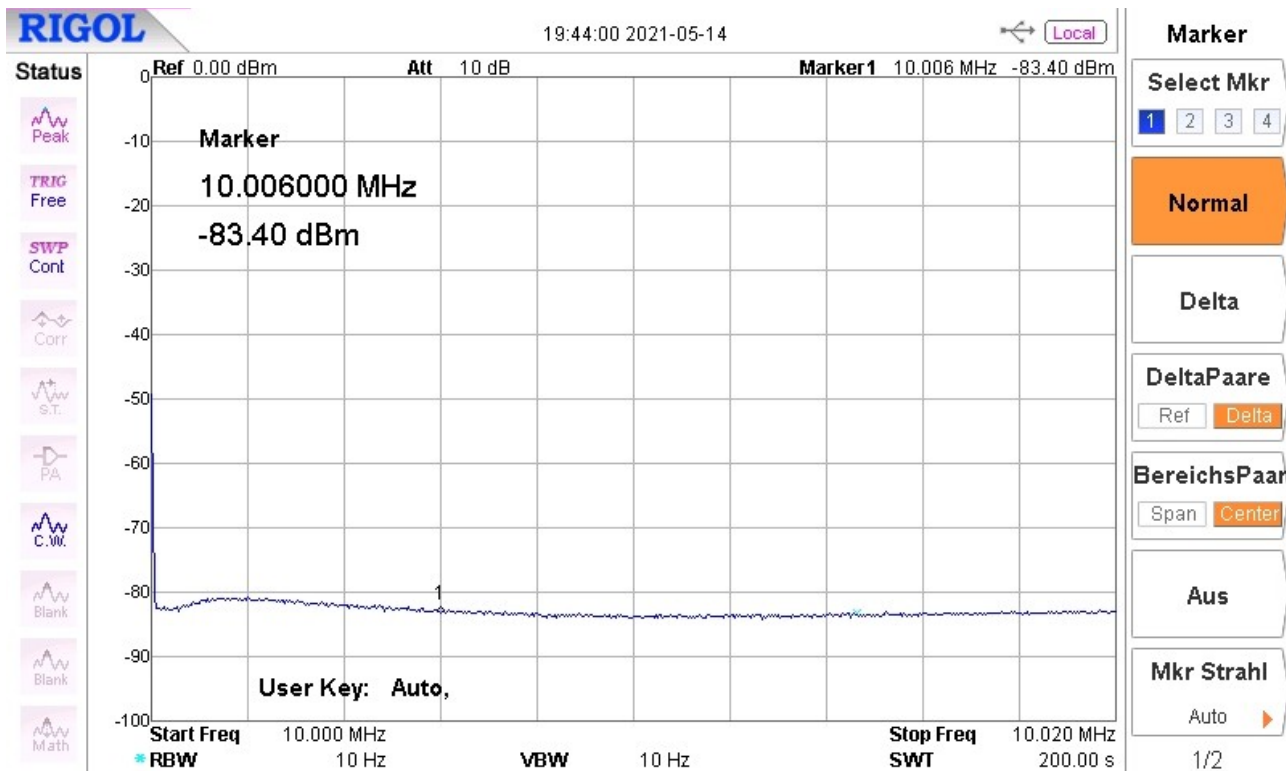
Erste Bilder

Im folgenden Foto sieht man die Resonanzkurve. Vorteilhaft ist die Möglichkeit, mit dem Marker des SA die Frequenz des NF-Signals zu bestimmen. Macht man die Filterbandbreite mit 10Hz, dann erhält man eine hohe Genauigkeit. Allerdings dauert dann der Durchlauf von 20 kHz ca. 200 s.



Ich verwende den Rigol DSA 815.

Und im folgenden Bild der Durchlauf bei kurzgeschlossenem Messeingang, also ohne Response des DUTs:



Die Pegel:

10 Mhz-Oszillatorsignal: 200mV RMS

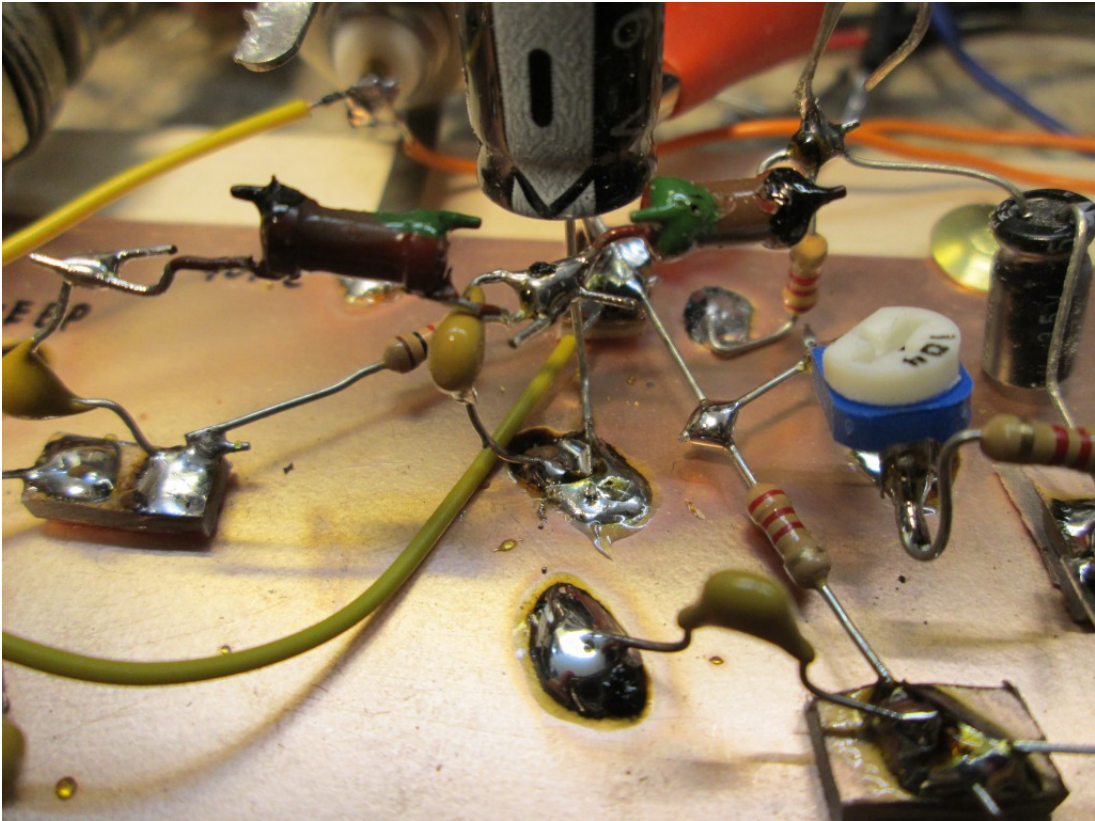
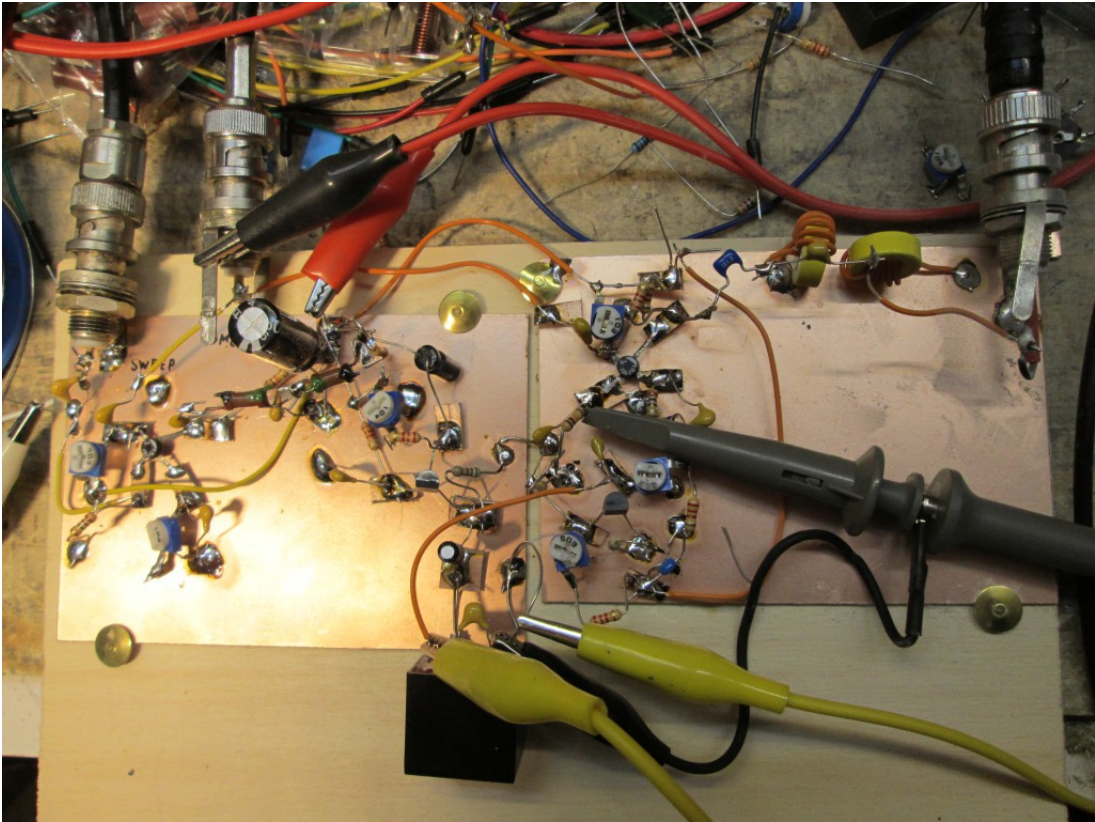
SA-Output(Mitlaufgenerator): ca. -10 dBm

Noch nicht perfekt

Die Filter im SA bedingen beim Start eine Dämpfung, die für einige Hertz andauert. Bei der schmalsten Bandbreite ist das kaum störend. Lediglich wird der Frequenzgang im aufsteigenden Ast etwas verzerrt. Wählt man aber zum schnelleren Durchlauf eine größere Bandbreite(300Hz oder 1k), dann gilt die Kurve nur im weiteren Abstand von der Startfrequenz. Hier muss man noch eine Pegelregelung im NF-Bereich(Quelle) machen, um diesen Mangel zu kompensieren. Mit einem aktiven Gleichrichter und einem bipolaren FET sollte das möglich sein. Mehr als 10:1 muss man nicht ausregeln.

Der Versuchsaufbau

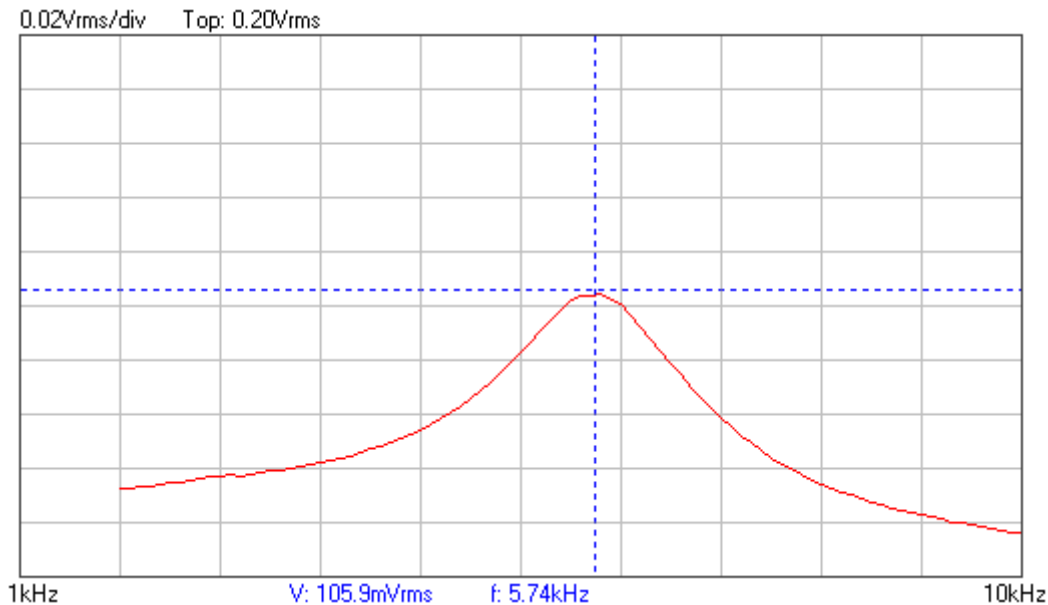
Hier noch einige Bilder vom Aufbau:



Der Tiefpass

Vergleich

mit dem Gerät von Velleman: PCSU200. Das Bild zeigt das Bode-Diagramm. Es wurde mit 10% Step und Average gewobbelt.



Das ist natürlich ein fast professionelles Gerät. Und wenn man den Einsatz eines PCs oder Laptops nicht scheut, kann man noch sehr viel mehr damit machen.

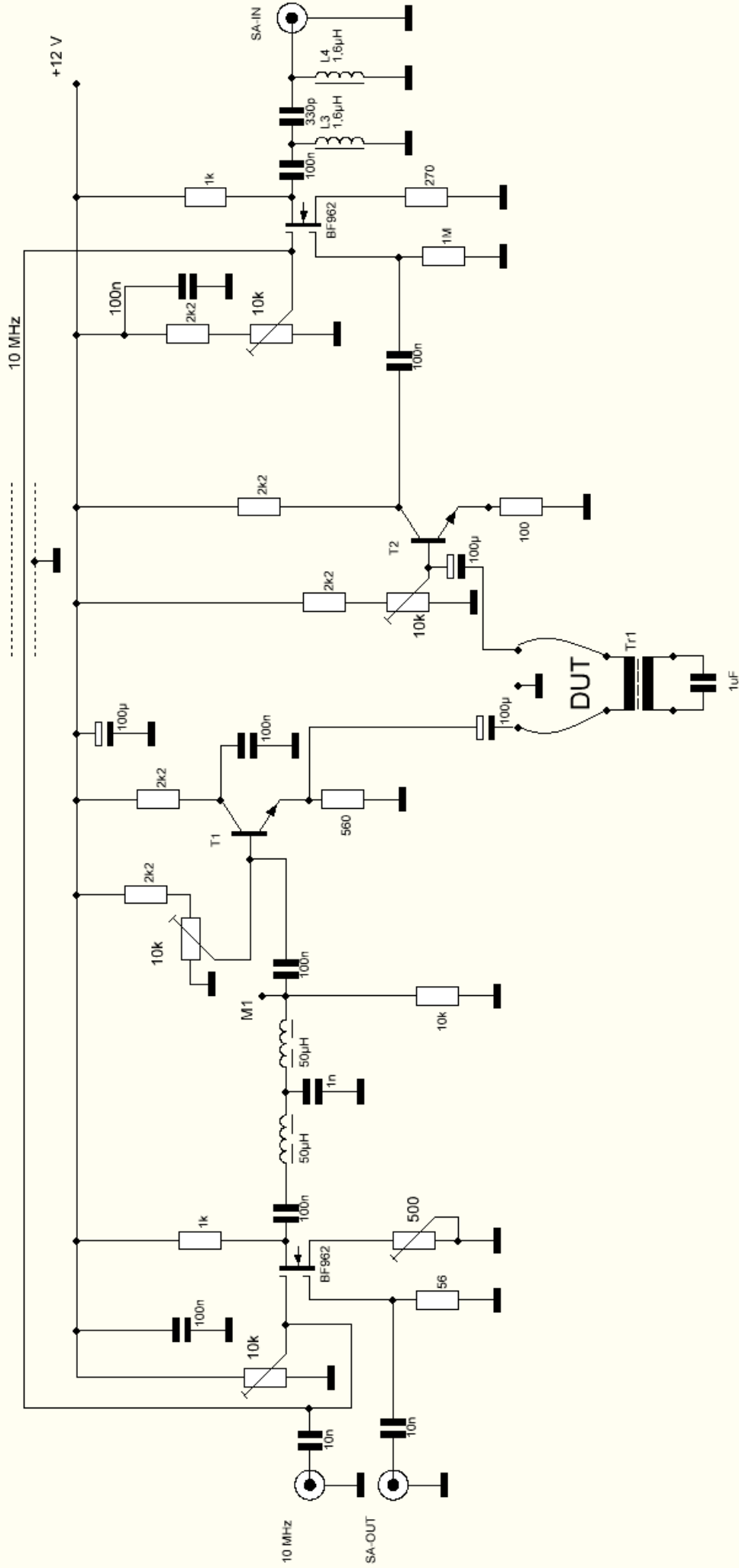
Fazit

Mit wenig Bastelarbeit kann man sich diesen Wobbel-Konverter anfertigen. Voraussetzung ist natürlich, dass man einen Spektrumanalysator mit Mitlaufgenerator hat. Da die meisten SA erst bei 9 kHz bzw. 100 kHz anfangen, ist diese Schaltung durchaus nicht als Notbehelf zu werten, wenn man die vorgeschlagenen Ergänzungen ausführt. Und in einem Aufbau mit abgeschirmten Kammern sollte sich eine höhere Dynamik einstellen. Ich konnte jetzt schon ein LC-Filter bei 3 kHz (Sprachfilter) mit Erfolg untersuchen.

DF8ZR; im April 2021

umseitig die Gesamtschaltung:

NF-Wobbler



Nachtrag:

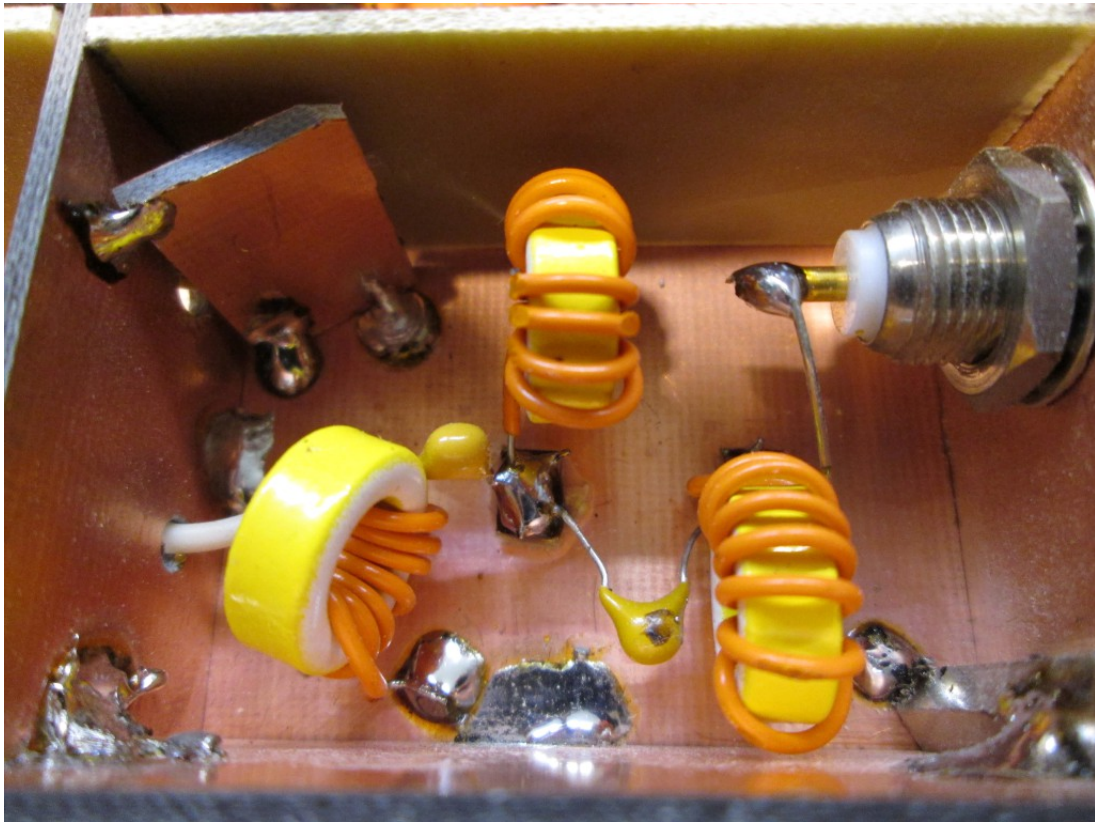
Hier noch Fotos von dem Wobbel-Konverter, der mit dem Rogol SDA 815 arbeitet.



Oben rechts der Input vom Mitlaufgenerator kommend. Unten rechts der Ausgang zum Input des SA. Der Konverter braucht -6 dBm vom Mitlaufgenerator TG. Links sind die Anschlüsse auf der NF-Seite. Der NF-Pegel kann geregelt werden.

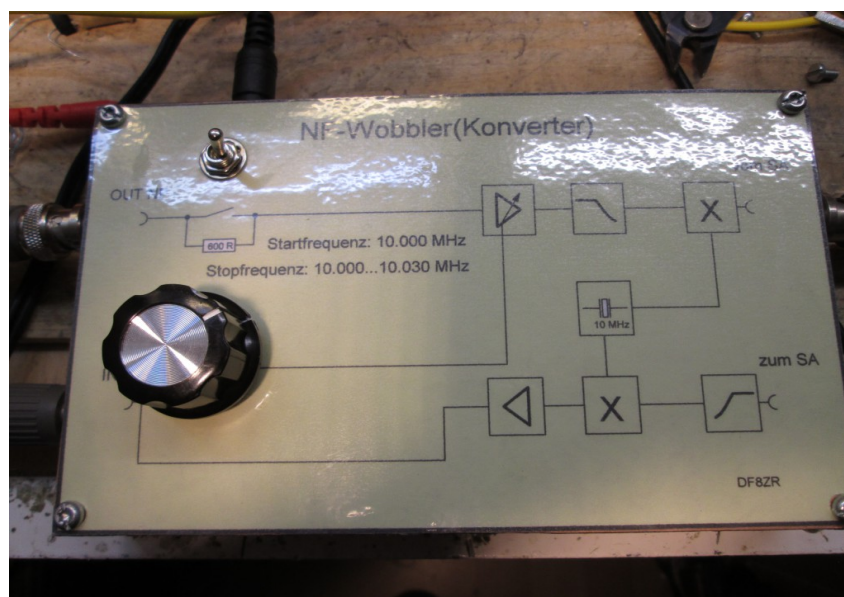


Der Konverter hat jetzt einen eigenen 10 Mhz-TCXO, den man unten rechts sieht. Dazu wurde links davon ein +5V-Stabilisator gespendet.

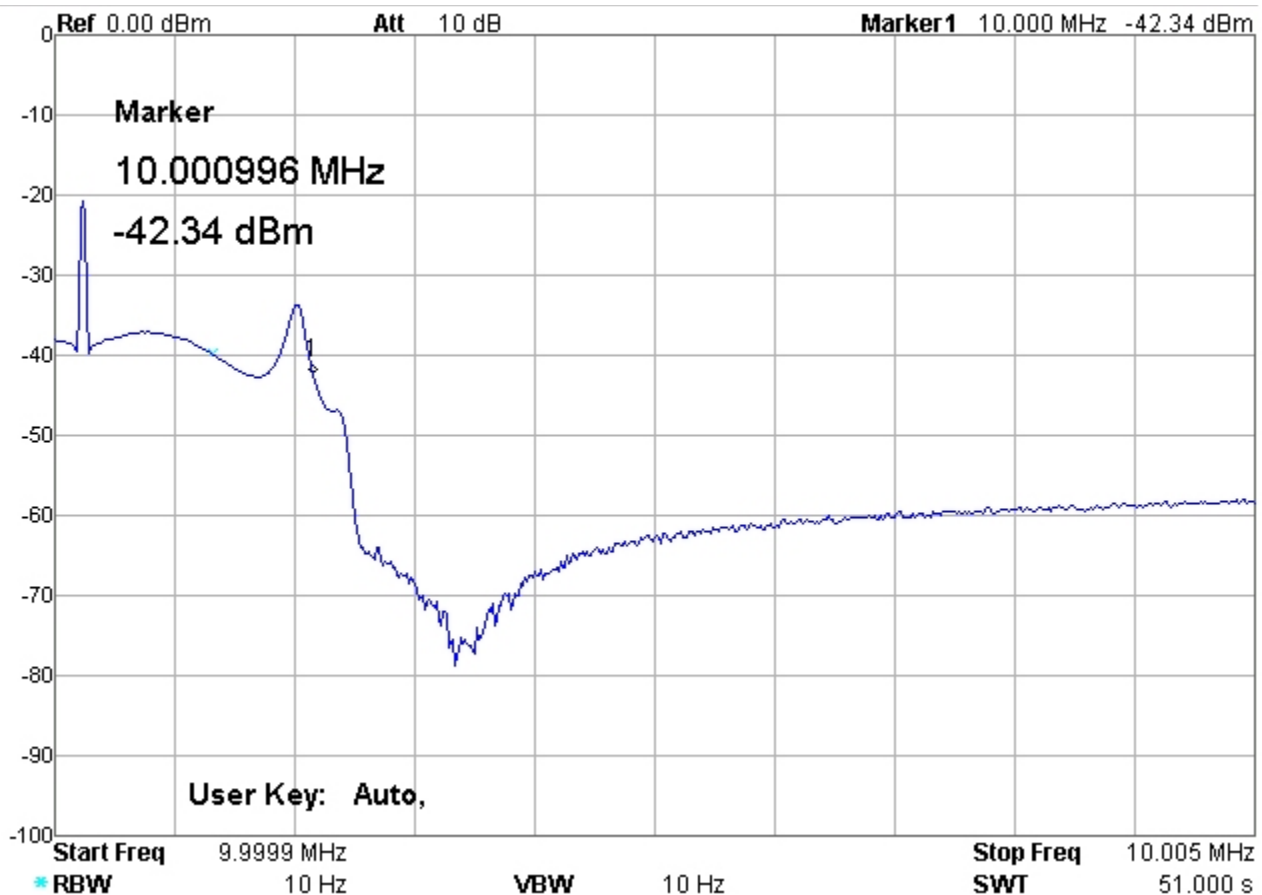


Hier sieht man das Ausgangsfilter. Ein Hochpass mit 5MHz Grenzfrequenz.

Die Frontseite des Gehäuses.



Hier noch ein Foto des Frequenzganges vom 1kHz-Tiefpass, der auch zwischenzeitlich mit dem NF-Wobbler(Arduino-Projekt) aufgenommen wurde:



Der Peak ganz links zu Beginn kommt vom 10-Hz-Filter. Erst danach beginnt die relevante Durchlass-Kurve. Der Peak kurz vor dem Abstieg war so nicht mit dem NF-Wobbler zu sehen. Hier aber war ja beim Wobbeln ein 10Hz-Filter wirksam. Damit kann man natürlich feiner auflösen. Man erkennt aber auch, dass kaum bei mehr als 40 dB- Dämpfungstiefe die Messung interessant ist. Es wird annähernd die gleiche Dynamik von 40 dB erreicht, die auch beim NF-Wobbler nicht größer ist. Allerdings verlangt dieser Konverter, dass die Pegel stimmen. Denn sonst kommt es zu falschen Kurven, weil die Mischer(BF962) überfordert werden. Der NF-Wobbler ist daher problemloser zu bedienen.

DF8ZR; im Mai 2022