Basteltagebuch

1 GHz Vervielfacher

Version 11

Jörn Bartels
49088 Osnabrück
mail@dk7jb.de
http://www.bartelsos.de/dk7jb.php

13. September 2016

Inhaltsverzeichnis

1 Vorwort 4

2 Schaltplan und Layout 5

3 Der Aufbau 8

4 Literatur 15

1 Vorwort

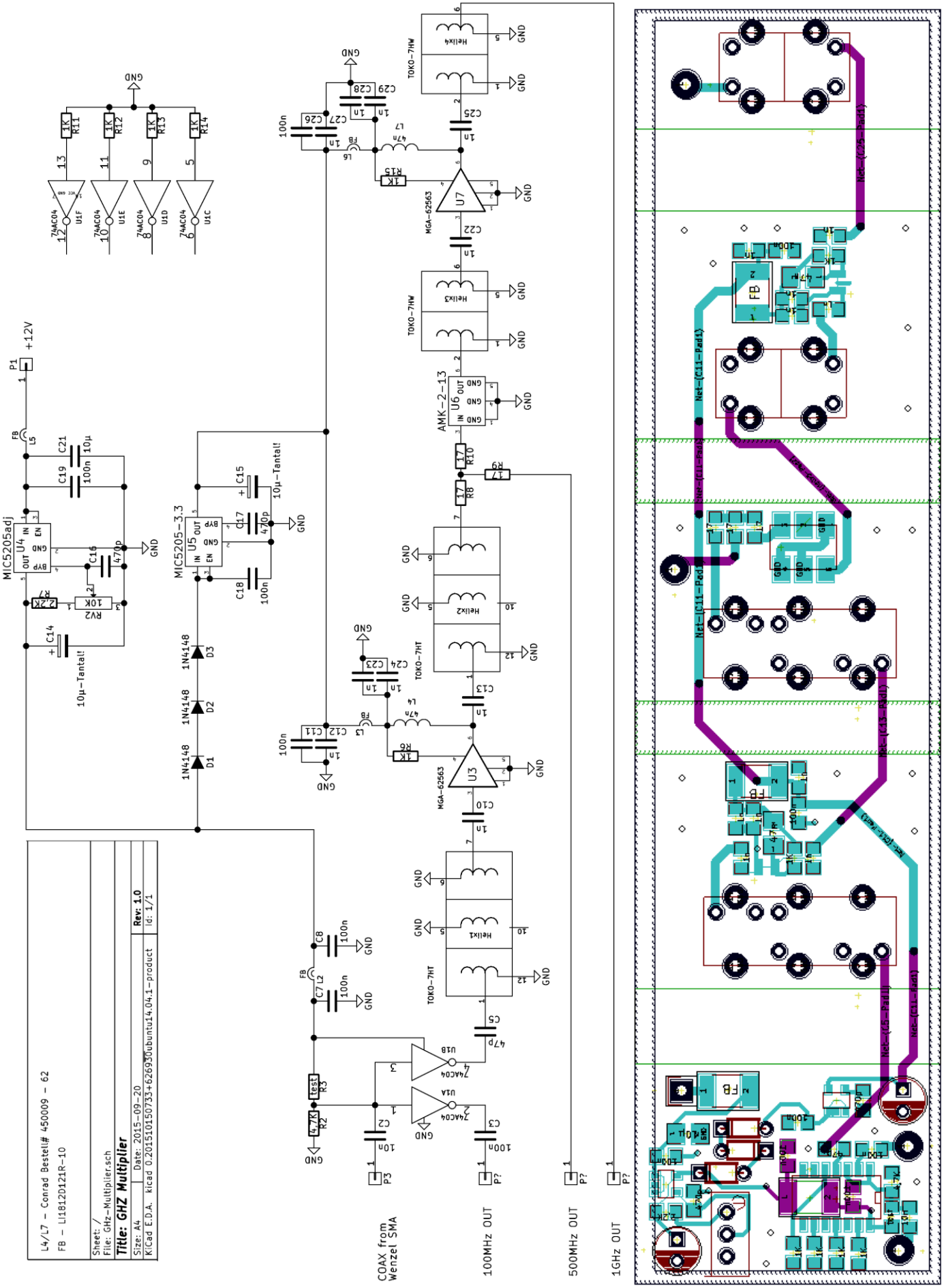
In diesem Basteltagebuch möchte ich von unserem Vervielfacher Projekt berichten. Martein Backer PA3AKE hat für sein AD9912-Projekt einen phasenrauscharmen Vervielfacher entworfen, der aus 100MHz ein 1GHz Signal für seine DDS-Versuche erzeugt [PA3AKE 01]. Unser Projekt ist ein Nachbau und wir bauen auf seinen Erfahrungen auf

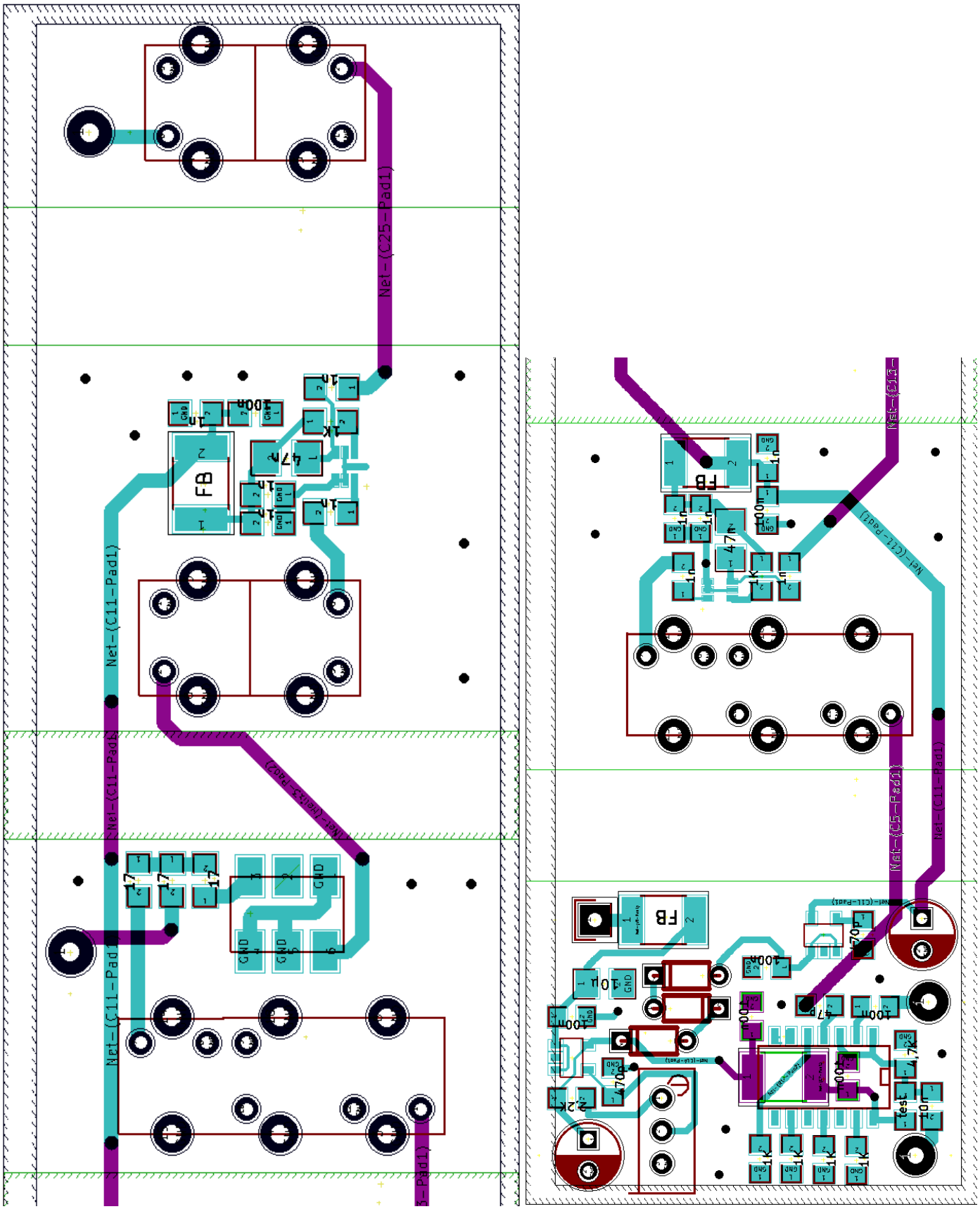
An diesem Projekt sind Eric, Jörn DK7JB und Volker beteiligt. Volker hat die Platinen entworfen und uns so einfachen Aufbau ermöglicht.

Die Homepage von Volker findet ihr hier: http://www.banfield.de/Elektronik/CMC3/frame.html

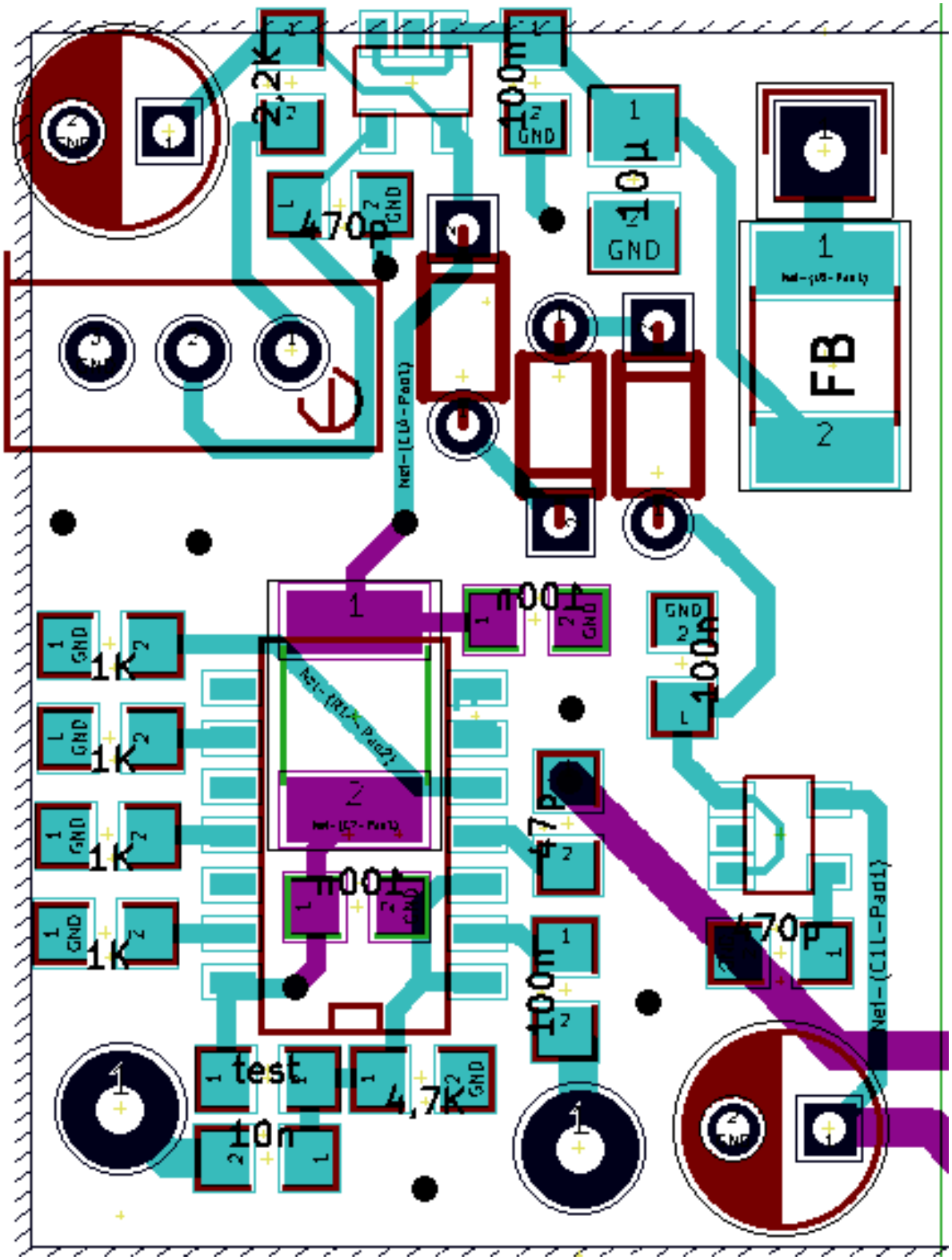
Und hier der Link zu seinem Vervielfacher: http://www.banfield.de/Elektronik/webfiles/GHz-Multiplier.pdf

2 Schaltplan und Layout





Das Layout hat Volker Banfield entwickelt.

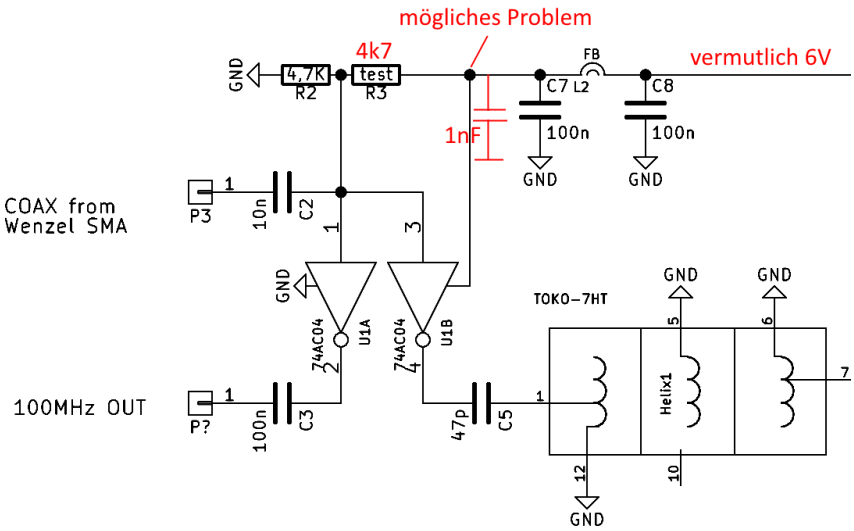

2,2K
100n
10µ
GND
470p
FB
Net-(C1A-Pad1)
Net-(R1A-Pad2)
Net-(C2-Pad1)
1K
100n
47p
470p
Net-(C1L-Pad1)
test
4,7K
10n

3 Der Aufbau

Insgesamt ist der Aufbau einfach und ich bin sehr zufrieden damit. Volker, vielen Dank für das Layout.
Da es der erste Aufbau ist, gibt es die üblichen Ideen für kleinere Änderungen.

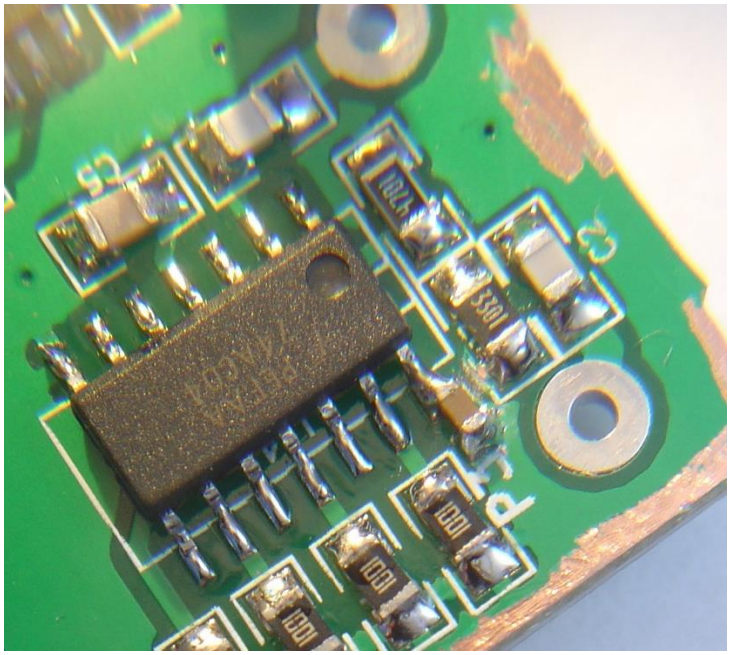
Beim Aufbau habe ich am Layout einige kleinere Änderungen vorgenommen.

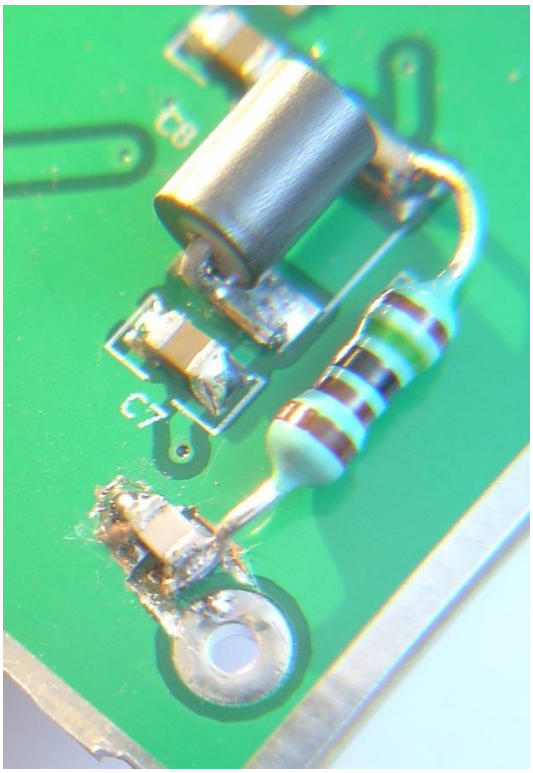
Mit R2 und R3 wird der Inverter mit einer Gleichspannung in Höhe der halben Versorgungsspannung vorgespannt. R3 führt zu der Spannungsversorgung von IC U1, was ungünstig ist. Jegliche Störung müsste sich direkt im Phasenrauschen bemerkbar machen, da jeglicher digitaler Dreck an den analogen Eingang weitergereicht wird. Hier fehlt eine zusätzliche Abblockmöglichkeit (R-C Kombination) und auf der Platine ist nur sehr wenig Platz. Ich habe das ‚Problem' durch eine kleine geschnitzte Lötinsel gelöst (siehe Bild). Als zusätzliche Absicherung wird Pin 14 von U1 zusätzlich mit einem 0603er Kondensator direkt am IC-Beinchen abgeblockt.

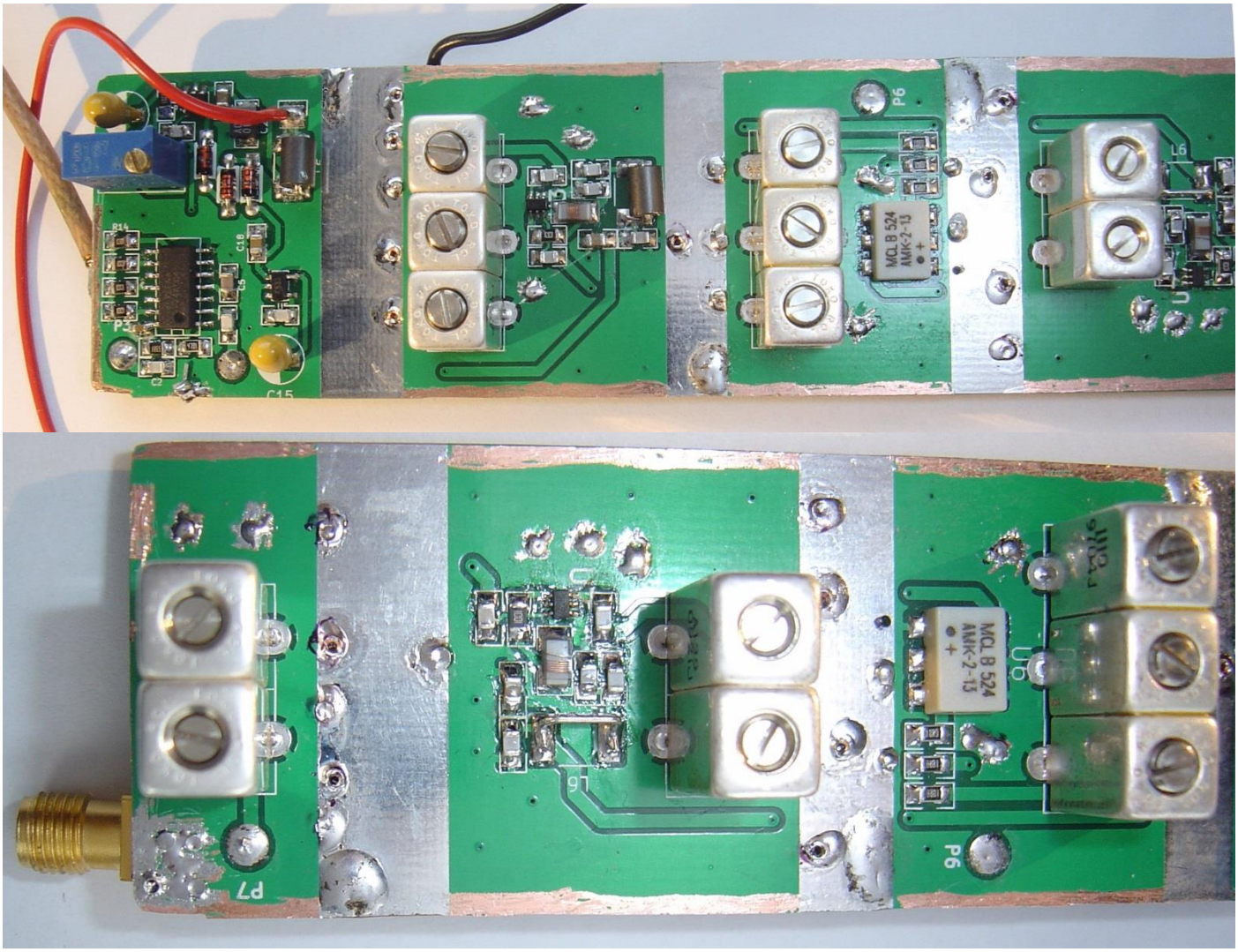


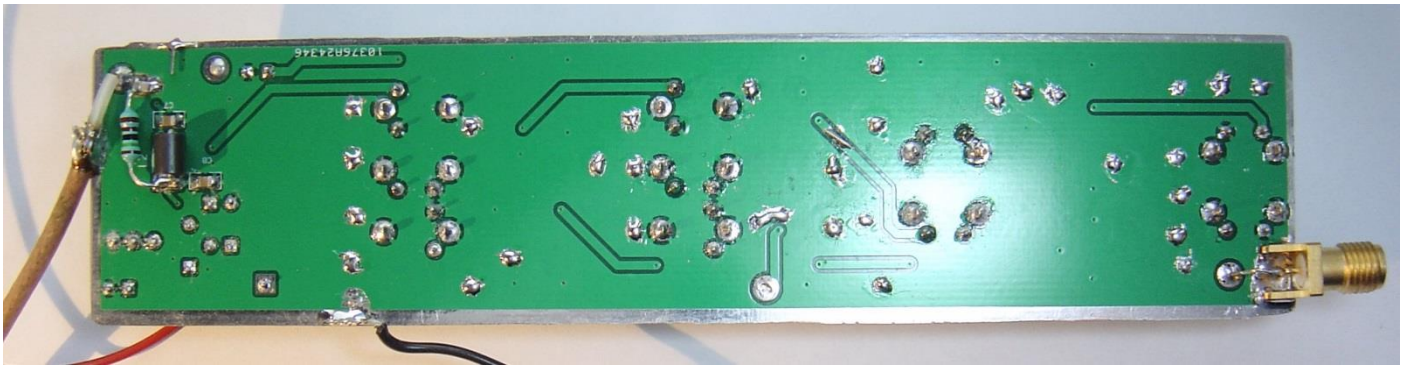
Weiterhin sind die Kapazitäten C2 und C3 unnötig groß. Hier reichen jeweils 1nF(COG/NPO) aus.

Ist FB L2 überhaupt notwendig?



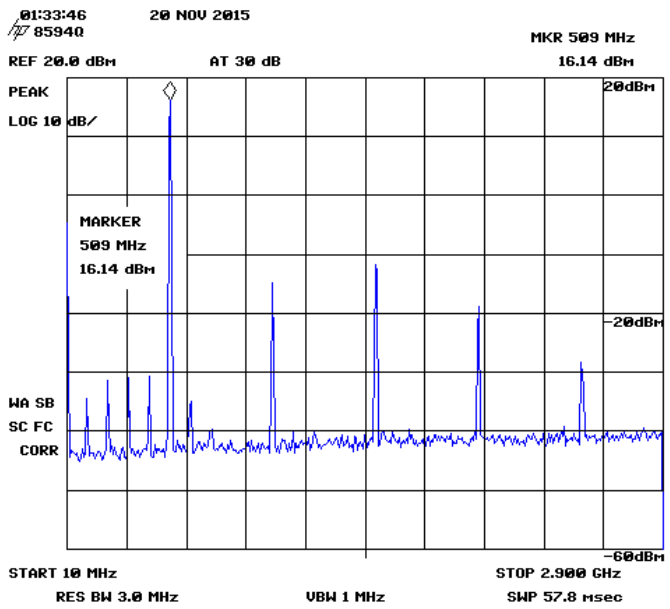


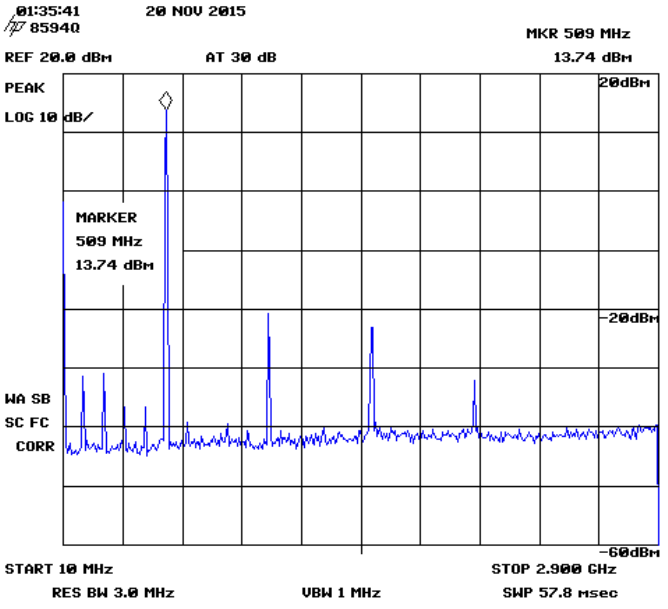




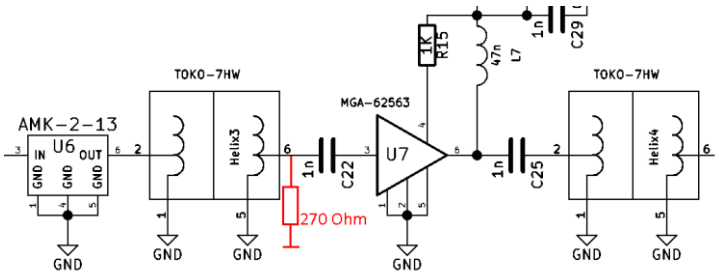
Stufe für Stufe habe ich alles aufgebaut und abgeglichen

Die nächsten beiden Bilder zeigen das Spektrum hinter der ersten Helix gemessen bevor der Rest aufgebaut worden ist. Beim linken Bild wurde auf maximalen Pegel und beim rechten Bild auf bessere Filterwirkung abgeglichen.



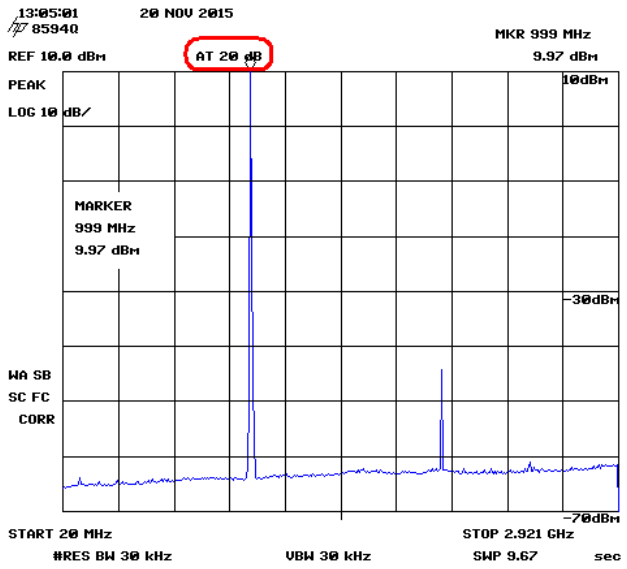


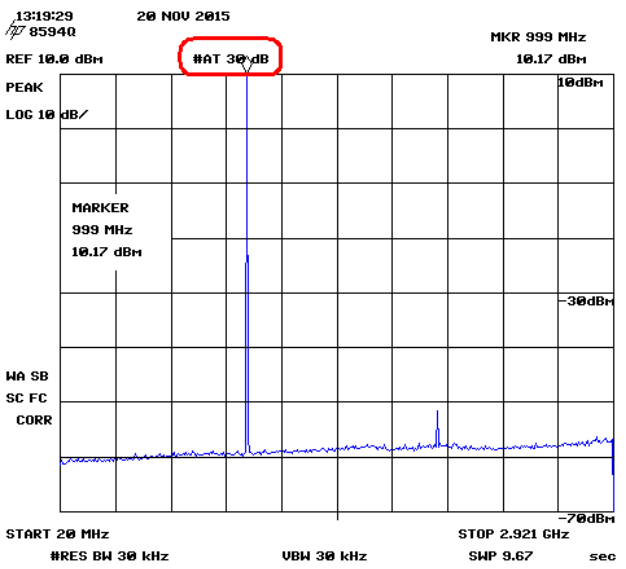
Nach dem gesamten Aufbau habe ich am Ausgang auf maximalen Pegel abgeglichen und festgestellt, dass ich keinen konstanten Pegel erreichen konnte. Er hat immer zwischen 4 und 7dBm geschwankt. Wenn man mit dem feuchten Finger C22 berührt steigt der Pegel plötzlich an. Als Grund habe ich dann einen defekten Kondensator vermutet und rund um den letzten MMIC alle Kleinbauteile ausgetauscht – ohne Erfolg. Weiterhin wurden einige zusätzliche Masse-VIAs gesetzt.



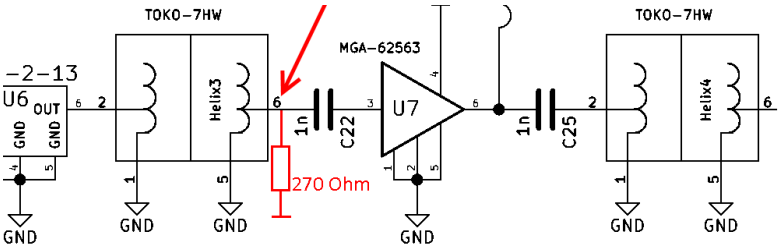
Letztlich habe ich den Finger durch einen 270 Ohm Widerstand ersetzt. Eine Neuabstimmung der Helix-Filter hat dann einen recht konstanten Pegel von +11dBm ergeben. Mit dem Spektrum Analyser habe ich dann +10dBm gemessen.
Auch wenn nun durch Anfassen der Pegel nur noch in einem 1dB Fenster schwankt, werde ich die Masseverbindung der beiden letzten Helixe mit kleinen Cu-Blechen verbessern. Das wird bestimmt die Pegelkonstanz verbessern.

Die Oberwelle bei 2GHz hat mich noch gestört. Die Vergrößerung des internen Dämpfungsgliedes des Spektrum Analysers von 20dB auf 30dB hat gezeigt, dass dies zum Größten Teil auf Intermodulation zurückzuführen ist. Weiter habe ich dies nicht verfolgt.



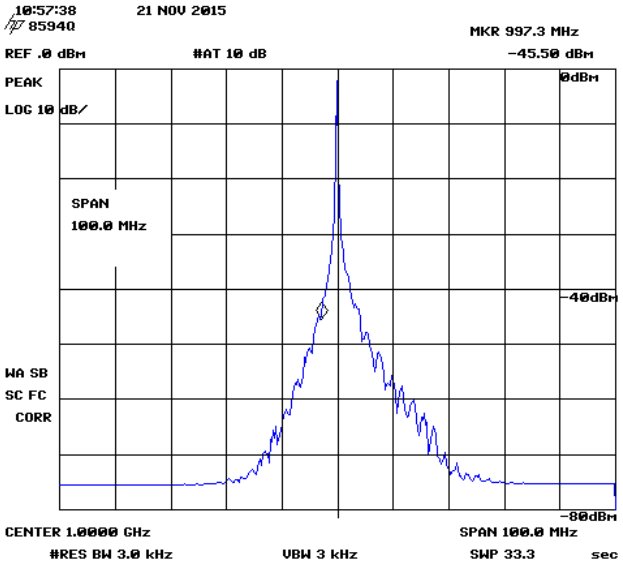


Heute am 21.11.2015 habe ich nun herausgefunden, dass die bisherigen Maßnahmen noch nicht ausreichen. Eine Verbesserung der Masse an den beiden kleinen Helixen hat keine messbaren Verbesserungen gebracht.

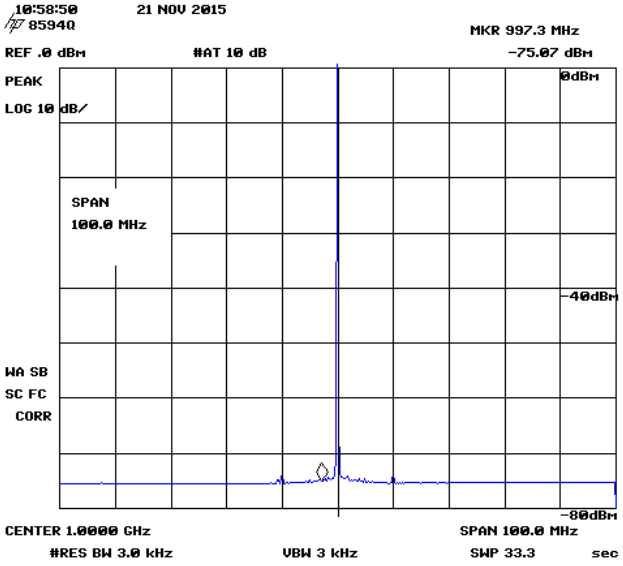


Wenn ich an der bekannten Stelle am Ausgang des ersten kleines Helix-Filters nun mit dem Finger berühre, steigt der Pegel um 3dB (ohne 270 Ohm waren es viel mehr). Im Spektrum sieht man aber, dass auch die Störungen verschwinden. Dieser Effekt muss noch weiter untersucht werden.

Helix3 mit 270 Ohm an Pin 6



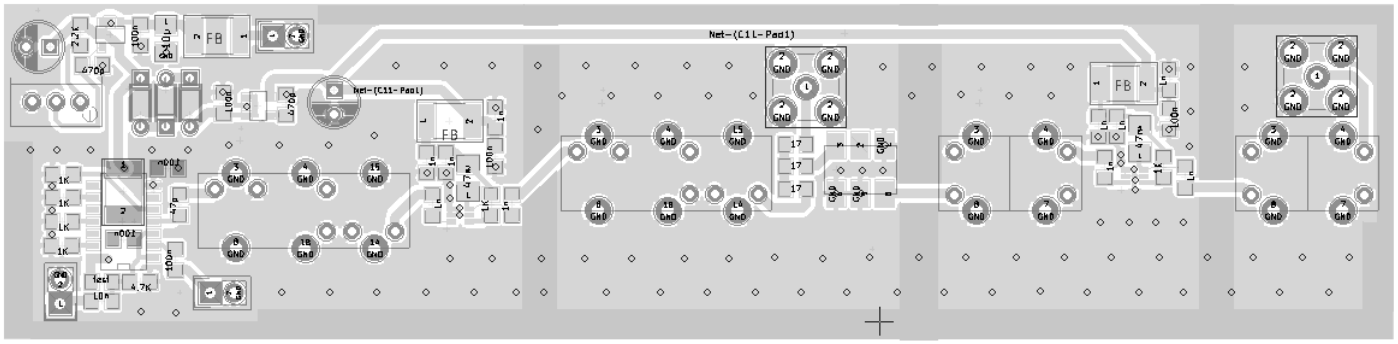
Helix3 mit 270 Ohm an Pin 6 und mit Bedämpfung durch einen Finger

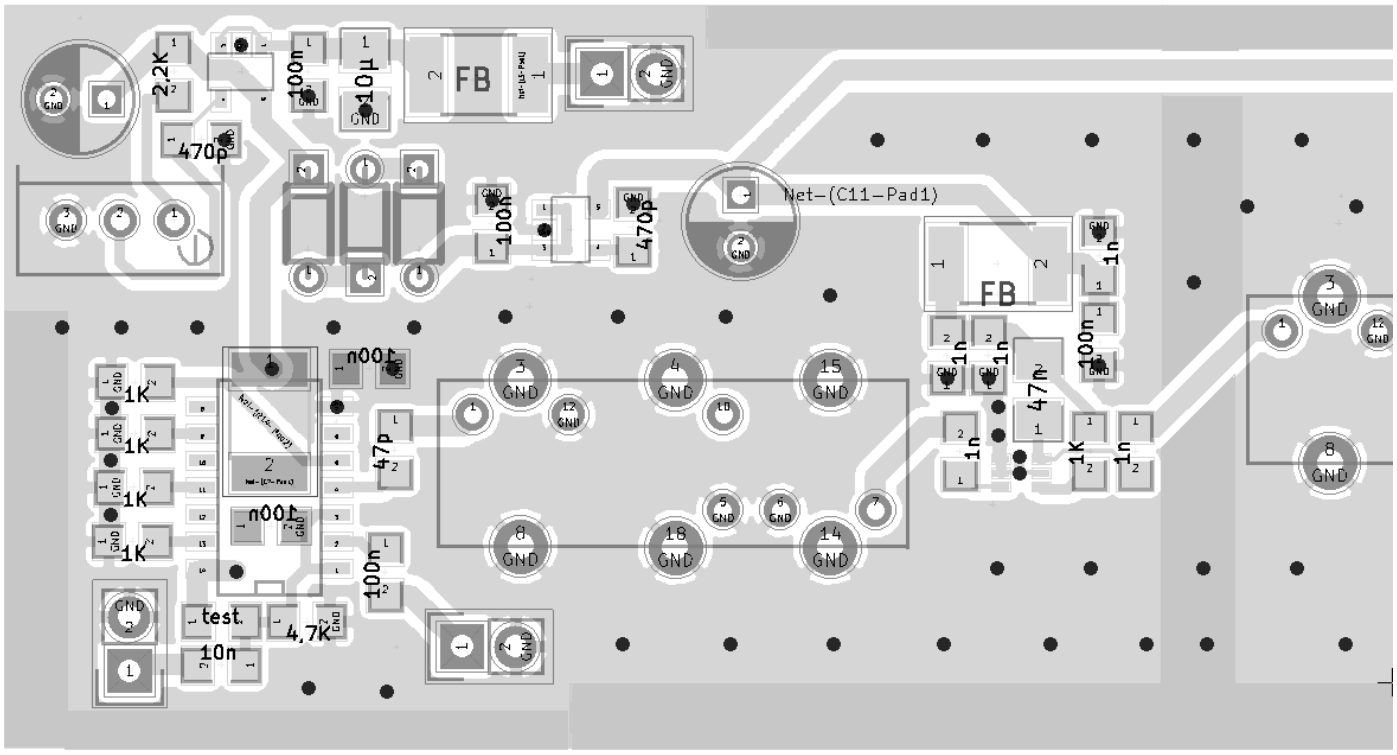


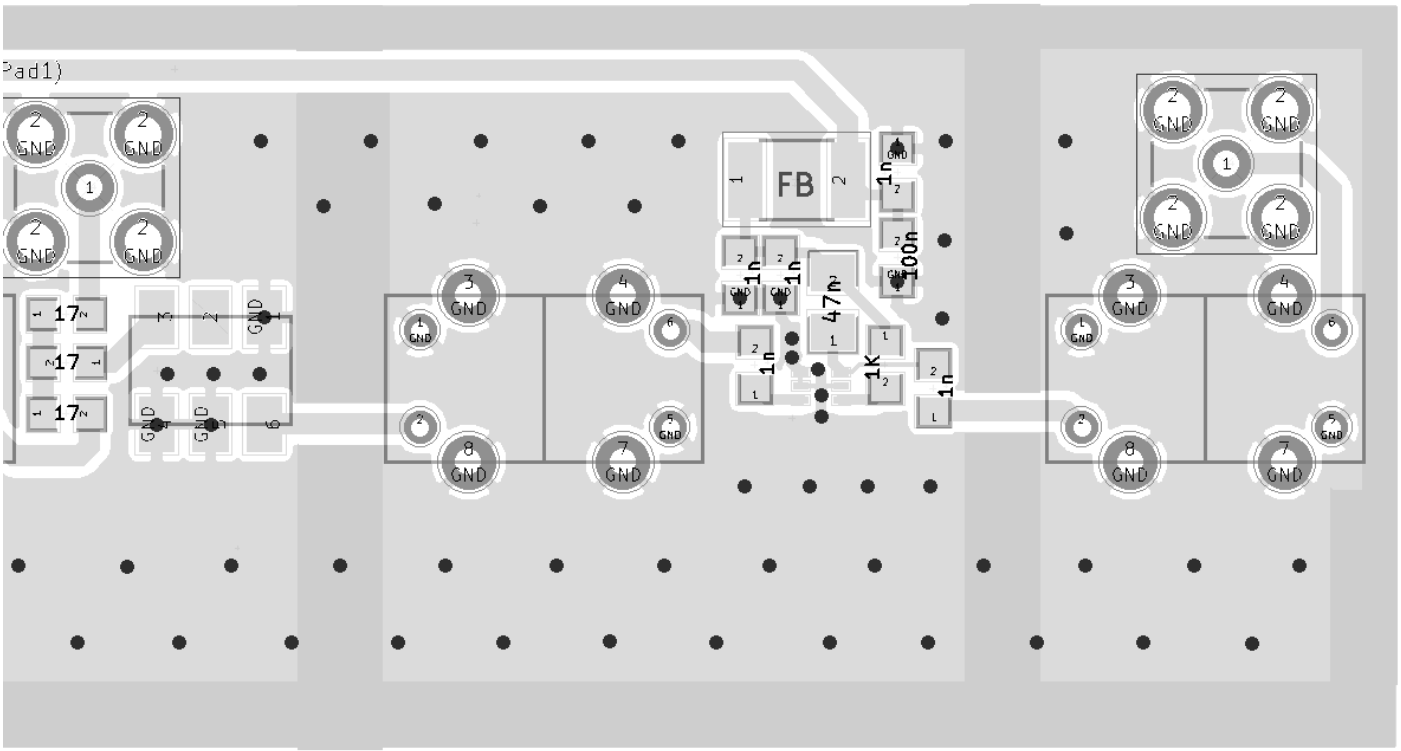
Der nächste Schritt wäre der Einbau eines 2-3dB Pi-Dämpfungsgliedes – genug Pegel haben wir. Die Impedanzen werden dann auch wieder verbessert.

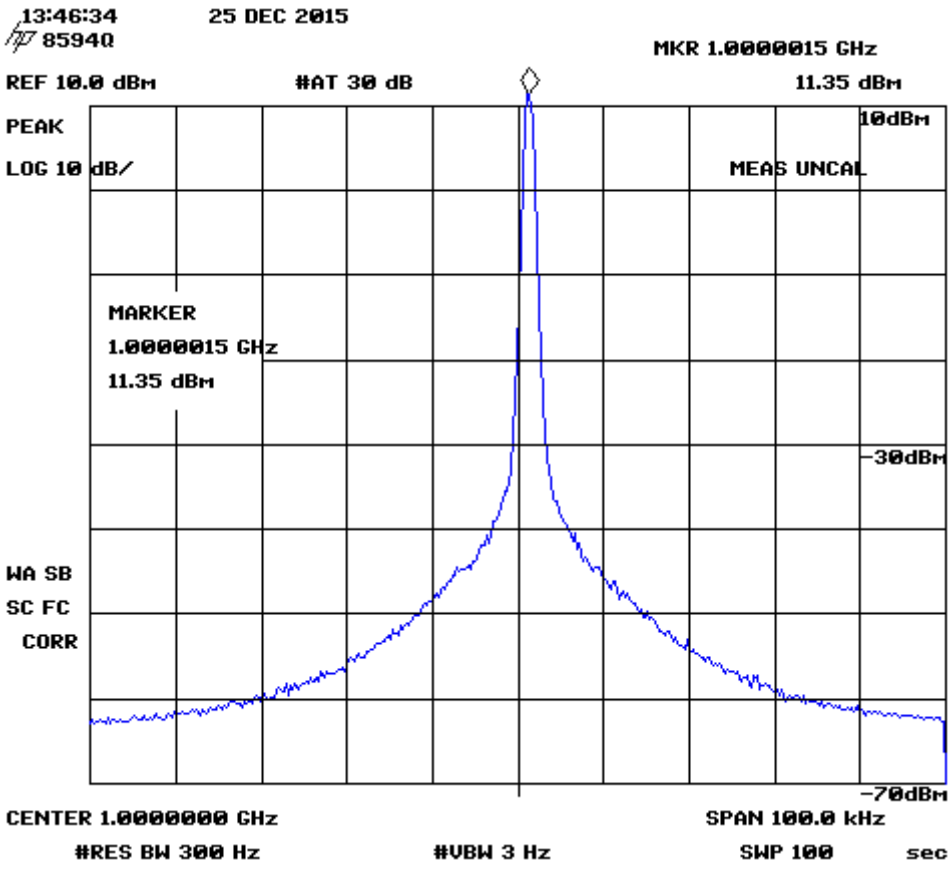
Tipp für die Nachbauer: Die Anzahl der VIAs gerade im Bereich ab dem Verdoppler erhöhen.

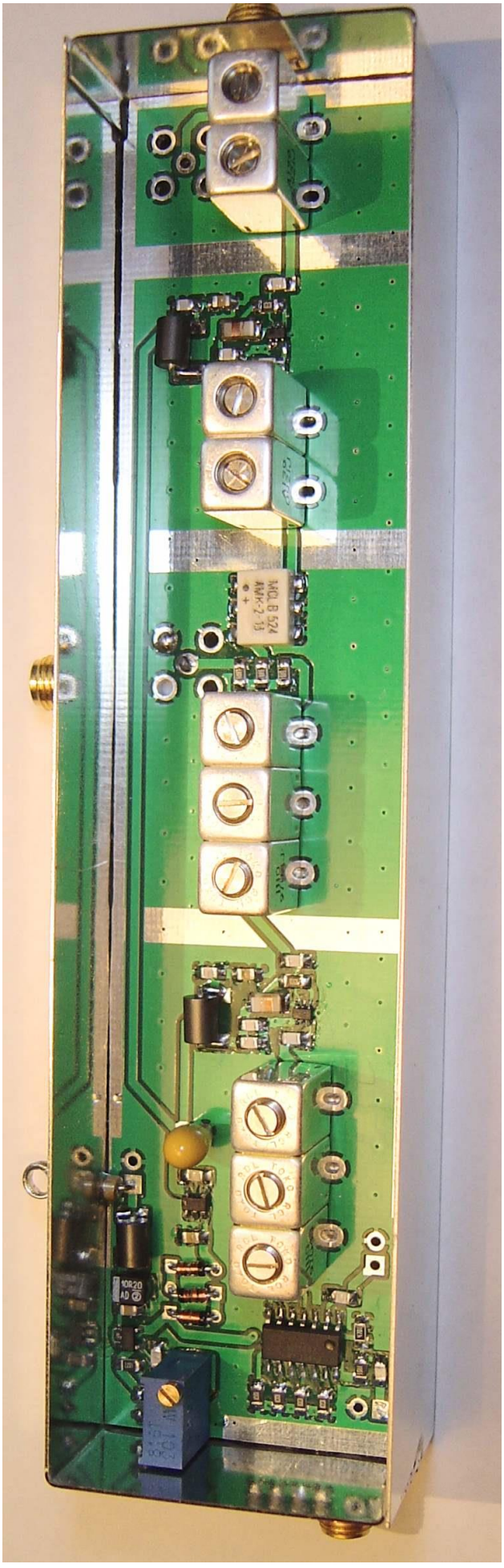
4 Zweiter Entwurf





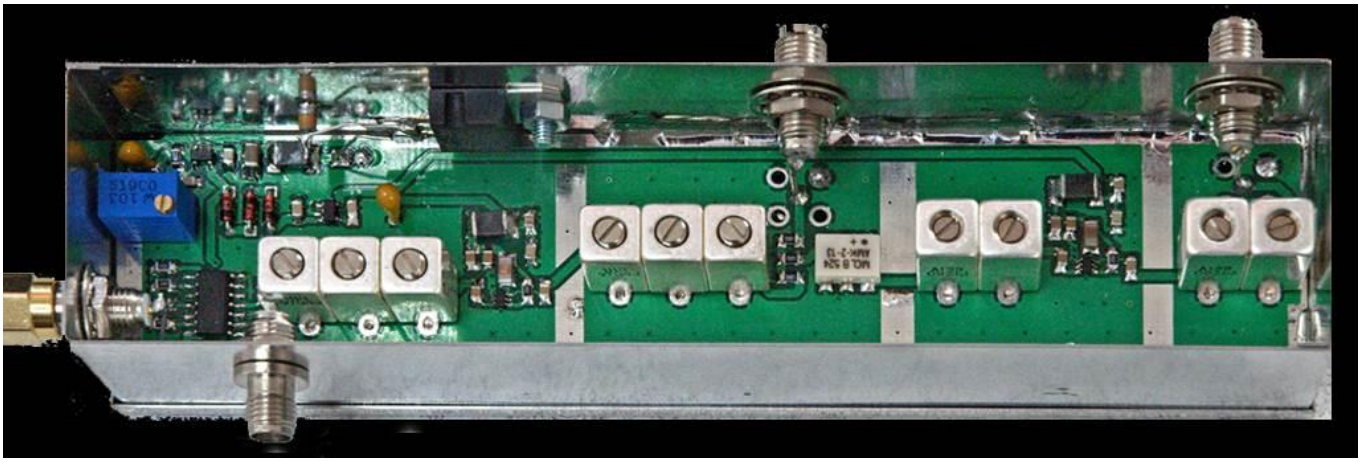



13:46:34 25 DEC 2015
85940
MKR 1.0000015 GHz
REF 10.0 dBm
#AT 30 dB
11.35 dBm
PEAK
10dBm
LOG 10 dB/
MEAS UNCAL
MARKER
1.0000015 GHz
11.35 dBm
-30dBm
WA SB
SC FC
CORR
-70dBm
CENTER 1.0000000 GHz
SPAN 100.0 kHz
#RES BW 300 Hz
#VBW 3 Hz
SWP 100 sec



Speist man mit dem Multiplier direkt einen DDS wie AD9912 ist folgendes zu beachten: Der DDS hat einen Clock-Eingangswiderstand von typ. 2,5kΩ. Eine direkte Verbindung ist möglich und funktioniert auch, der Abgleich von Helix4 ist aber nicht ganz einfach und leider auch recht instabil. Dieses Procedere hat sich als sauber und stabil bei Volker erwiesen: erst mit einem geeigneten SA oder HF-Voltmeter mit 50Ω Eingangsimpedanz auf maximalen Pegel abgleichen, danach einen kleinen SMD Widerstand von 50Ω direkt an die Ausgangspins von Helix4 anlöten. Dann direkt mit dem Clock Eingang des DDS verbinden, dessen Eingangsimpedanz wirkt sich nicht weiter aus. Ein 270Ω Widerstand am Ausgang von Helix3 war bei meinem Aufbau nicht nötig. Um eine Überlastung der Spannungsregler zu vermeiden, sollte die zugeführte Betriebsspannung 8V nicht überschreiten (auf dem Foto auf der Webseite von Volker ist der Festspannungsregler gut an der Innenwand des Gehäuses zu erkennen).
Link: http://www.banfield.de/Elektronik/CMC3/frame.html

Hier das Bild von Volker:



5 Literatur

[PA3AKE 01] http://martein.home.xs4all.nl/pa3ake/hmode/dds_refclock.html