

Bericht Selbstbau SWR Messbrücken

Wilhelm DL6DCA 24.03.2020

E-Mail : dl6dca@darcd.de

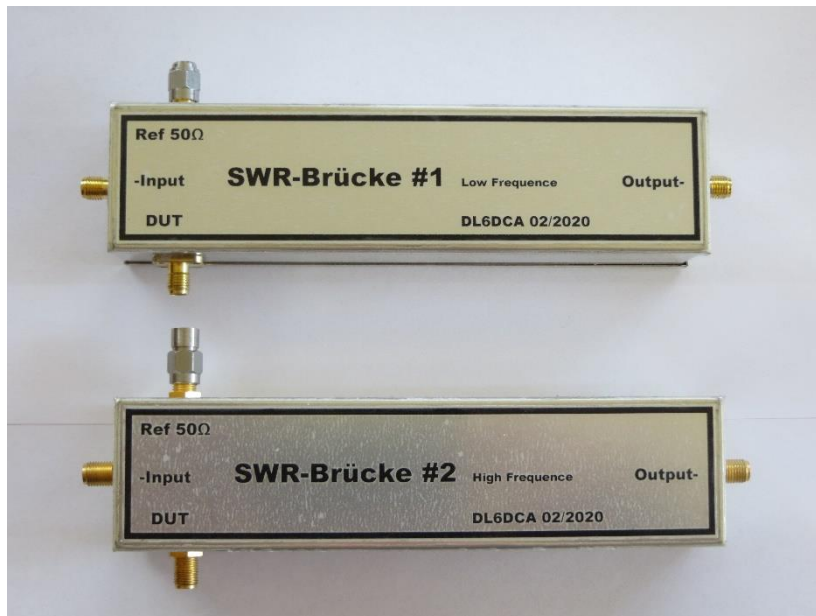
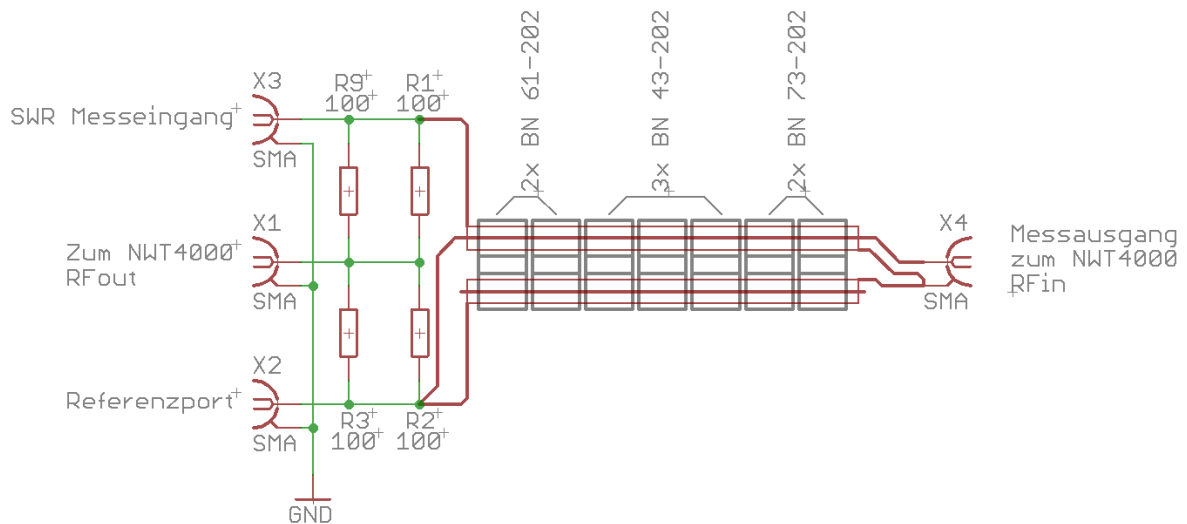


Bild Selbstbau Brücken #1 und #2

Seit Jahren beschäftige ich mich immer mal wieder mit der Möglichkeit das SWR an Schaltungen messen zu können. Hierbei geht es nicht um die Messung mit relativ hohen Leistungen und einem z.B. Kreuzzeigerinstrument der Firma xyz. Typischerweise werden solche Messungen mit Generatorleistung kleiner 0dBm = 1mW gemacht.

Das Eingangs-SWR von Baugruppen in typischerweise 50Ω Technik ist nicht nur entscheidend für eine optimale Verstärkung, sondern trägt auch zur Vermeidung von unerwünschten Ober- und Nebenwellen-Produkten bei. Auch hat es Einfluss auf die Rauschzahl bei kritischen Baugruppen wie z.B. Vorverstärker. Spätestens beim Vorverstärker, der Signale aus dem Rauschen bei weniger als -100dBm noch linear verstärken soll, wird klar, dass diese Messungen nicht grobschlächtig mit mehreren Watt auf den Eingang und großer Messbrücke erfolgen können. Dafür nehme ich dann entweder meinen Spektrum-Analyser mit Tracking Generator oder einen der Netzwerkanalyser NWT500 und NWT4000; letztere mit Software von Andreas, DL4JAL, alternativ Vitor, CT2JSA.

Im Rahmen des Aufbaus einer Station zum Funkverkehr über Oscar 100 wollte ich auch einmal Antennen für das 13cm Band und ein Interdigitalfilter hinsichtlich der Anpassung vermessen. Dabei musste ich feststellen, dass meine Messmöglichkeiten hinsichtlich der SWR-Messbrücken bei 2,4GHz doch eingeschränkt sind und habe mal das Internet befragt. Dabei ist mir ein Projekt von Andreas, DL4JAL, aufgefallen, der zeitgleich auch eine neue Software für den NWT4000 entwickelt hat. Die sehr ausführlichen Beschreibungen findet man auf seiner Homepage <http://www.dl4jal.eu>.



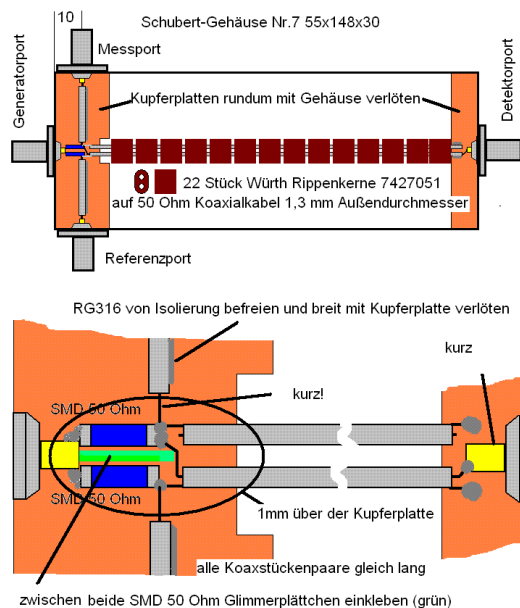
Schaltungsvorschlag von DL4JAL

Bei der Betrachtung des Schaltungsvorschlages fiel mir ein, dass ich seit längerer Zeit noch die Bauteile für eine Messbrücke nach Michael, DJ7VY (s.a. UKW-Berichte 01/83), nach Vorschlag von Wolfgang, DG0SA (s.K.) habe.

Was lag also näher als beide einmal nachzubauen.

Als erstes habe ich den Vorschlag von Martin, DJ7VY / Wolfgang, DG0SA, nachgebaut und Brücke #1 benannt. Danach habe ich den Schaltungsvorschlag von Andreas, DL4JAL, gebaut und Brücke #2 benannt.

Hier Schaltung nach DJ7VY / DG0SA sowie Fotos vom Innenleben und ein mit dem NWT4000 aufgenommenen Scan hinsichtlich der Richtschärfe (hierzu folgen noch Erklärungen).



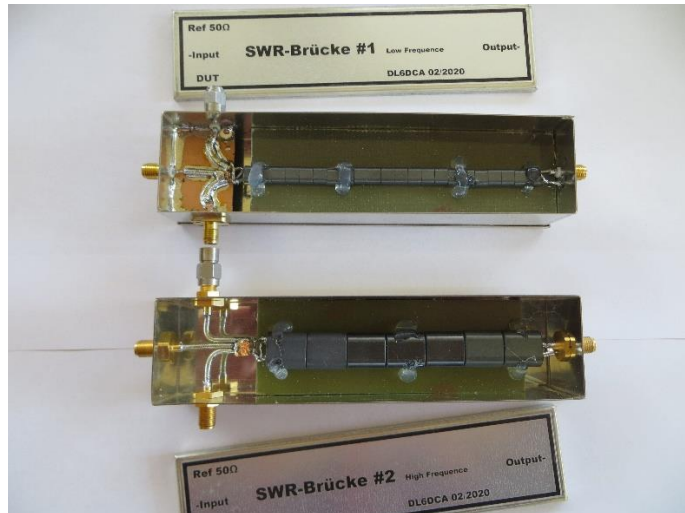
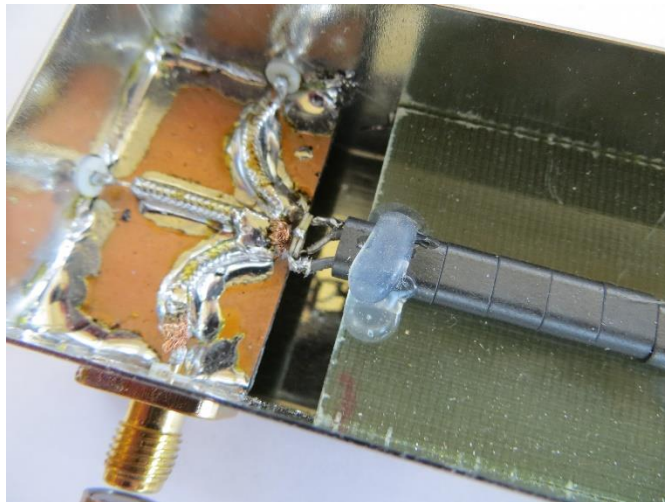
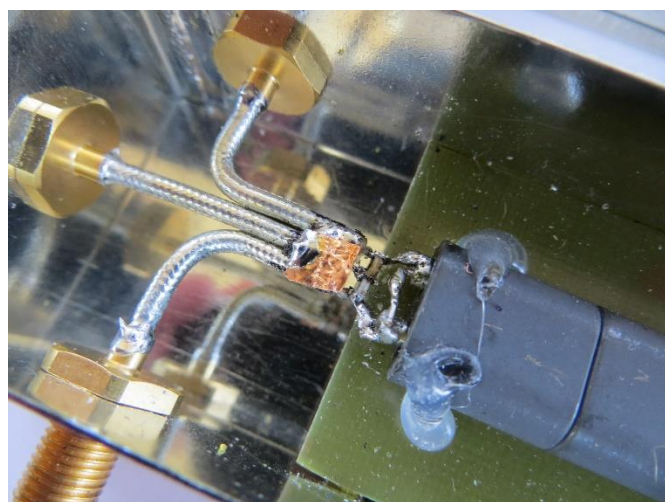


Foto vom Innenleben Brücken #1 und #2



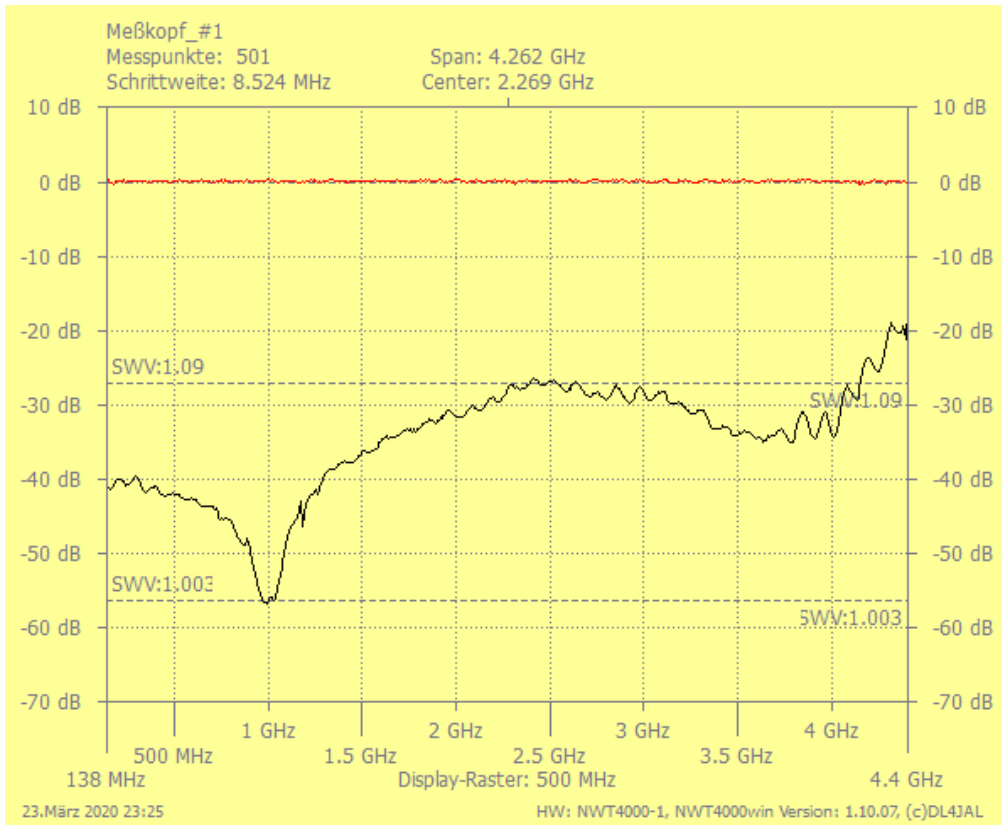
Brücke #1

die SMD Widerstände und Abgleichföhnen sind kaum zu erkennen

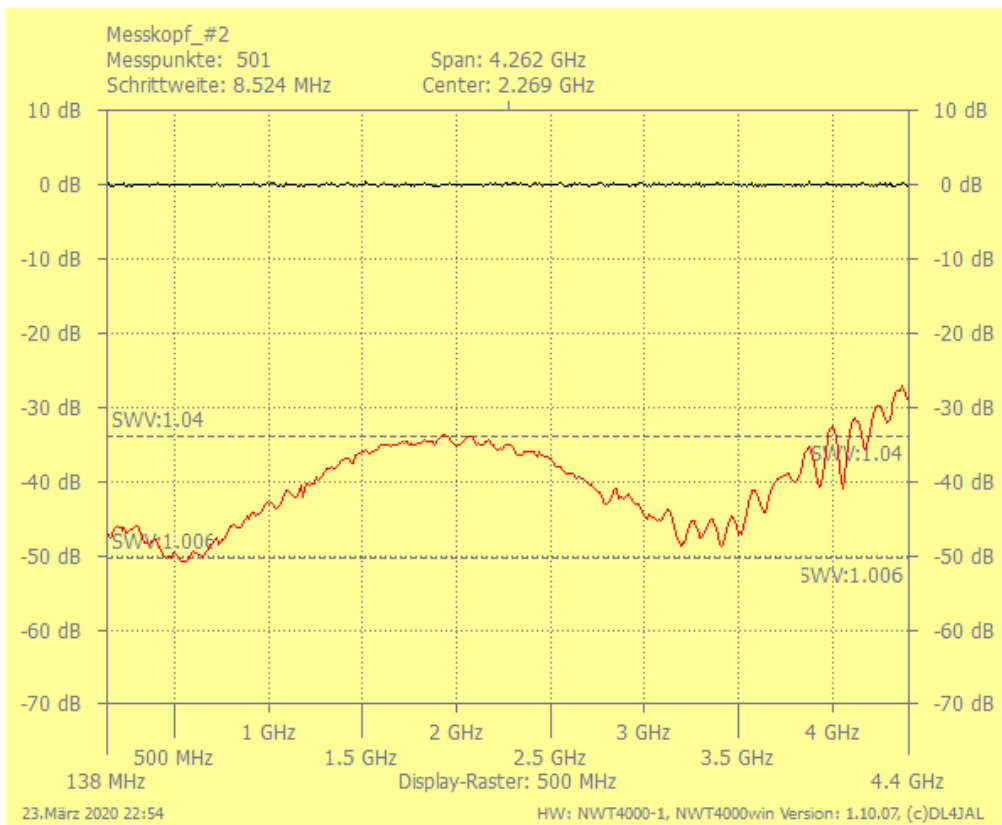


Brücke #2

auch hier Bauteile kaum zu erkennen



Brücke #1



Brücke #2

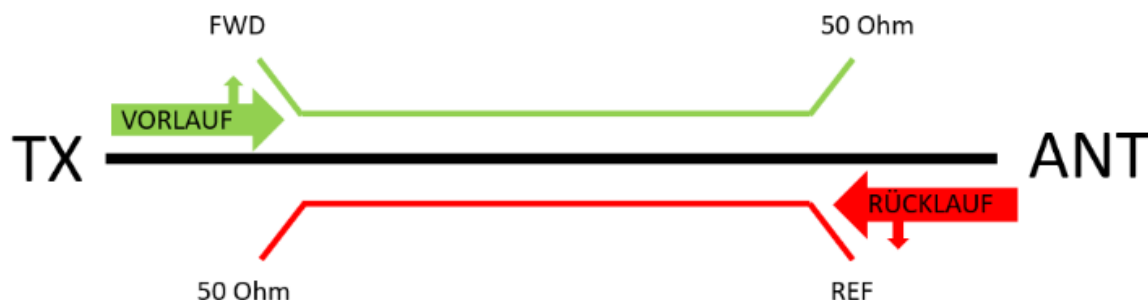
Beim Aufbau ist peinlichst genau darauf zu achten, dass alle Leitungen exakt die gleiche Länge haben und im Bereich der Stoßstellen die „blanken“ Kabelenden so kurz als möglich gehalten sind. Bei den SMD Widerständen handelt es sich um selektierte 100Ω SMD 0805 Dickschichtwiderstände, die huckepack aufeinander gelötet sind und somit 50Ω ergeben. Andreas hat das ganze auch noch mit SMD Widerständen in der Bauart 0402 gemacht. Meine diesbezüglichen Versuche waren nicht erfolgreich, da die Bauteile nur 1mm / o,1mm groß sind und man über ein „Hilfsplatinchen“ nur zusätzliche unerwünschte Kapazitäten einbaut. Mit einer kleinen Metallfahne aus Kupfer die auf Masse gelötet und vorsichtig in Richtung Brückenwiderstände gebogen wird, lässt sich der Frequenzgang noch ein wenig anpassen.

Übrigens wurde bei der Brücke #1 ein Teflon Koaxialkabel mit Außendurchmesser 1,3mm im Bereich der Doppelkerne, bei Brücke #2 ein flexibles Semi-Regid RG 402 eingesetzt. Musste auch erst ein paar Probestückchen machen, da das Ablängen und Ablösen der Isolation nicht ganz so einfach ist. Die schlechten Augen wurden mit einer Lupe „getunt“.

Ein Hinweis zu den Referenzwiderständen. Die meisten SMD-Abschlusswiderstände sind bis 4GHz spezifiziert. Ich habe mir geholfen, indem ich ein 30dB Dämpfungsglied vorgeschaltet habe, was bis 8GHz spezifiziert ist. Kaum geeignet sind Abschlusswiderstände und Dämpfungsglieder aus China, auch wenn sie angeblich bis 6GHz geeignet sind! Meine Erkenntnis bei Basteleien über 1 GHz ist die, besser in die Tasche greifen und auf bewährte Marken wie Suhner, Rosenberger, Weinschel usw. zurückgreifen. Ist etwas teurer, aber der Spaß geht nicht verloren. Über die Dämpfungsglieder werde ich einen eigenen Bericht verfassen und in Kürze veröffentlichen.

Was hat es nun mit der Richtschärfe von SWR-Messbrücken auf sich:

Eine klassische Messbrücke besteht aus der eigentlichen (Koax) Leitung die zwischen Generator (Tx) und Antenne zur Leistungsübertragung dient. Hier sind dann über eine kurze Strecke parallele Leitungen geführt, mit denen im Vorlauf eine geringe Sendeleistung ausgekoppelt wird. Das gleiche erfolgt im Rücklauf, wo quasi die durch entsprechendes SWR reflektierte Leistung ausgekoppelt wird. Sowohl Vor- als auch Rücklauf sind gegenüber der tatsächlichen Sendeleistung entsprechend dem durch physikalischen Aufbau bedingten Koppplungsfaktor gedämpft. Rein theoretisch würde bei einer ideal angepassten Antenne keinerlei Rücklauf auftreten. In der Praxis sieht es aber so aus, dass durch induktive und kapazitive Kopplungen immer eine geringe Rücklaufleistung anliegt. Die Leistung zwischen Vor- und Rücklauf sauber zu unterscheiden ist wesentlich und wird als Richtschärfe bezeichnet. Sie entscheidet, wie genau ich noch das beste SWR-Verhältnis messen kann.



Prinzipschaltung SWR-Brücke / Richtkoppler

In dem nachfolgenden Tabellenwerk wird eine Sendeleistung von 100 Watt (=50dBm) bei unterschiedlich schlechtem SWR betrachtet. Mit einer Brücke die eine Richtschärfe von nur 10dB aufweist kann man kein SWR von besser 1:1,925 bestimmen! Also muss es das Ziel im Selbstbau sein, eine möglichst hohe Richtschärfe zu bekommen.

<u>Leistung FWD</u>	<u>Leistung REV</u>	<u>Richtschärfe</u>	<u>messbares SWR</u>
<u>dBm</u>	<u>dBm</u>	<u>dB</u>	<u>:1</u>
50,0	0,0	50,0	1,006
50,0	5,0	45,0	1,011
50,0	10,0	40,0	1,020
50,0	15,0	35,0	1,036
50,0	20,0	30,0	1,065
50,0	25,0	25,0	1,119
50,0	30,0	20,0	1,222
50,0	35,0	15,0	1,433
50,0	40,0	10,0	1,925
50,0	45,0	5,0	3,570
50,0	50,0	0,0	???

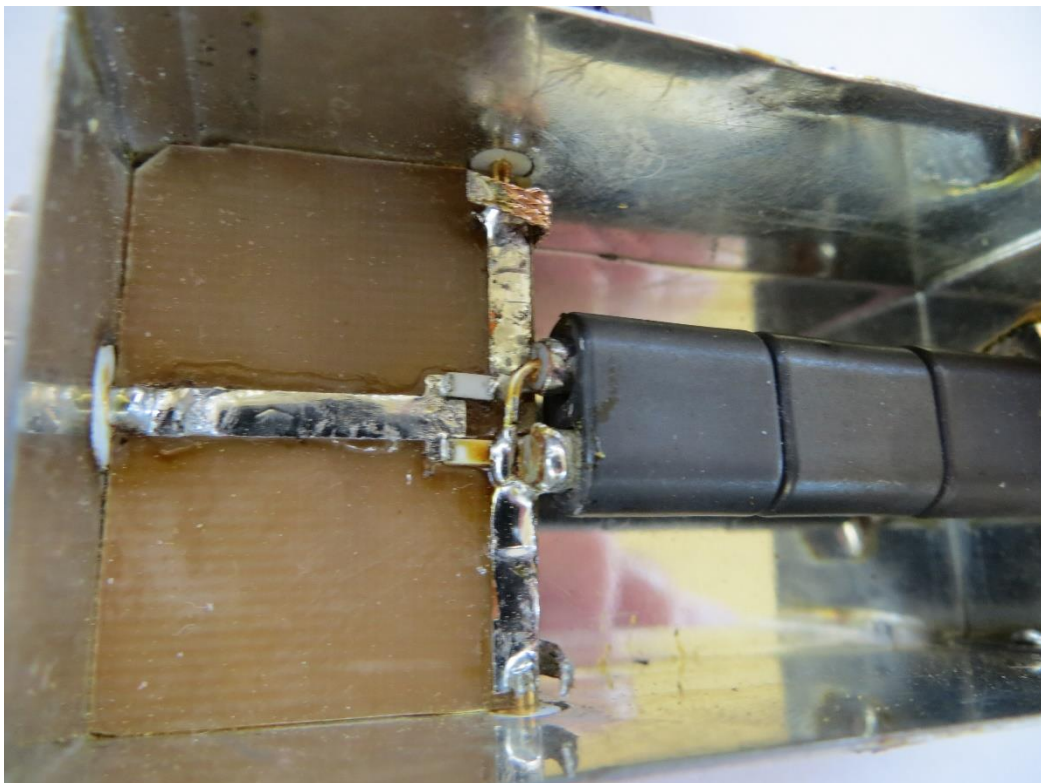
Beispiel zur Verdeutlichung der Richtschärfe

Wenn man sich jetzt noch einmal die beiden Plots der Brücken ansieht stellt man fest, dass die Brücke #1 zwischen 2m und 9cm Band je nach Frequenzbereich die Messung des geringsten SWR von 1:1,04 bis 1:1,006 zulässt. Bei Brücke #2 liegen die Werte bei 1:1,04 und 1:1,006. Also völlig ausreichend für unsere hobbymäßigen Anwendungen, wo es eigentlich nur auf die erste Nachkommastelle ankommt. Man muss sich auch bewusst sein, dass durch den Messaufbau selber sowie die zusätzlichen Steckverbinder / Systemadapter (z.B. SMA zu N-Norm) es zu Messfehlern bzw. Verfälschungen kommt. Also immer kritisch hinterfragen was man gerade wirklich misst, insbesondere im Bereich höher 1GHz!

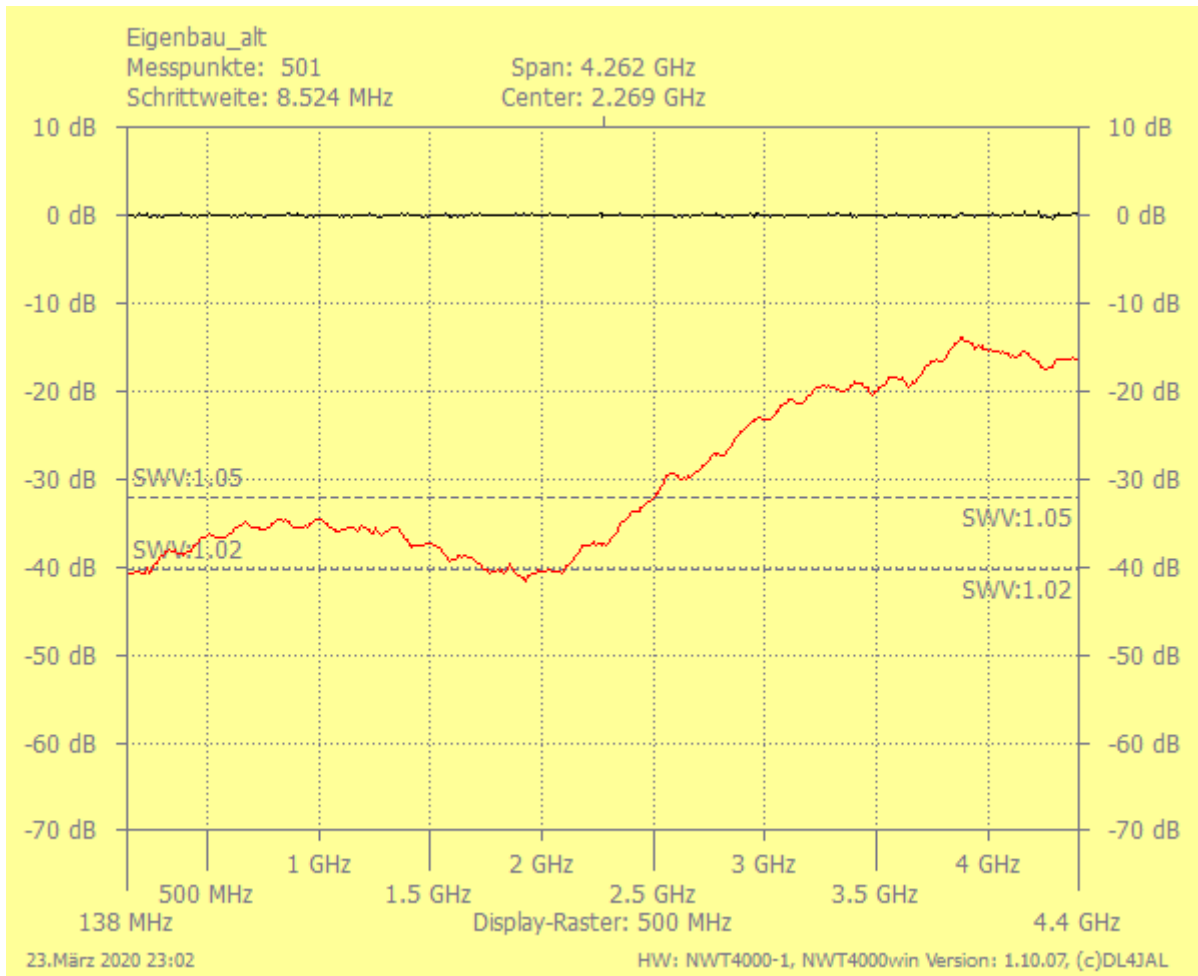
Eigentlich könnte der Bericht hier enden. Weil es aber so schön ist, noch ein paar Messwerte über eine im Jahr 1984 selbst gebaute Brücke nach DJ7VY und eine Messbrücke aus dem Tranverterstore.



Selbstbau aus dem Jahre 1984



Innenleben des Selbstbaus aus 1984, jetzt mit Abgleichföhnchen



Bis 2,5GHz noch gut brauchbar, kann es selber nicht glauben da ich damals dort noch nicht messen konnte

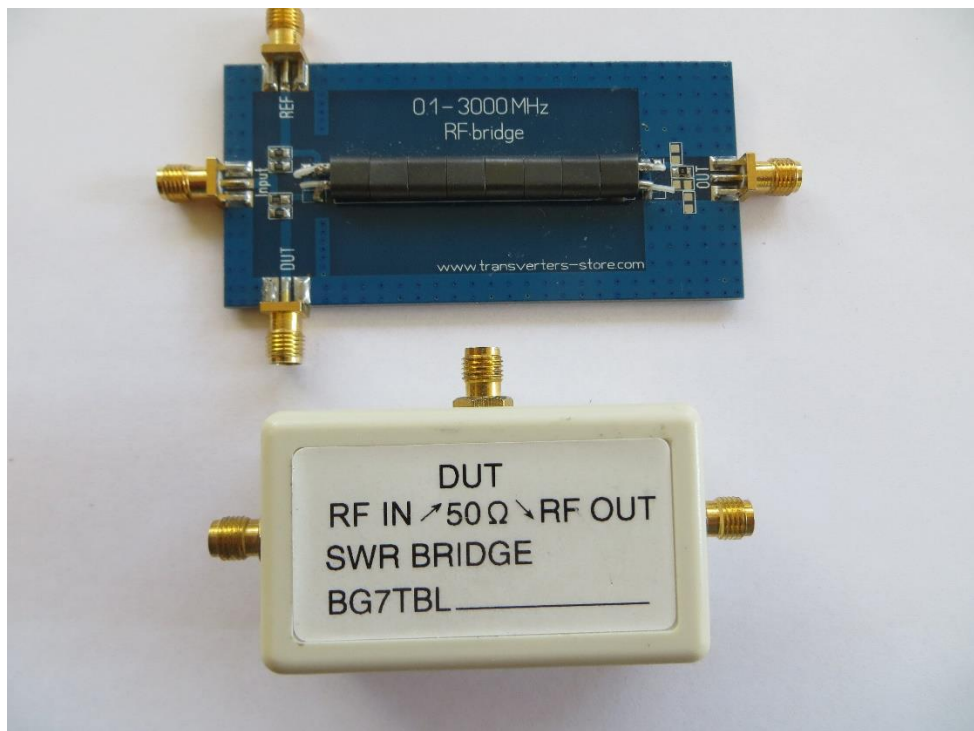
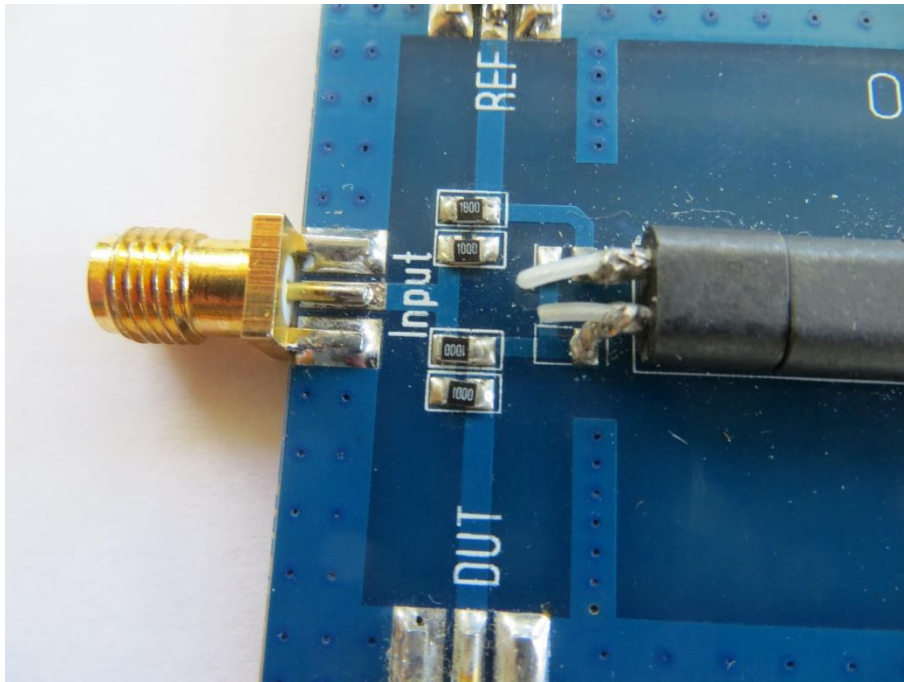
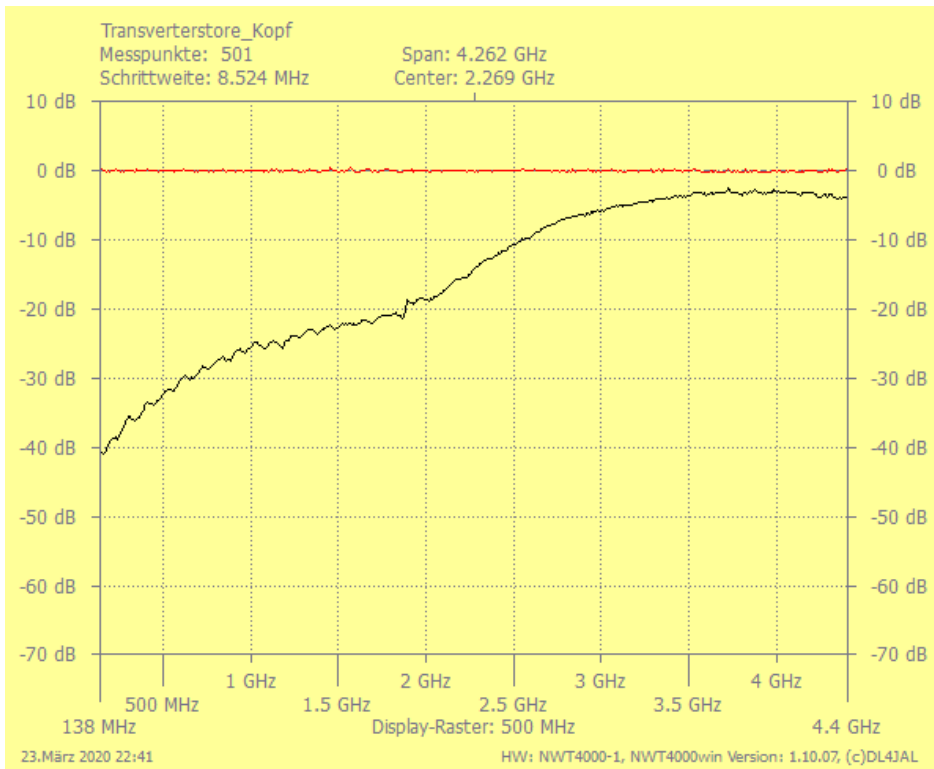


Bild von der Transverterstore und BG7TBL Brücke

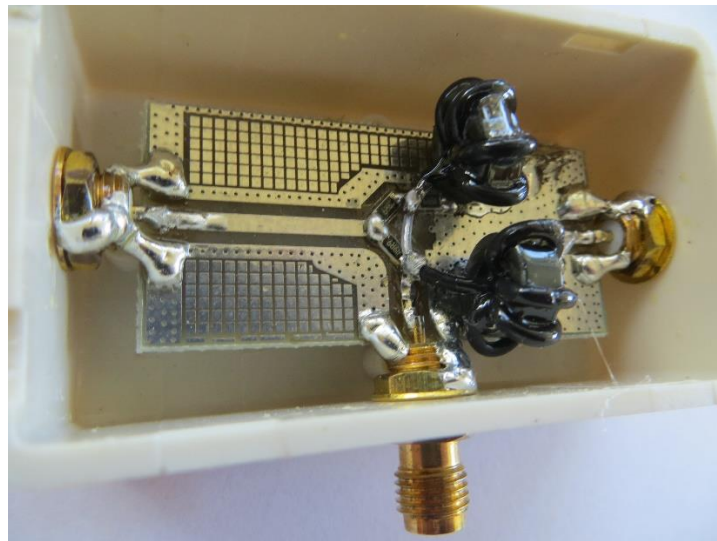


Detailaufnahme Tranverterstore Brücke

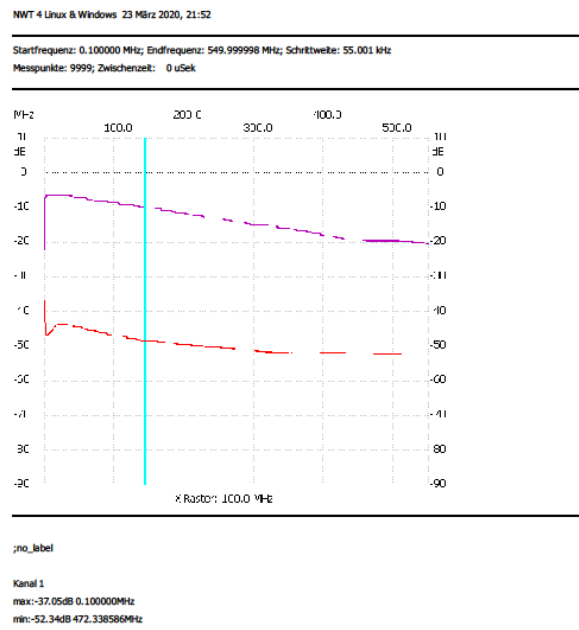


Nicht wirklich brauchbar oberhalb 500MHz

Und hier noch eine bis mind. 500MHz brauchbare Messbrücke von BG7TBL wie sie mit dem NWT500 ausgeliefert wurde. Immer über 30dB Richtschärfe!



Innenleben BG7TBL Brücke



Über Rückfragen, Anmerkungen, Verbesserungsvorschläge würde ich mich freuen. Kontakt bitte per Mail dl6dca@dark.de oder Ortsfrequenz 144,575MHz.

73 de Wilhelm DL6DCA