Mode-J Filter

Matthias DD1US, Update 25.7.2022 rev 1.2

Möchte man über Amateurfunksatelliten arbeiten, welche auf dem 2m Band empfangen und auf 70cm senden (Mode-J oder auch Mode VU genannt), so benötigt man eine hohe Unterdrückung der eigenen 2m Aussendung im 70cm Band. Neben einem Tiefpassfilter am Ausgang des 2m Senders empfiehlt sich zusätzlich ein Hochpassfilter vor dem Eingang des 70cm Empfängers oder noch besser vor dem 70cm Antennenvorverstärker.

Anbei ein Artikel von Heinz Hillebrand DL1CF, erschienen im AMSAT-DL Journal 2/1990.

Das Mode-J-Filter

Mit der Betriebsaufnahme von FO-12 im Jahre 1986 stellten viele Stationen fest, daß die inzwischen immer empfindlicher gewordenen Antennenvorverstärker für 70 cm die Uplinksignale auf 145.9 MHz nicht verkraften können.

Teilweise erzeugten die Verstärker ein Spektrum von Trägern, so daß ein Abstimmen auf die Frequenz der Gegenstation unmöglich wurde.

Es soll auch nicht verschwiegen werden, daß solche hochgezüchteten GaAs-FET-Vorverstärker in den Wintermonaten bei Temperaturen unter - 5 Grad C oft durch Selbsterregung glänzen. Leider merkt man es nur, wenn die Schwingneigung im Band selbst auftritt. Die meisten Verstärker schwingen aber außerhalb des Bandes, teilweise bis 900 MHz.

Bei der UKW-Tagung in Weinheim 1988 und auch 1989 hörte ich die Klagen der Leute direkt beim Hersteller dieser Verstärker. Auch ich hatte diese Probleme beim Betrieb über fO-12 in Mode-JA und Mode-JD.

Der im AMSAT-DL-Journal Nr. 6/88 gemachte Vorschlag, eine der Antennen auf einem zweiten Mast in einiger Entfernung zu montieren, ist keine Lösung. Kaum jemand hat den Platz und kann sich den zusätzlichen Aufwand für einen Mast und Rotorsystem leisten.

Eine elegante Lösung dieses Problems für jeden Mode-J Geplagten bietet das folgende »Mode-J-.Filter«. Das Filter ist seit 1986 ständig in Betrieb und hat sich bei FO-12 und AO-13 bestens bewährt. Es wurde in der Zwischenzeit mit großem Erfolg mehrfach nachgebaut. Da die neuen PACSATs und auch der Nachfolger von FO-12, der JAS-1B, in Mode-J arbeiten werden, ist das Thema sehr aktuell.

Die Schaltung

Das Filter besitzt drei Sperrkreise, welche auf 145 abgeglichen, das Eindringen der Uplinksignale in den Vorverstärker verhindern. Bei richtigem Ausgleich ist die Sperrdämpfung größer als 80 dB, so daß auch sehr starke benachbarte 2-m-Stationen keine Chance haben. Die Einfügungsdämpfung auf 435 MHz liegt bei 0.13 dB (hochwertige Bauteile vorausgesetzt), so daß die Verluste vor dem Vorverstärker sich in Grenzen halten. Das SWR liegt bei 1.05:1.

Die Meßwerte der Bilder 2 und 3 sprechen für sich und bedürfen keiner Erläuterung.

Der Abgleich

Das oben beschriebene »Mode-J-Filter« kann man auch ohne teuren Meßplatz abgleichen.

1. Das fertig aufgebaute Filter wird zwischen 2-m-Antenne und 2-m-RX geschaltet. Als Signalquelle eignet sich auch ein starkes FM-Relais. Die Sperrkreise werden mit den Trimmern C1, C3 und C5 auf eine minimale S-Meteranzeige abgeglichen.

2. Nun wird das Filter zwischen 70-cm-TX und 70-cm-Antenne geschaltet. Zwischen Filter und 70-cm-TX muß noch ein Richtkoppler oder ein gutes SWR-Meter eingeschleift werden.

Jetzt wird der 70-cm-TX mit zunächst geringer Leistung eingeschaltet. Mit den Rohrtrimmern C2 und C4 wird auf minimalen Rücklauf (kleinstes SWR) abgeglichen.

3. Anschließend werden die Punkte 1 und 2 nochmals wiederholt.

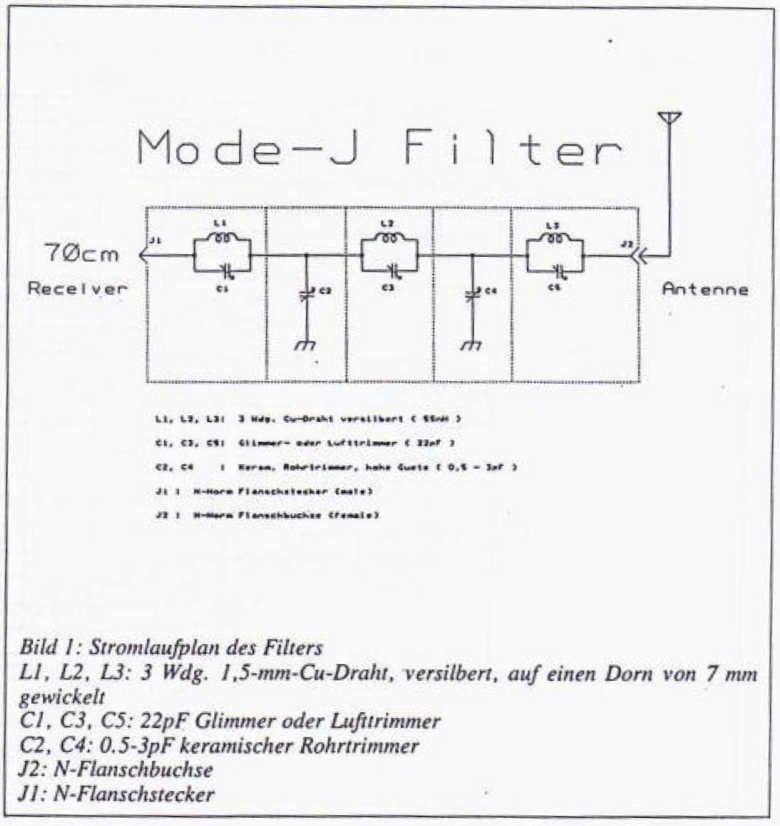
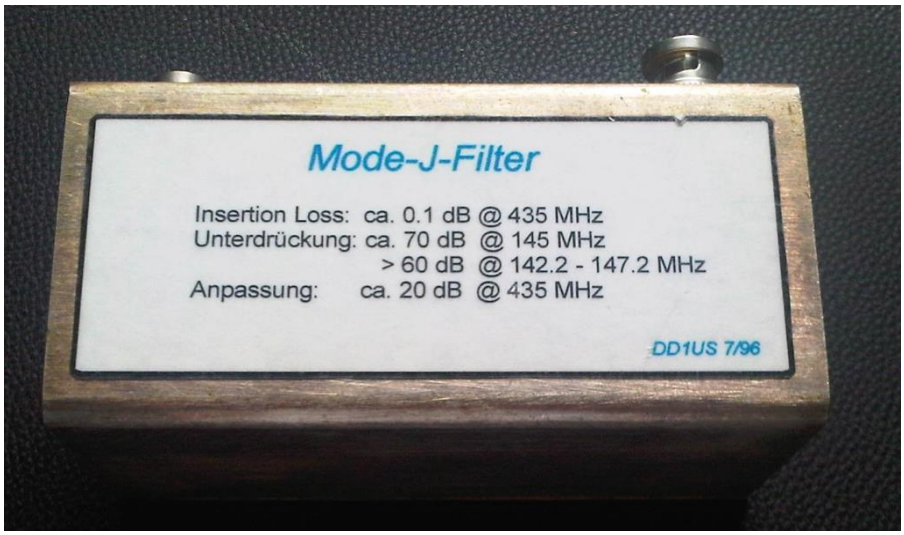
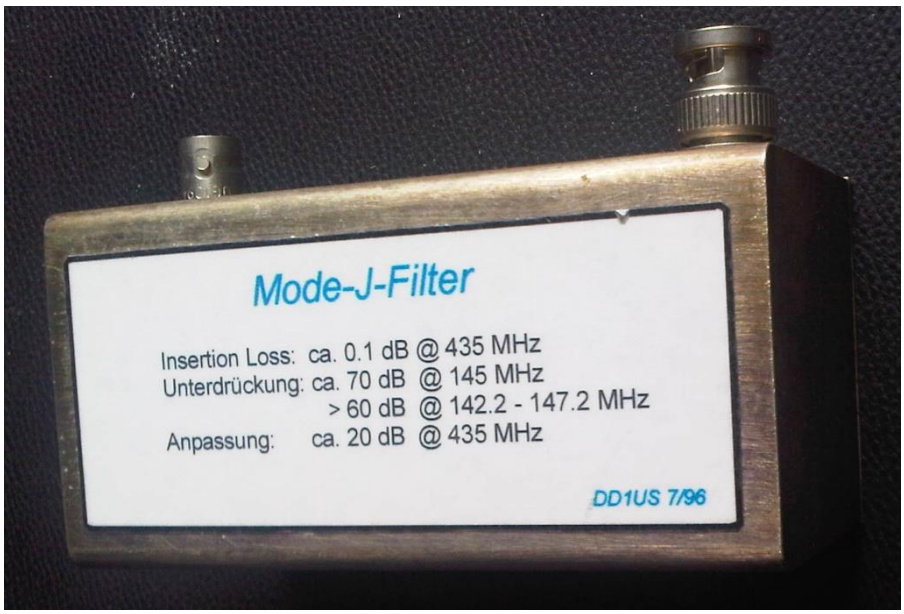
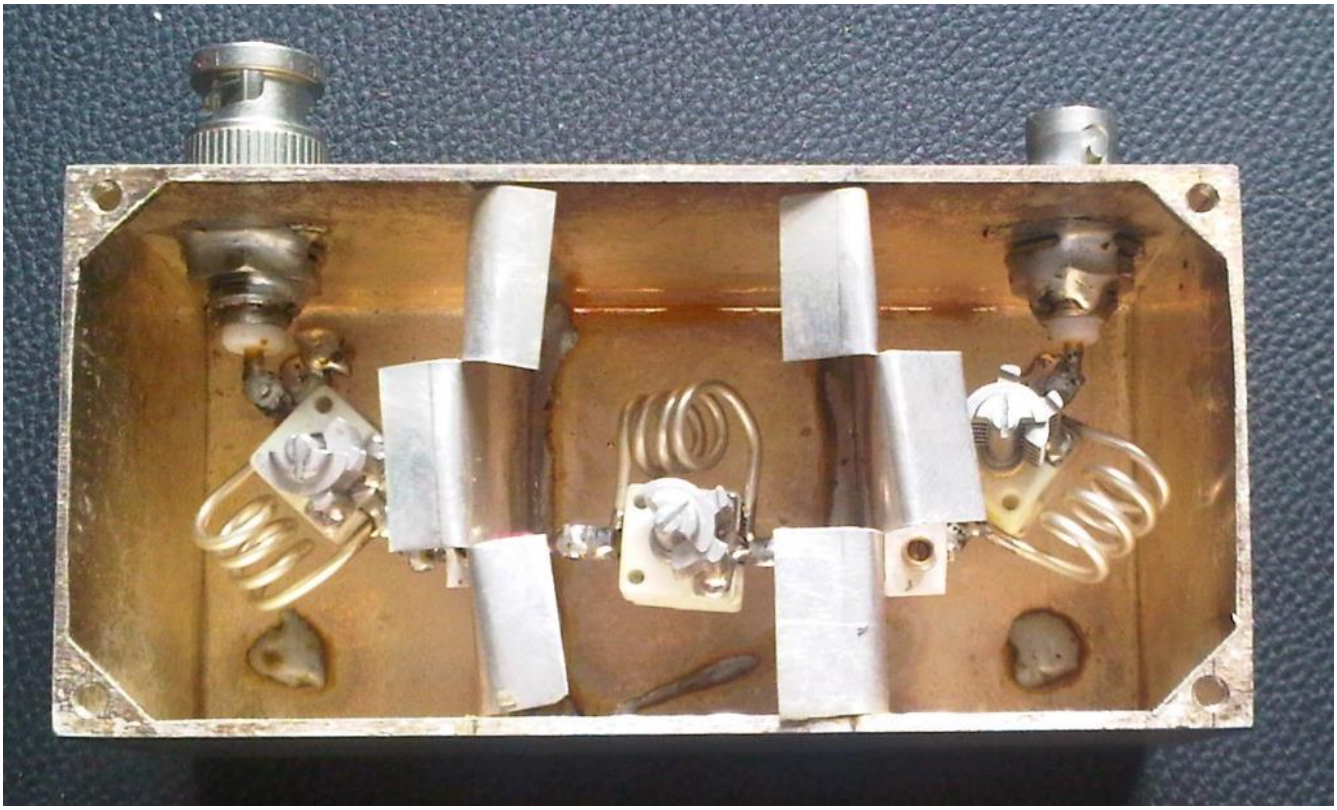


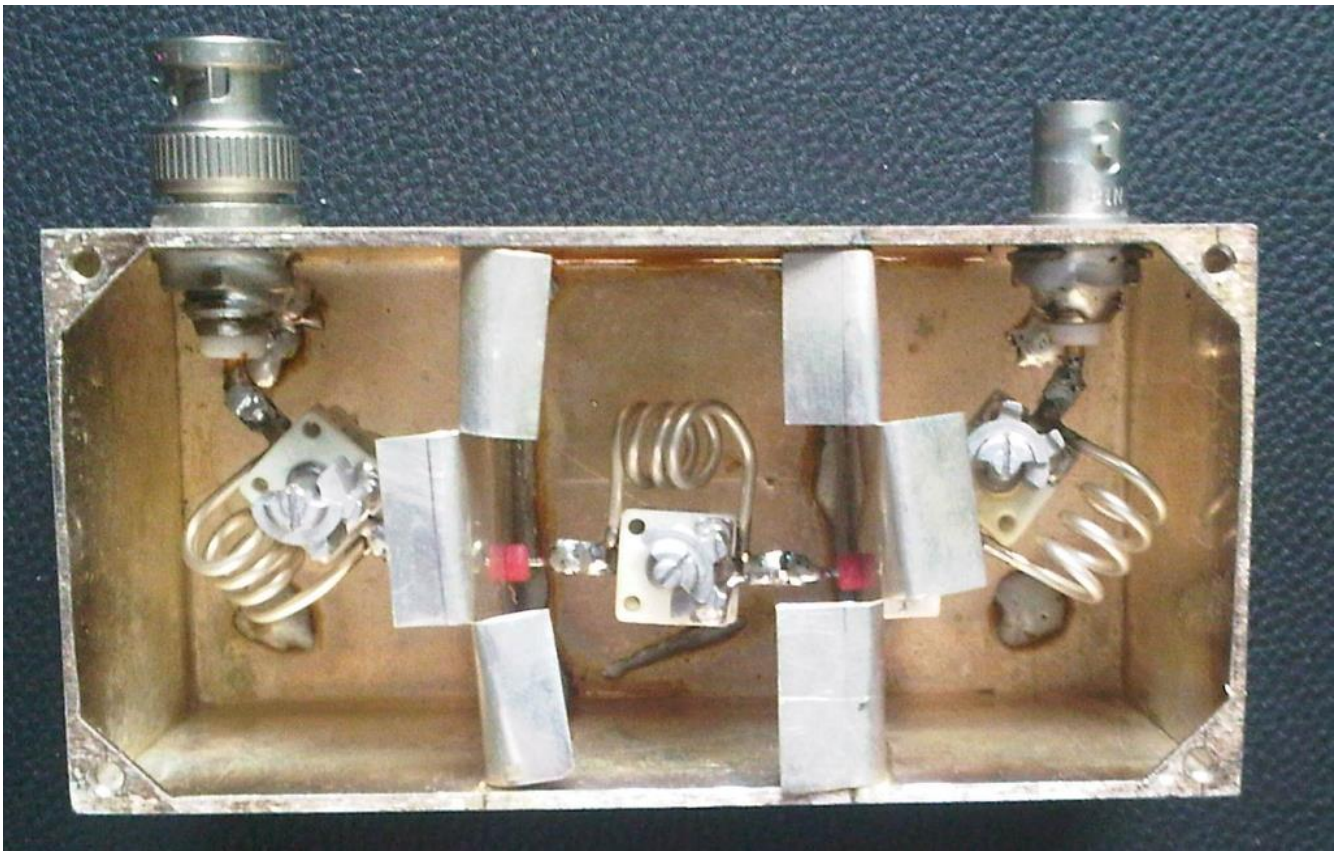
Bild 1: Stromlaufplan des Filters
L1, L2, L3: 3 Wdg. 1,5-mm-Cu-Draht, versilbert, auf einen Dorn von 7 mm gewickelt
C1, C3, C5: 22pF Glimmer oder Lufttrimmer
C2, C4: 0.5-3pF keramischer Rohrtrimmer
J2: N-Flanschbuchse
J1: N-Flanschstecker

Ich habe im Jahre 1996 ein solches Filter nach der Beschreibung von DL1CF aufgebaut. Verwendung fand ein massives versilbertes Messinggehäuse. Hier einige Bilder des Filters:

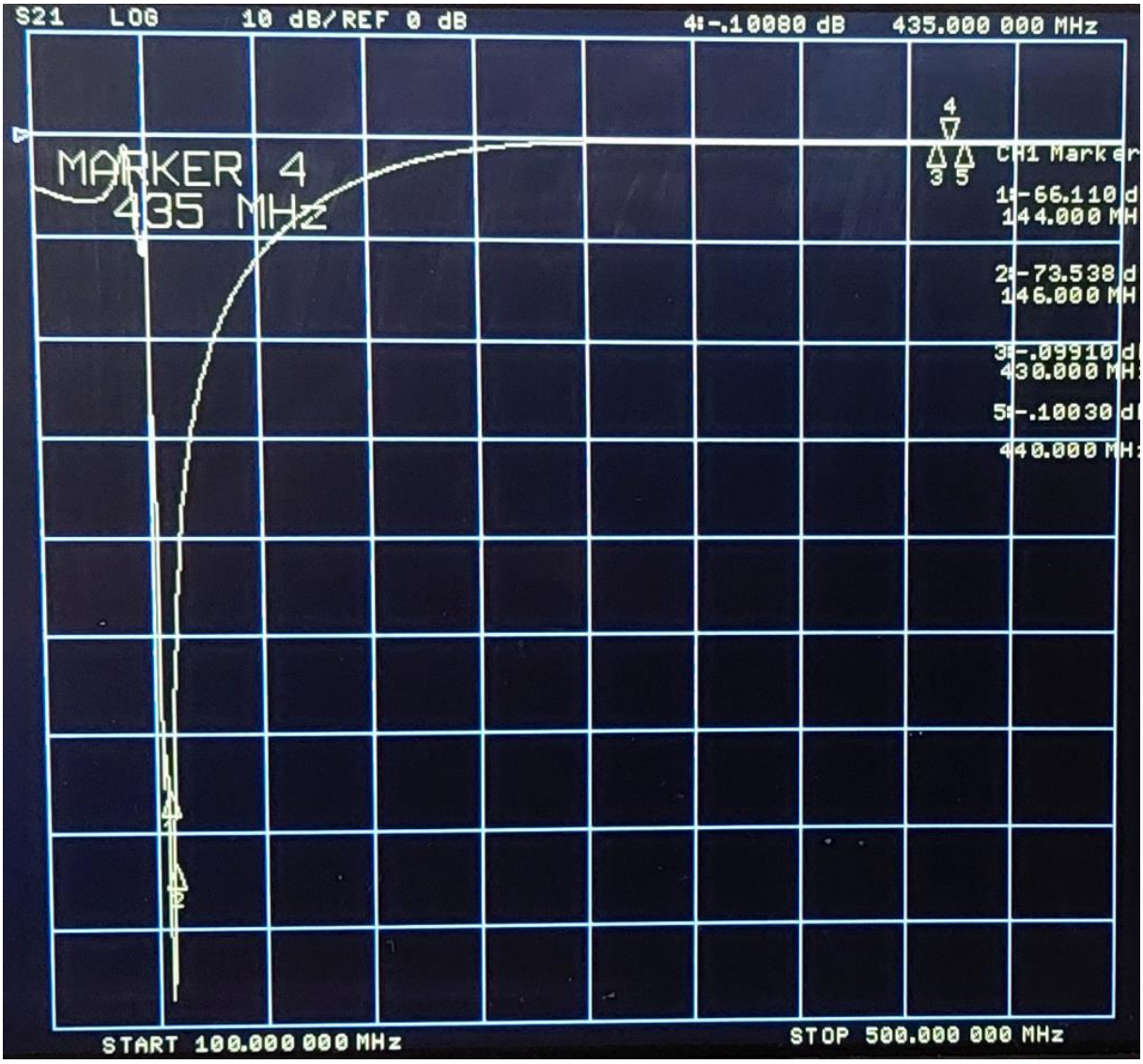




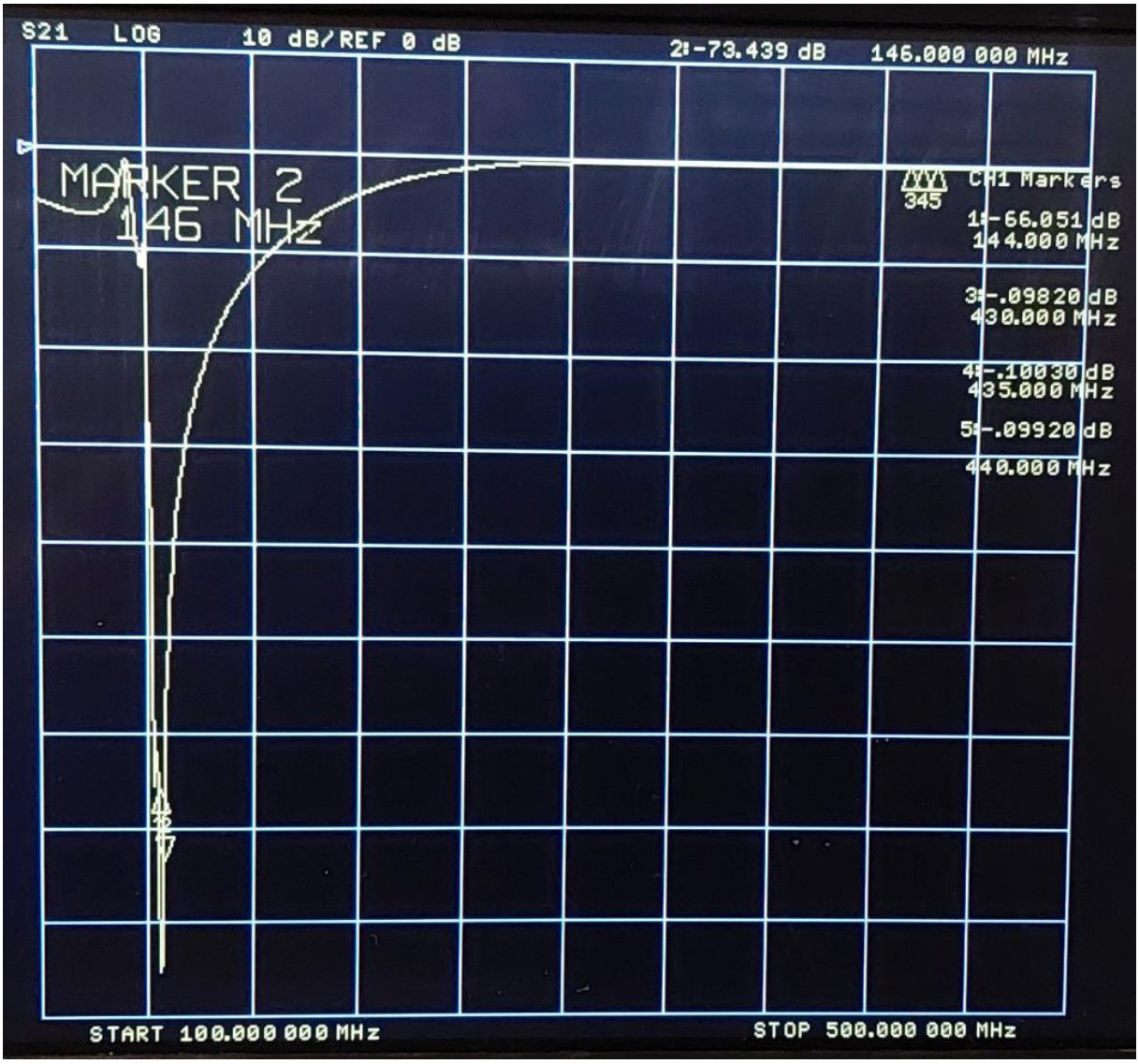




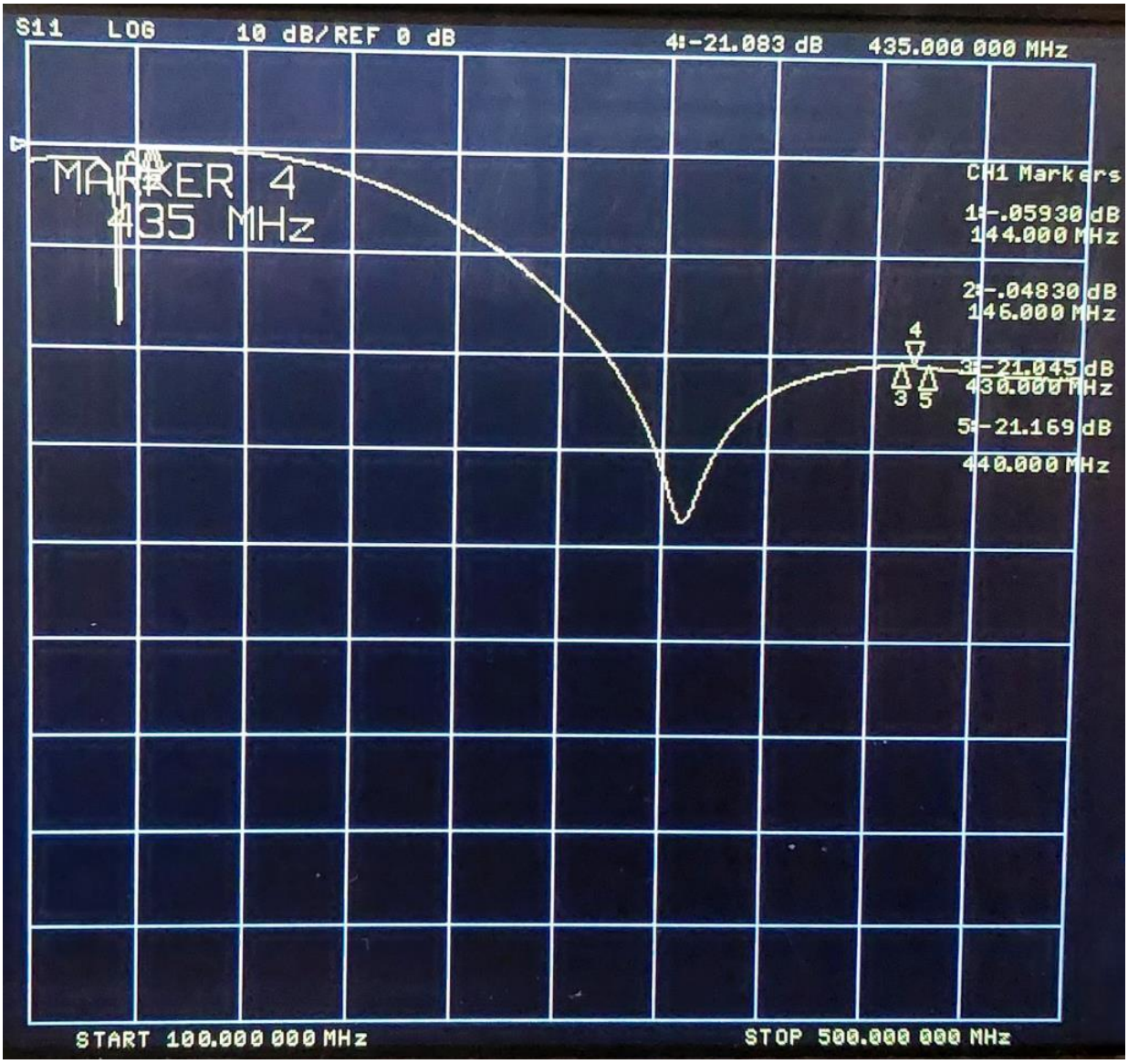
Nachfolgend einige Messungen des Filters. Die Messungen wurden mit einem kommerziellen vektoriellen Netzwerkanalysator incl. professionellen ECAL-Kit durchgeführt. Allerdings mussten nach der Kalibration noch jeweils ein Adapter von N auf BNC am Eingang und Ausgang des Filters eingefügt werden. Die gesamte Einfügedämpfung beider Adapter liegt bei 0,01dB und kann daher bei den nachfolgenden Messungen vernachlässigt werden.



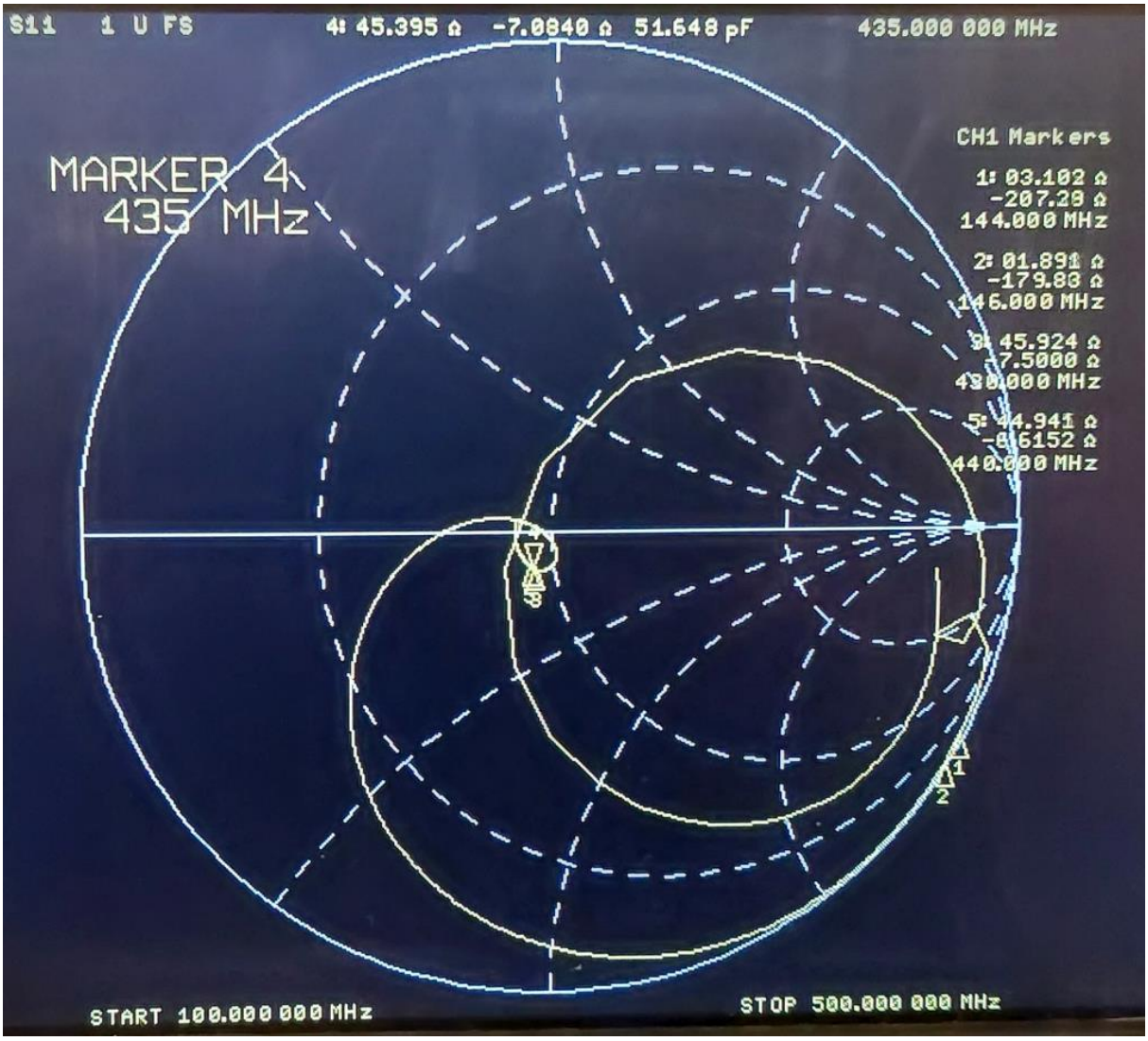
Die Einfügedämpfung im Bereich 430MHz bis 440 MHz ist mit 0,1dB sehr gering. Falls bereits der Empfangsvorverstärker durch das eigene 2m Uplinksignal übersteuert wird, dann kann dieses Filter auch zwischen Antenne und Vorverstärker eingefügt werden, wenn man eine maximale Sendeleistung von 75Watt nicht überschreitet.



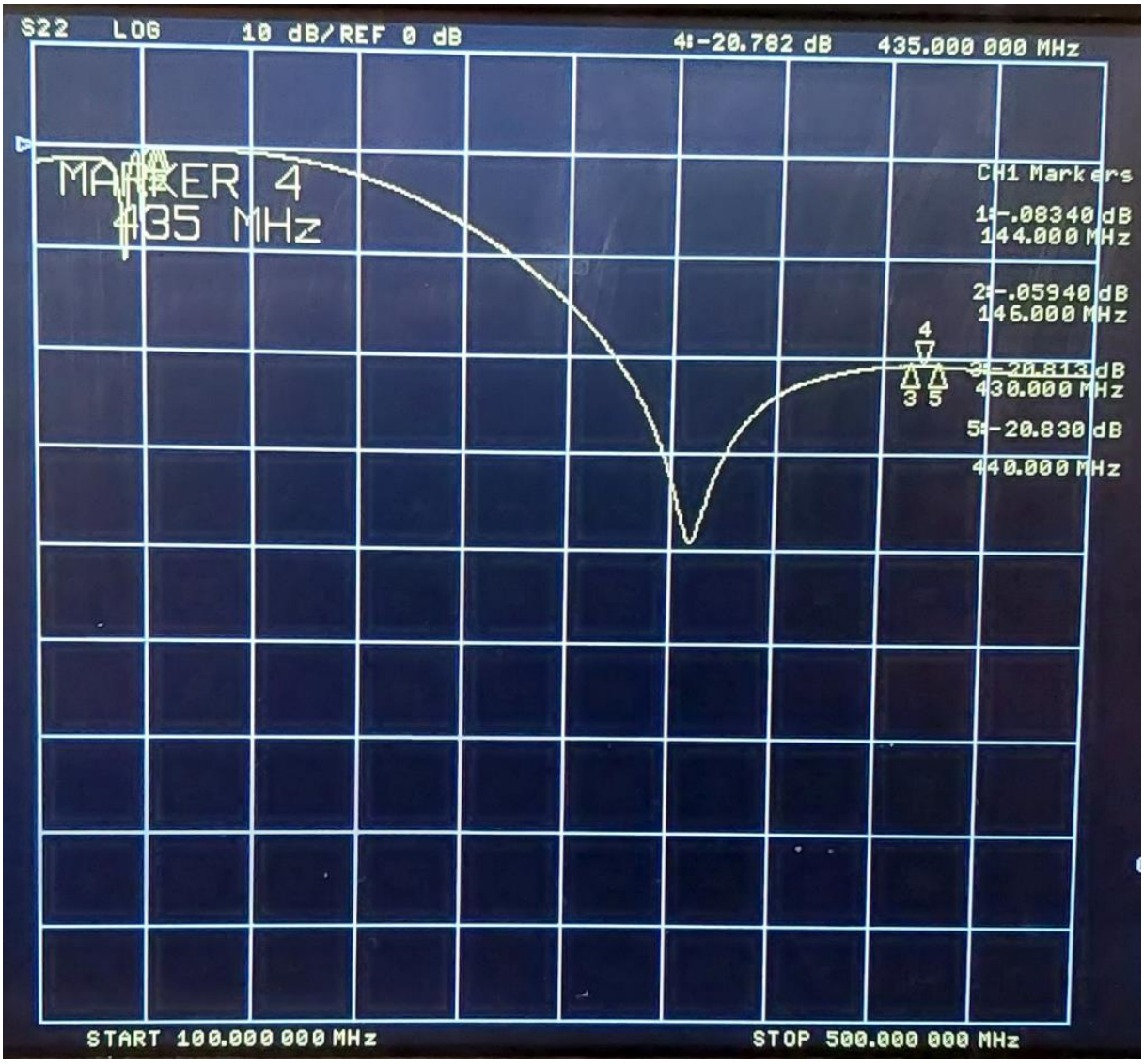
Die Unterdrückung des 2m Bandes liegt bei 144 MHZ bei 66dB und im Satelliten Uplinkbereich bei 145,800-146 MHz bei 73dB.



Die Eingangsanpassung S11 im 70cm Band liegt bei 21dB.



Smithchart der Eingangsimpedanz des Filters.



Die Ausgangsanpassung S22 im 70cm Band liegt ebenfalls bei 21dB.

Das Filter wurde im 70cm Band mit einer maximalen Leistung von 75W getestet und zeigte keine Probleme. Es kann also bei Leistungen bis zu 75W im Sendepfad verbleiben. Wie die vorherigen Messungen zeigten ist die Einfügedämpfung mit 0,1dB so gering, dass dies keinen signifikanten Einfluss auf die Ausgangsleistung hat.

Ich freue mich stets über Rückmeldungen.

Im Voraus vielen Dank und viele Grüße

Matthias DD1US

Email: DD1US@AMSAT.ORG
Homepage: http://www.dd1us.de