

# Messergebnisse eines Triplexer MX-3000N von Diamond

Diese Messdokumentation befasst sich mit Messungen und den daraus resultierenden Ergebnissen an einem Triplexer von Diamond der unter der Bezeichnung MX-3000N bei den Händlern zu beziehen ist! Was ist ein Triplexer: ein **4-Port-Filter**, das einen Eingang in drei verschiedene Ausgänge mit jeweils unterschiedlicher Frequenz aufteilt. Es kann auch umgekehrt verwendet werden und Signale von drei verschiedenen Frequenzbereichen an einen einzigen Port weiterleiten. Ein Triplexer ermöglicht so auch die Einspeisung über ein einzelnes Koaxialkabel in die Einspeisung von drei verschiedenen Antennen. Dieses „Dreifachfilter“ findet seinen Einsatz bei sogenannten dreifach Kombinationsantennen wie z.B. die X -5000N vom gleichen Hersteller oder auch an Kopien dieser Antennen. Diese und ähnliche Antennen und das Dreifachfilter sind vorgesehen für das zwei Meterband, für das 70cm Band und für das 23cm Amateurfunkband. Der hier behandelte Triplexer hat drei Grundsaltungen 1,6 bis 160MHz dort ist eine Tiefpassschaltung mit ausgangsseitigem Kabel mit PL Stecker. Der Bereich 350MHz bis 500MHz dort ist ein Bandpassfilter verbaut und für den Übertragungsbereich 850MHz bis 1300MHz dort ist eine Hochpassschaltung integriert.

Die Eingangsbuchse sowie die Anschlusskabelstecker ab 350MHz sind in N-Norm ausgeführt.

Information zu den Messungen: die Idealmessbedingungen und die daraus resultierenden Ergebnisse werden nur erreicht mit sehr guten Abschlusswiderständen also 50Ω N-Norm Typen bei dem PL Stecker sind geeignete Übergänge vorzusehen. Weitere Anschlüsse die zunächst bei einer Messung nicht benötigt werden, müssen abgeschlossen werden, sonst gibt es Fehlmessungen! Ein Blockschaltbild des Triplexer gibt **Bild 1** wieder, dazu die Angaben der breit gefächerten Frequenzverläufe der Tiefpass-, Bandpass- und der Hochpassschaltung.

Eine Tatsache ist, bei derartigen Labormessungen sind überall ideale Abschlusswiderstandsverhältnisse zu finden. Die folgenden Messdokumentationen beziehen sich allesamt auf diese Idealbedingungen die sich natürlich in der Praxis nicht unbedingt ergeben werden!

Das sieht nach erfolgter Montage und Inbetriebnahme des Triplexer leider dann anders aus! Wenn auch die Dreibandantenne in diesem Fall die X-5000 halbwegs einen 50Ω „Anschluss/Abschluss“ aufweisen sollte in ihren AFU Bereichen, wie aber sieht es mit den anderen drei Anschlüssen aus? Kein(e) Transceiver haben einen exakten 50Ω Eingang im Empfangsfall, insbesondere der/die nicht benutzte(n) bei Einfach- oder Mehrfacheingängen des/der Transceiver. Aus diesem Grund ergeben sich Veränderungen der tatsächlichen Verläufe der Messkurven sprich der Frequenzparameter des Triplexer. Aber da die überlappenden Bereiche sehr großzügig bemessen worden sind, wird sich das nur bedingt im Nutzübertragungsbereich S21/S11 bemerkbar machen. Bei den gegenseitigen Entkopplungen aller Bereiche macht sich das schon bemerkbar.

Hier kommt uns aber zusätzlich die interne Selektion des Transceivers entgegen. Die Senderleistungen liegen im Allgemeinen im Bereich der üblichen 100Watt und daher ist eine ausreichende Vordämpfung durch den Isolationsverlauf des Triplexer gewährleistet. Zumal die Antenne X-5000 mit einer maximalen Senderleistung von 100Watt (200W PEP) angegeben ist und auch so maximal verwendet werden darf.

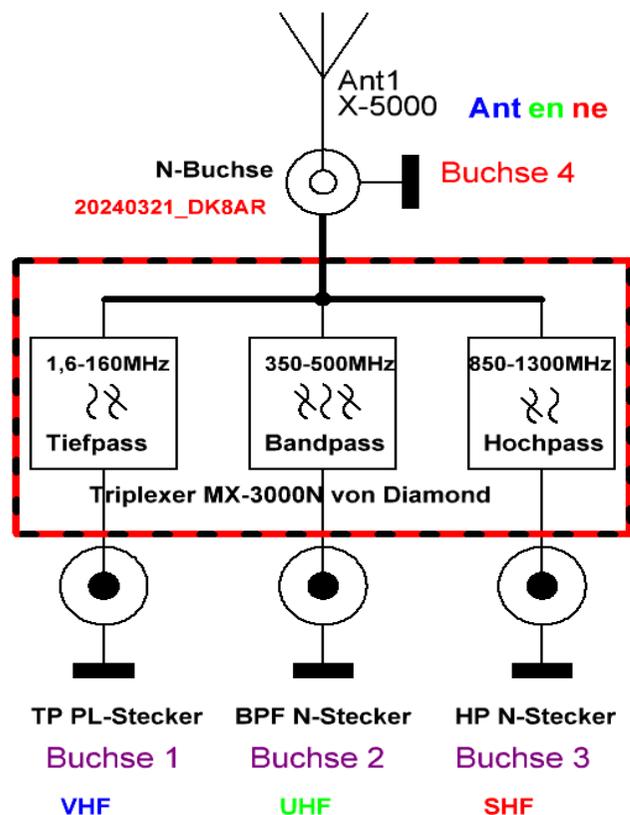
Nehmen wir an 100W Senderleistung auf 2 Meter dann würde durch die Isolation des Triplexer von ca. 55dB VHF>UHF noch am Eingang des 70cm Empfangsteils ein Signal von (125mV Ueff  $\hat{=}$  102dBμV) anstehen. *Bitte beachten, über 30MHz sind S9+60dB = -33dBm  $\hat{=}$  5 mV Ueff bzw.  $\hat{=}$  74dBμV.* Das ist rein theoretisch, denn es kommt noch der im Transceiver verbaute Tiefpassfilters für 2Meter im Sendebetrieb dazu. Die kleine Dämpfung des Eingangskreises des 70cm Empfangsteiles im Transceiver zählt nicht dazu! Diese Werte sind uns im Allgemeinen auch unbekannt und daher können wir diese zur Signalunterdrückung nicht beurteilen! Also keine Panik, es sollte nichts kaputt gehen im Empfangs-

# Messergebnisse eines Triplexer MX-3000N von Diamond

teil der anderen Empfängerteile. Wenn der Triplexer mit einer Antenne dazu mit den Einzel- oder einer Combinerschaltung für 2 Meter 70cm und 23cm wie es heute üblich ist bei den Transceivern betrieben wird. Ein ähnliches Sperr- und Dämpfungsverhalten durch die gesamt Selektion Schaltungen des 23cm Bandes gehört ebenfalls dazu, bitte die Messtdokumentation beachten. Es ist auch eine Kombination 2 Meter und 70cm ohne 23cm mit dem Triplexer möglich, dazu dann den SHF (1,3GHz) Ausgang mit 50Ω abschließen. Es kann ja sein, ein 23cm Gerät kommt später dazu?

**Bild 1** Das Blockschaltbild des Triplexer

**Bild 2** Der Triplexer ohne die drei fix montierten Kabelschwänze



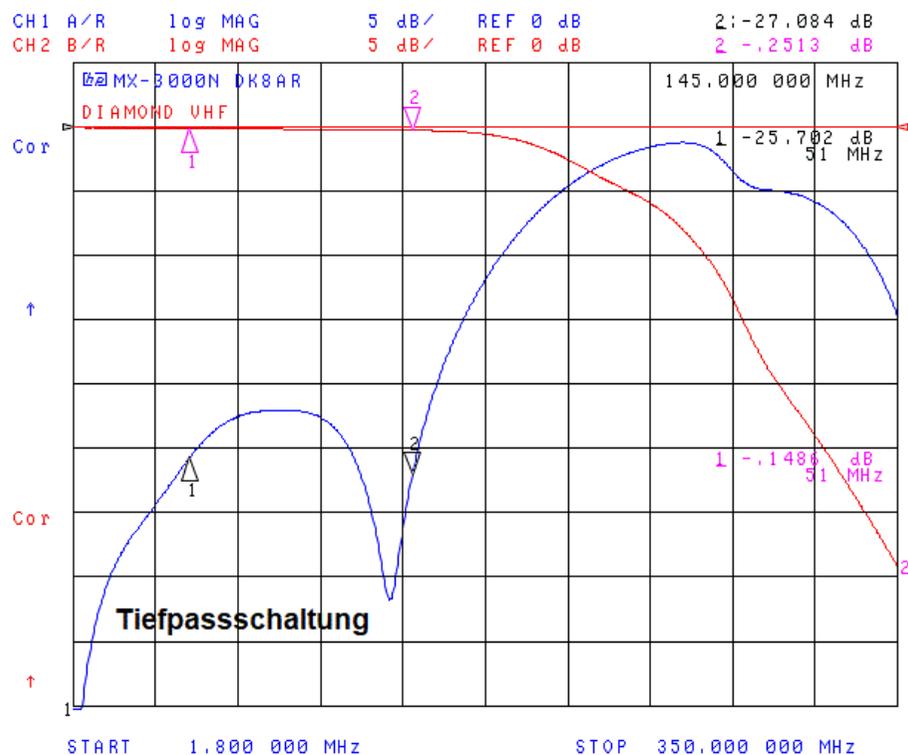
Die verwendeten Anschlusskabel sind von guter Qualität, Durchmesser ca.7,4mm, das gilt auch für die zwei gegrimmten N-Norm Steckverbinder die sauber verarbeitet sind. Bis auf die PL Steckverbinder sind die beiden N-Norm Stecker noch mit Schrumpfschlauch am Übergang stabilisiert (Knickschutz). Der gesamte Triplexer zeigt einen ordentlichen akzeptablen mechanischen Aufbau. Die aufgedruckten Dämpfungsdaten bitte mit meinen Messungen vergleichen. Leistungen > 100Watt wurden nicht eingesetzt! Noch einmal der Hinweis: die Diamond Antennen sind im

# Messergebnisse eines Triplexer MX-3000N von Diamond

Allgemeinen für maximal 100Watt CW bzw. 200Watt PEP ausgelegt. Bei vielen Yagi Antennen sieht es so aus, bezogen auf die Belastung, sind diese für deutlich größer als 200Watt konzipiert. Man kann den Triplexer natürlich auch reverse einsetzen, also ein Ausgang vom Transceiver und alle anderen Eingänge werden dann mit den entsprechenden Einzelantennen verbunden. Wie oben erwähnt, nicht benutzte Anschlüsse sind durch Abschlusswiderstände 50Ω abzuschließen!

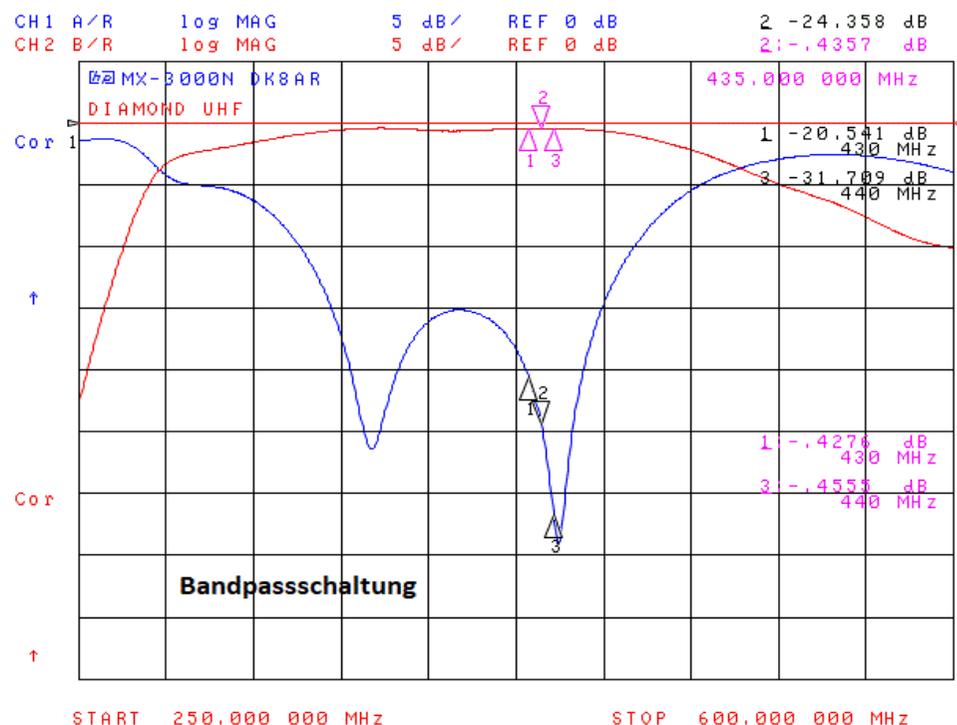
## Messungen des Triplexer bezüglich seiner Übertragungseigenschaften

**Bild 3** Übertragungsbereich bis 146MHz



Der Übertragungsbereich S21 in diesem Beispiel ist sehr gut, dazu gehört auch der Verlauf der Anpassung S11 speziell wie gewünscht im Bereich 144 bis 146 MHz 27dB  $\pm$  1,01SWR! Aber nur bei Idealen Abschlüssen...

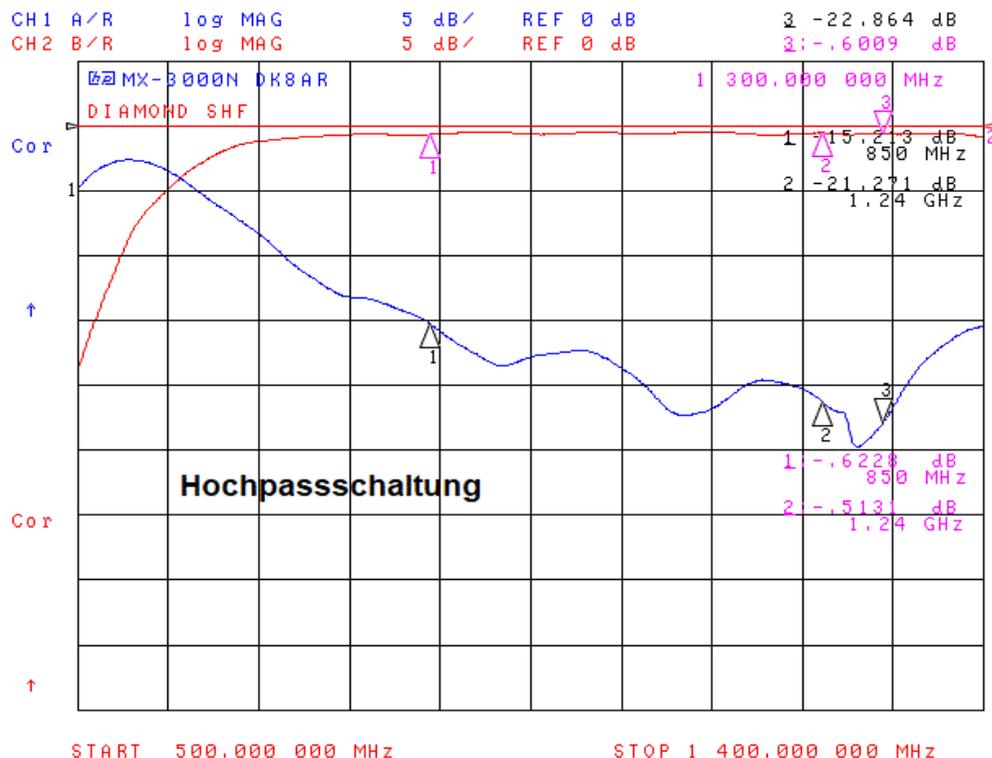
**Bild 4** Der 70cm AFU Bereich wird über eine Bandpassschaltung abgedeckt



Das Bandpassfilter ist großzügig in seiner Bandbreite, das hat u.a. den Vorteil geringe Veränderungen durch nicht ideale Abschlüsse ober- und unterhalb des gewünschten Übertragungsbereiches. Die Anpassungen S11 sind gut und ausreichend für das 70cm Band. Der Durchlassbereich hat eine geringe Dämpfung S21 und passt zur Filterbandbreite.

# Messergebnisse eines Triplexer MX-3000N von Diamond

**Bild 5** Der Hochpassschaltungsverlauf für das 23cm Band



Mit einer Einfügedämpfung von ca. 0,55dB mit zusätzlicher kurzer Leitung und N-Norm Stecker ist das gut so.

Der Hersteller gibt 0,4dB an, ich vermute ohne Kabelanschlüsse also unmittelbare Anschlüsse....

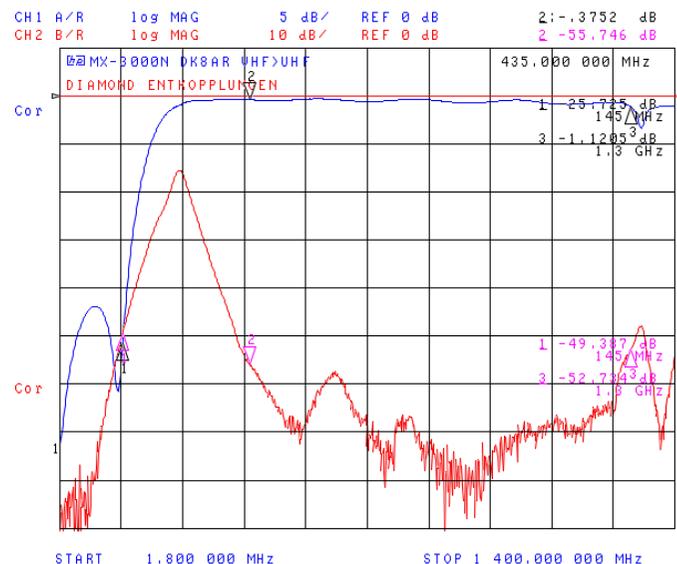
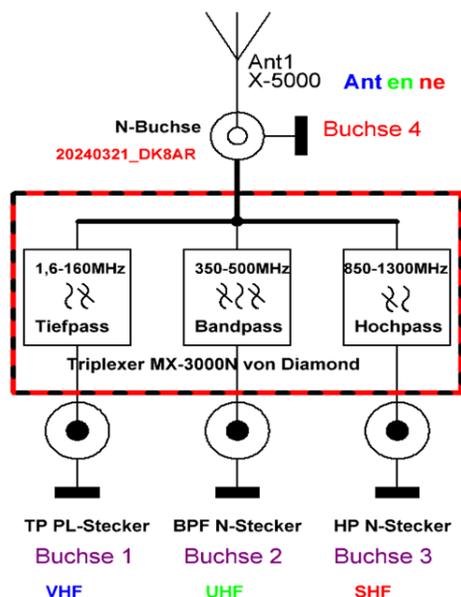
Die Marker 2 und 3 sind auf den Übertragungsbereich **rot** des 23cm Bandes zu sehen S21 mit < 0,6 dB und S11 mit etwa ca. 22 dB das ist gut so  $\approx$  einem SWR von 1,173 **blaue Kurve**

*Ich habe versucht, die ganzen Messungen so einfach wie möglich zu gestalten! Denn die meisten Funkamateure und Funkinteressierten sind keine HF-Techniker. Dennoch möchte ich über einen derartigen Triplexer etwas genaueres aufzeigen. Ein Triplexer in dieser Art ist kein Verteiler wie z.B. ein Widerstandverteiler oder HF-Trafoverteiler. Alle diese Schaltungen haben eine deutlich höhere Dämpfung, dazu auch noch die deutlich geringere Entkopplung im Idealfall 20dB bei Trafoverteilern! Das reicht bei weitem nicht aus, denn wir dürfen eines nicht vergessen z.B. wir geben ein Sendersignal auf 145MHz an die **Buchse 1**, dann darf dieses durch die sogenannte Isolation nicht oder abgeschwächt an der Buchse 2, 435MHz anstehen. Sonst besteht die Gefahr den Eingang des 435MHz Transceivers zu zerstören! Ähnliche Konstellation dürfen natürlich auch nicht auf dem 23cm Band auftreten.*

# Messergebnisse eines Triplexer MX-3000N von Diamond

## Erklärungen über Messungen des Triplexer bezüglich seiner Isolation (Entkopplung)

### Die erste Messung ist die Isolation zwischen 145MHz zu 435MHz



Dazu habe ich die jeweiligen Anschlüsse alle „Buchsen in der Dokumentation ab hier **Bu.** genannt“ und mit Nummern gekennzeichnet, da dieser Messvorgang etwas „verwirrend“ sein wird für den Einzelnen. Die Eingangsbuchse **Bu. 4** wird bei allen Messungen mit 50Ω abgeschlossen. Die erste Messung ist die Isolation zwischen 145MHz **VHF Bu. 1** und 435MHz **Bu. 2 UHF**. Also von dem VNA **HF IN Bu.1 / HF OUT Bu.2**! 145MHz hat nun Anpassung S11 (**blaue Linie Marker 1**) die **rote Linie Marker 2** zeigt die Dämpfung von 55dB von der VHF Eingangsanschluss Bu.1 zum **UHF** Ausgang Bu.2. Das ist die **Isolation** von dem Zweimeterband zum 70cm Band zwischen Bu.1 und Bu.2! 435MHz hat keine Anpassung an der Bu.1, siehe dazu die **blaue Linie Marker 2**.

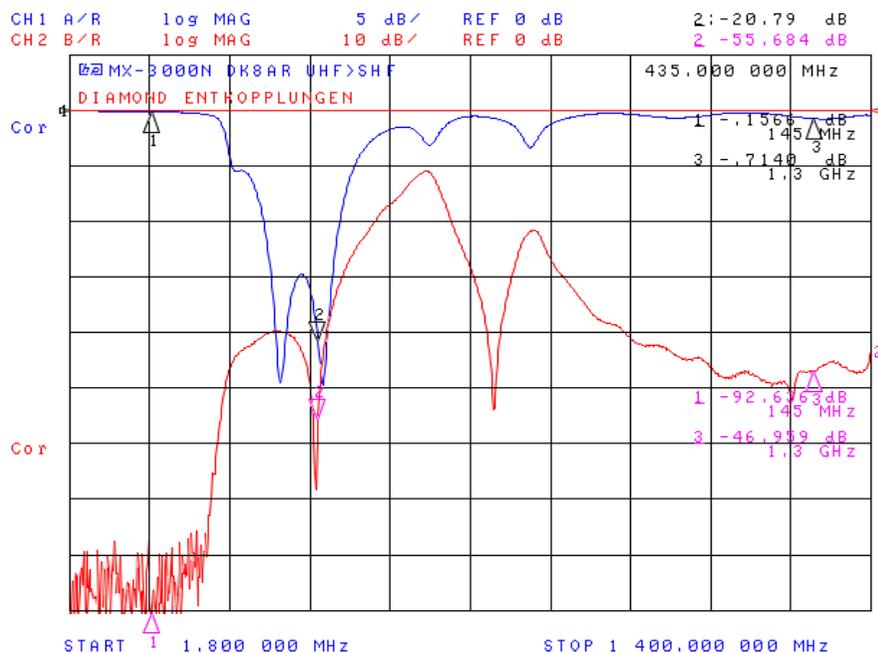
|                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| <b>VHF</b> (very high Frequency)  | z.B. für 145MHz  |
| <b>UHF</b> (Ultra High Frequency) | z.B. für 435MHz  |
| <b>SHF</b> (Super High Frequency) | z.B. für 1,26GHz |

### Hinweis zur Reproduzierbarkeit sind die Messeinstellungen so zu wählen, wie in dieser Dokumentation angegeben und beschrieben!

Nicht vergessen, den VNA für alle Neueinstellungen und Messungen neu zu kalibrieren eine TOSM-Kalibrierung (Thru-Open-Short-Match). Transmission, Leerlauf (Open), Kurzschluss (Short) und Abschlusswiderstand (Match)! Isolationen von über 80dB können mit den kleinen VNA's nicht gemessen werden. Alle Messungen und Dokumentationen sind mit einem HP 8753C VNA durchgeführt worden.

# Messergebnisse eines Triplexer MX-3000N von Diamond

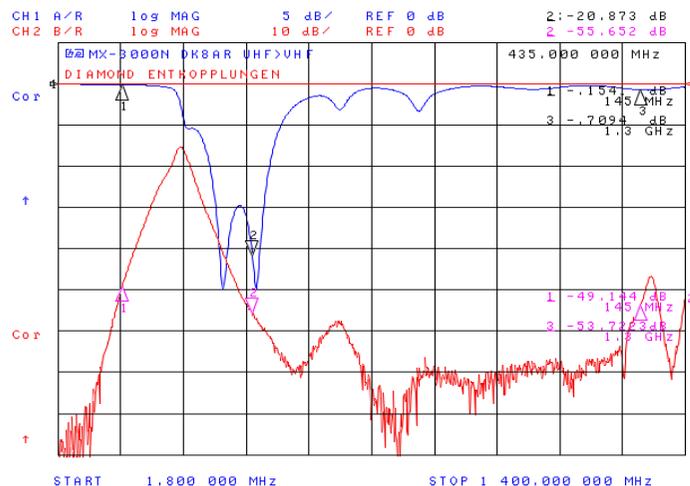
Die zweite Messung ist die Isolation zwischen 435MHz zu 1,26GHz



Wie zuvor beschrieben, sind alle nicht benötigten Anschlüsse mit 50Ω abzuschließen. Die Einspeisung des HF Signal via VNA erfolgt an der Bu. 2 **UHF** (S11) der RX Anschluss (S21) des VNA wird mit der Bu. 3 **SHF** verbunden. Jetzt sehen wir im UHF (435MHz) Bereich einen Anpassungsverlauf in **blau**. Das ist auch richtig so, weil wir durch den Bandpass den oben eingesetzten Abschlusswiderstand an Bu.4 messen. Der weitere Verlauf der **blauen** S11 Kurve interessiert uns jetzt nicht weiter, weil nirgends mehr Anpassung erfolgen sollte!! Der Verlauf der **roten** dagegen mehr, also der Marker 3 bei 1,3GHz bei etwa -47dB. Das bedeutet, wenn wir nun auf 435MHz senden, dann haben wir eine Isolation vom Eingang UHF zum Ausgang SHF (23cm) von minus 47dB. An dem der 23cm Transceiver angeschlossen wird, dazu kommen noch die Selektionsmittel (TP 70cm) senderseitig innerhalb des TRX die wir aber nicht genau kennen. Bei 100Watt Senderleistung UHF liegen bei einer Dämpfung von minus 47dB 1,9mW an, das sind 2,79dBm  $\hat{=}$  **109.78dB $\mu$ V**! Zur Erinnerung -33dBm  $\hat{=}$  **47dB $\mu$ V** das ist eine S-Meteranzeige von S9+60dB. Auch in diesem Fall dürfte der Eingang des 23cm Empfängers durch die zuaddierenden Dämpfungen des TP aus dem 440MHz TRX kein Schaden bei Senderbetrieb anrichten.

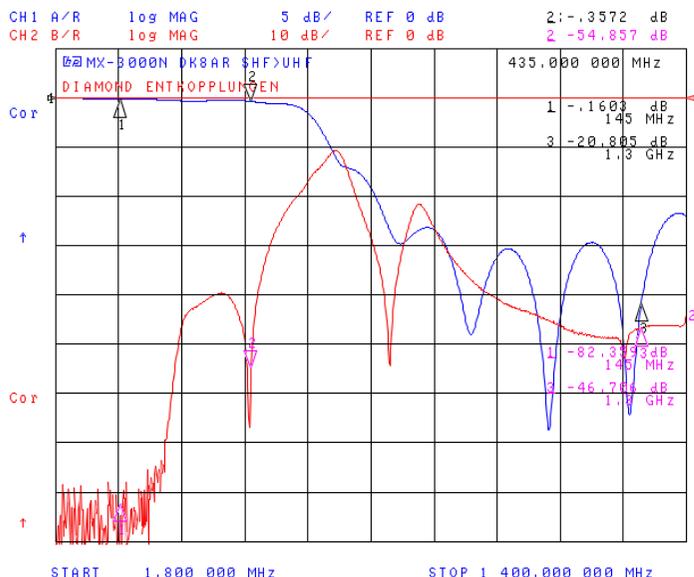
# Messergebnisse eines Triplexer MX-3000N von Diamond

## Die dritte Messung ist die Isolation zwischen 435MHz zu 145MHz



Auch umgekehrt sollte eine (UHF) 435MHz Aussendung nicht den (VHF) 145MHz Bereich Schaden. Also dazu das VNA Signal (S11) wieder in die UHF Bu. 2 einspeisen. Die S21 VNA (Empfängerseite) wird mit der Bu.1 VHF verbunden. Wie oben ist natürlich der Anpassungsverlauf des Bandpassfilters 70cm mit dessen Abschluss zu sehen, blaue Messkurve. Diese darf keine weiteren Resonanzen zeigen bis auf eine kleine Welligkeit. Nun sieht man die rote Kurve mit Marker 1 mit -49dB@145MHz. Das bedeutet, das 435MHz Signal wird um diesen Betrag bedämpft durch die Isolation des MX-3000 im zwei Meter AFU Band. *Mir ist nicht bekannt, ob bei einem Zweimeter RX das Signal auch über dessen Tiefpass für die Sendeseite dem Empfangsteil zugeführt wird?* Als Zusatzselektionsschaltung vor der ersten Verstärkerstufe wird sich aber ein Bandpassfilter für den 2 Meter AFU Bereich befinden. Das bedeutet, keine starken Außerbandsignale einmal durch die Isolation des MX-3000, als auch über die Filtereinheit werden eine Signalübersteuerung zulassen.

## Die vierte Messung ist die Isolation zwischen 1,3GHz über (435MHz) bis 145MHz



VNA (S11) Signal an Bu.3 SHF zuführen und adaptieren an Bu. 1 VHF (S21). Der S11 Verlauf blau sollte sich so wie im Messbild darstellen, denn wir messen die S11 Parameter zum Abschlusswiderstand der an Bu. 4 aufgeschraubt ist. Im Sperrbereich unterhalb 440MHz darf keine Anpassung sein in blau. Dort ist aber die Sperrdämpfung für 145MHz und 435MHz in rot zu sehen. Bei 145MHz sind es >82dB bei 435MHz sind es 54dB! Damit ist sichergestellt, das ein SHF Signal keine Beeinflussung auf den UHF bzw. VHF Bereich hat. *Es können noch weitere Messungen bezüglich der Isolation gezeigt werden, aber diese dokumentierten sind wohl ausreichend für den AFU Einsatz!!!*

Es ist natürlich klar, dass eine derartige Isolationsmessung kaum oder überhaupt nicht dem Endnutzer als Dokumentationen bereitgestellt wird. Aber es sollten wenigstens nicht nur der Aufdruck auf dem Klebeetikett erfolgen über den „numerischen“ Übertragungsbereich, und die Angabe der Isolation. Das ist für meine Begriffe doch etwas dürftig. Die zu erwartenden Daten der Anpassungen und Übertragungsverläufe wie in Bild 3, 4 und 5 wäre doch sehr hilfreich bei Planungen nicht nur der für den AFU Bereich. Ähnliches ist auch feststellbar bei Beilage Zettel über Antennen, womöglich noch in Japanisch. Wir sind nicht alle nur HOBBY

Funker, sondern auch Fachleute die etwas davon verstehen. Ich stelle mir vor, bei den aktuellen Geräten für den AFU Bereich **deutlich** über 1.500€ wäre das ähnlich, eine dreiseitige Broschüre! Kosten/Nutzen lasse ich nicht gelten, denn diese preisgünstigen Teile werden hunderttausendfach verkauft, speziell die Antennen. Da erwarte ich auch eine entsprechende Dokumentation bei den Antennen und nicht wie

# Messergebnisse eines Triplexer MX-3000N von Diamond

z.B. eine Übernahme der Messkurven von dem SWR Verlauf von einem auf das andere Bild, obwohl es unterschiedliche Antennentypen sind. Die dann den gleichen SWR Verlauf haben aber immerhin schon Frequenzbereich mäßig abgebildet werden – *da stimmt was nicht!*  
Von einem bekannten Hersteller sind leider diese SWR Kurven dann alle gleich egal welcher Antennentyp abgebildet wird alle Verläufe sind gleich!?

Fazit zu dem gemessenen Triplexer MX-3000N: Da ich nur einen zur Verfügung habe, kann ich auch nur diesen beurteilen. Aber ich denke da es sich um ein Massenprodukt handelt, sollten andere Exemplare ähnlich sein. Resümee: das Filter ist ausreichend für den AFU Einsatz! Mir ist natürlich klar, dass diese Dokumentation insbesondere die der Isolationsmessung nicht ganz einfach ist für den „Amateurfunker“ aber für Funktechniker ist das vollkommen plausibel, denn der schlägt sich mit solchen Messungen fast jeden Tag herum...Übrigens solche Endkopplungen und ähnliche Messungen werden u.a. an Funktürmen an deren Filterkomponenten und nicht zu vergessen an den Unmengen von > 25 verbauten Autoantennen geprüft!

**Wie immer ist diese Dokumentation auf der DARC H33 Seite zu finden.**

**73 de Henri DK8AR**