

Filter für 23-cm-/13-cm-Zweibanderer

*Wolf-Henning Rech, DF9IC, Eisinger Str. 36/2, 75245 Neulingen,
mailto:whrech@web.de*

1 Zwei Bänder = zwei Erreger

Ein wichtiger Vorteil der Parabolantenne für den Mikrowellenamateur ist es, daß der großflächige Reflektor frequenzunabhängig ist und bei ausreichender Qualität mit einem jeweils passenden kleinen Erreger (Feed) für mehrere Mikrowellenbänder nutzbar ist.

Ein mögliches Konzept dafür ist die Verwendung eines Breitbanderregers, der z. B. den Frequenzbereich 1...6GHz abdecken kann und zusammen mit flachen Spiegeln mit einem f/D-Verhältnis von 0,6...0,7 gut funktioniert [1]. Allerdings hat die große Bandbreite ihren Preis: an der unteren Frequenzgrenze des Multioktavbanderregers wird der Spiegel überstrahlt, an der oberen nur noch teilweise ausgeleuchtet, und der Flächenwirkungsgrad ist jeweils relativ schlecht.

Statt dessen kann auch eine Kombination mehrerer, geometrisch ineinander verschachtelter Einzelerreger verwendet werden, z. B. aufeinander gestapelte Patches [2] oder ineinander eingefügte Ganzwellenschleifen vor Reflektor [3]. Dadurch existiert für jedes Band ein eigener Anschlußpunkt, und man kann versuchen, jeden Erreger einzeln zur Ausleuchtung des Spiegels zu optimieren.

Duplexbetrieb ist aber auch damit schwierig - die Übersprechdämpfung der verschachtelten Ganzwellenschleifen (Ringerreger) beträgt nur 15...20dB. Schon bei relativ niedrigen Sendeleistungen besteht sogar die dringende Gefahr, den Vorverstärker für das eine Band bei Sendebetrieb im anderen zu zerstören, was allerdings durch paralleles Umschalten der S/E-Relais aller Bänder vermieden werden kann. Bei 750W auf 1296 MHz kann die übersprechende Leistung aber auch schon der Senderstufe eines anderen Bands zuviel werden.

Für den besonders häufigen Fall eines Zweiband-Ringerregers für 1296MHz und 2320MHz werden im folgenden dämpfungsarme Filter beschrieben, die den Empfängereingang vor der Sendeleistung des jeweils anderen Bandes schützen und zusammen mit guten Tief- oder Bandpässen im Sender sogar Duplexbetrieb ermöglichen. Den Anstoß dazu gab eine Diskussion mit DL4MEA, der für seinen neuen Parabolspiegel vor etwa einem Jahr solche Filter gesucht hatte.

2 Filter: Rechnersimulation, Schaltungsaufbau und Ergebnisse

Die Filter sind so weit wie möglich nur mit Mikrostreifenleitungen aufgebaut, durch Simulation mit APLAC [4] dimensioniert und dann noch ein wenig feinabgestimmt. Dadurch ist ein abgleichfreier Nachbau möglich. Das Ziel war eine möglichst geringe Einfügungsdämpfung, die sich ja direkt zur Rauschzahl des Vorverstärkers addiert.

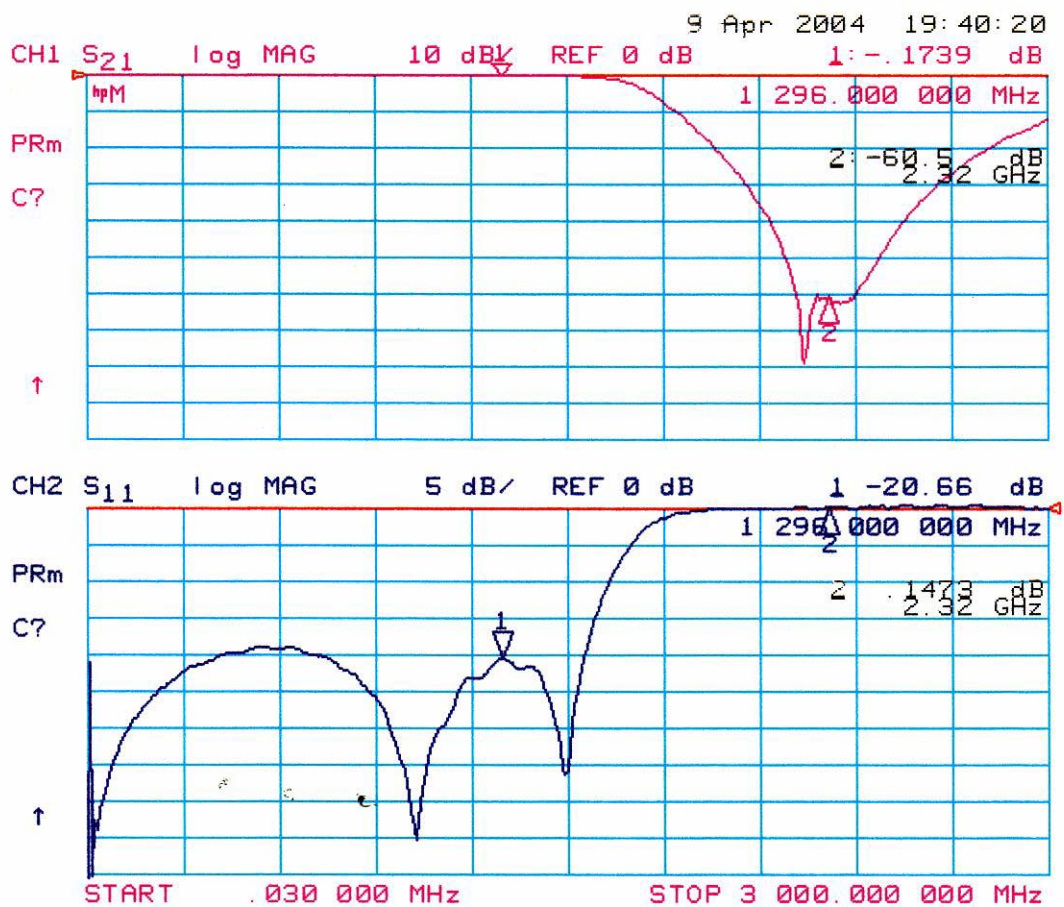
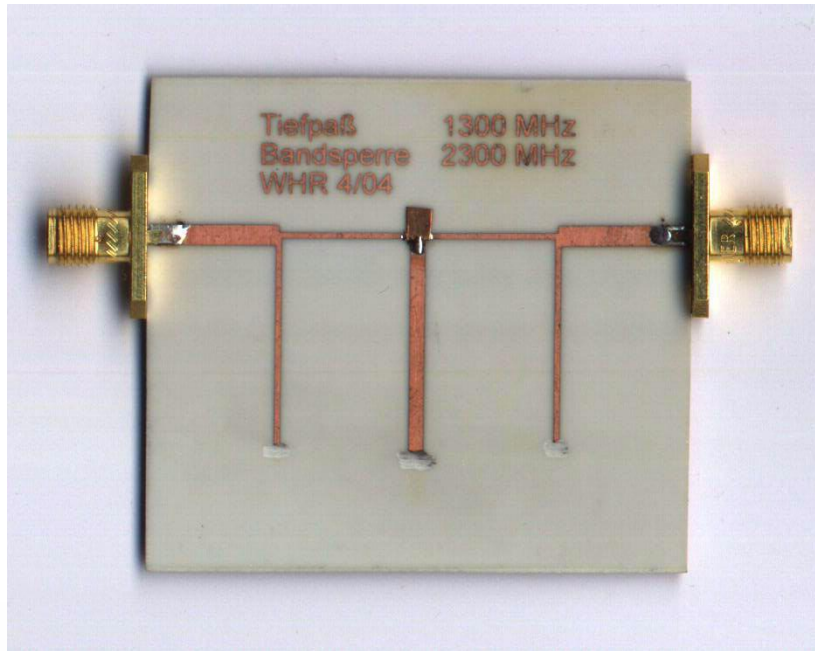


Bild 1 Tiefpaßfilter für 1296MHz mit 0,2dB Einfügungsdämpfung und Bandsperr für 2320MHz mit 60dB Isolation

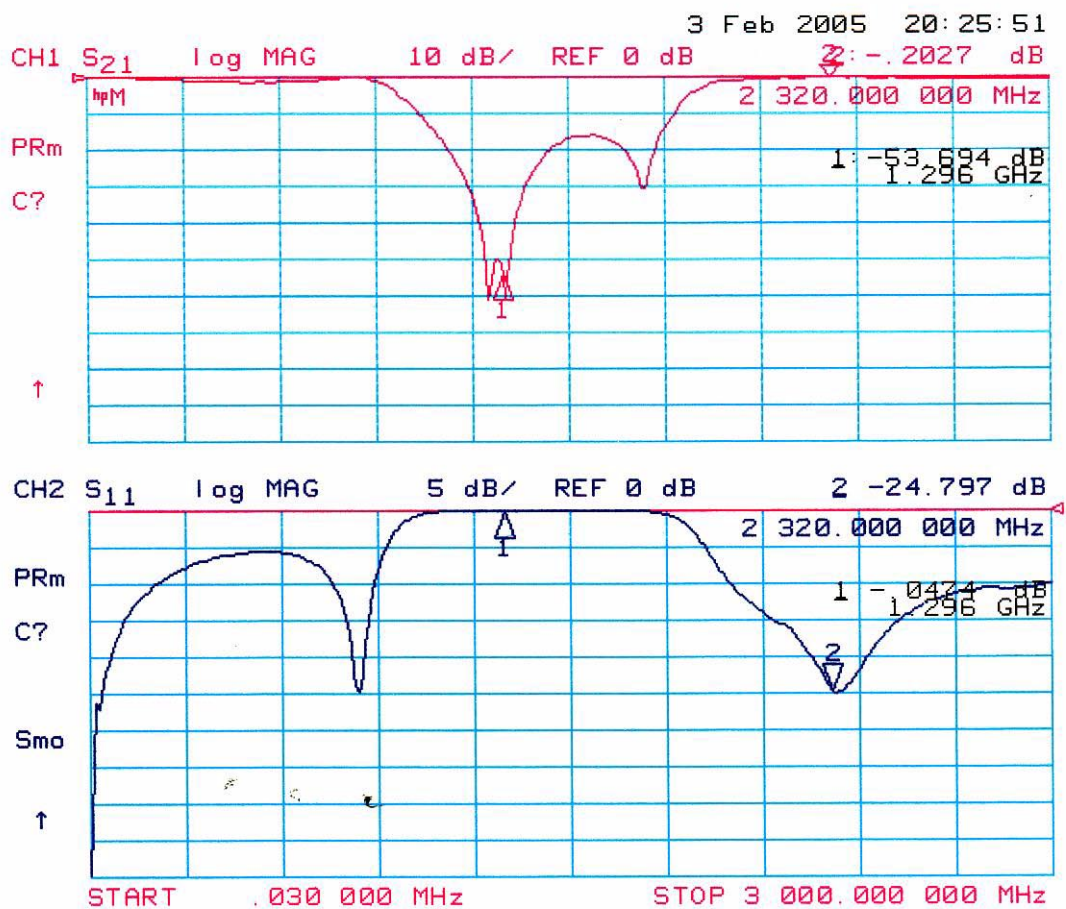
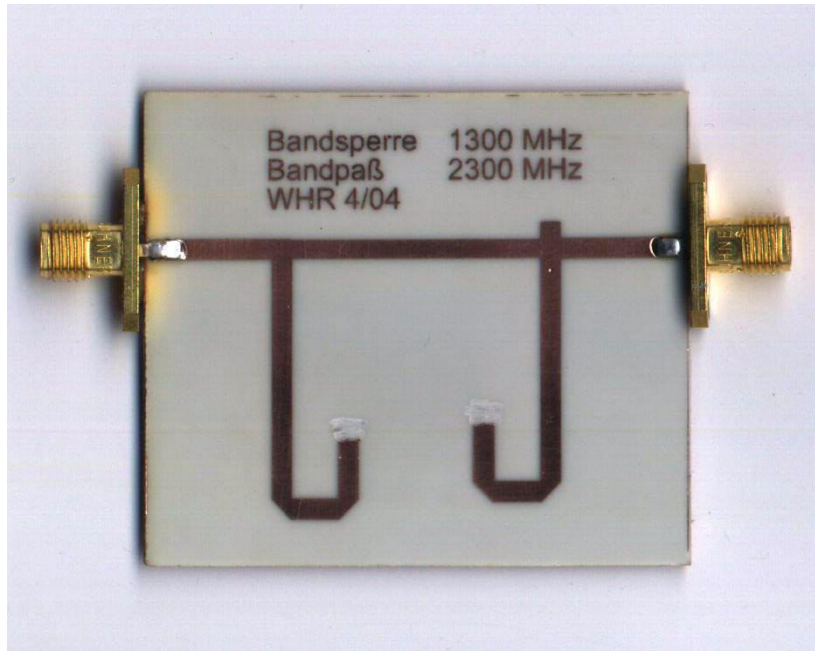


Bild 2 Bandsperre für 1296MHz mit 50dB Isolation und Bandpaß für 2320MHz mit 0,3dB Einfügungsdämpfung

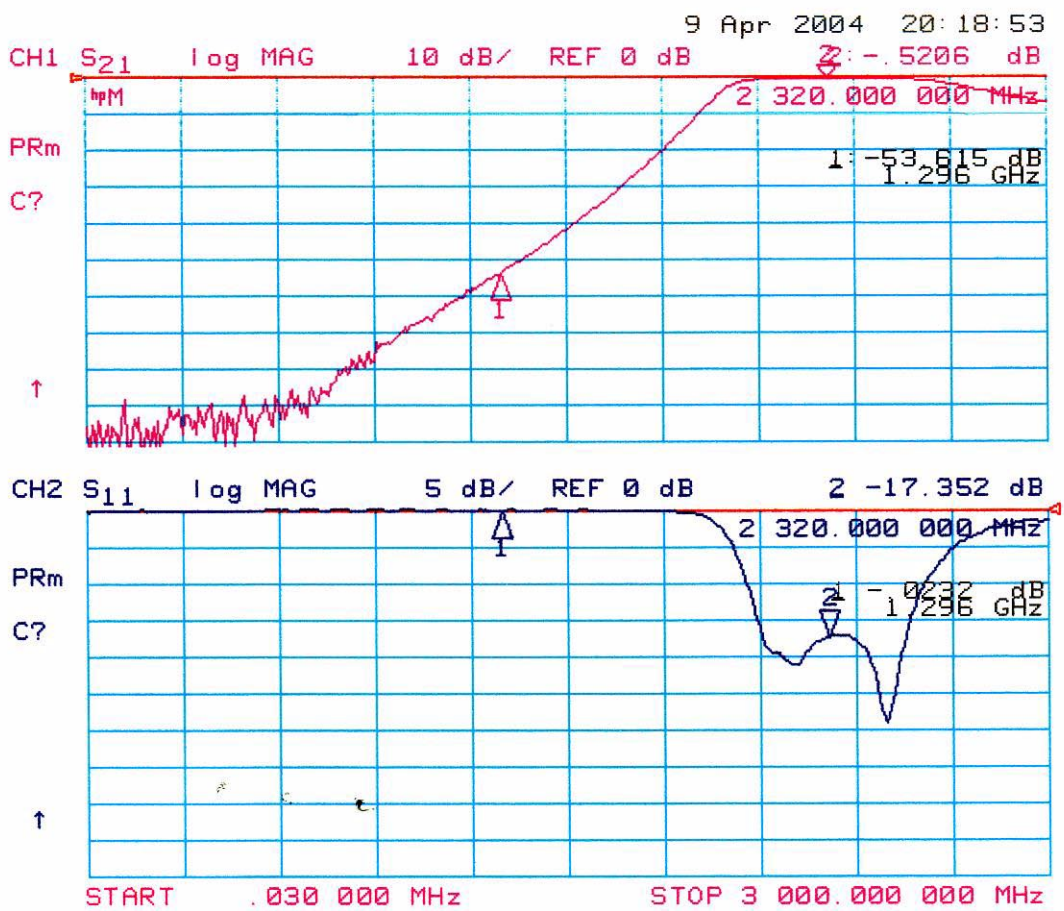
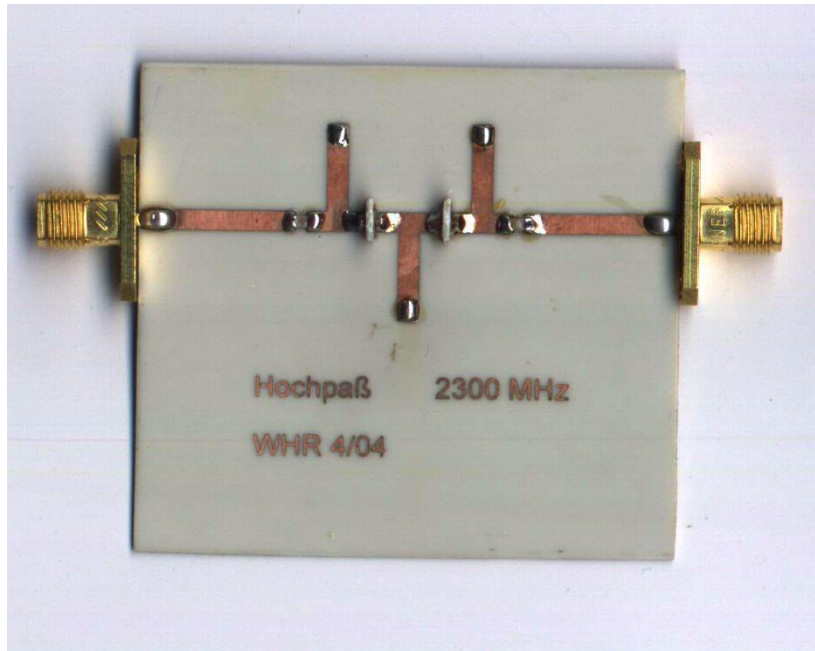


Bild 3 Hochpaßfilter für 2320MHz mit 0,6dB Einfügungsdämpfung und 50dB Isolation bei 1296MHz

Als Leiterplattenmaterial wurde RO4003 mit 0,81 mm Dicke eingesetzt, was geringe Verluste verspricht und bis über 100W auch sendertauglich ist - soll diese Leistung tatsächlich ausgenutzt werden, ist auf genügend Wärmeableitung von der Massefläche zu achten.

Entstanden sind zwei Filter nur aus Leitungen, ein Tiefpaß für 1296MHz mit Dämpfungspol bei 2320MHz (Bild 1) und eine Bandsperre für 1296MHz, die bei 2320MHz ein Minimum der Einfügungsdämpfung aufweist (Bild 2). In beiden Fällen wurde im Entwurf durch leichte Variation der Länge der mehreren resonanten Elemente der Dämpfungsbereich bandfilter-ähnlich verbreitert.

Außerdem wurde noch ein Hochpaß für 2320 MHz versucht, der auch konzentrierte Bauelemente, nämlich SMD-Cs und - wegen des kleinen Werts - aus Leiterplattenmaterial aufgebaute Cs verwendet (Bild 3). Dieser Hochpaß unterdrückt natürlich auch die Signale bei 144MHz und 432MHz, hat aber eine höhere Einfügungsdämpfung und ist nicht sendertauglich. Die SMD-Cs (außen) haben den Nennwert 1pF, für die inneren Koppel-Cs werden ca. 0,4pF benötigt, die aus einem 3mm x 3mm grossen Stück des gleichen Leiterplattenmaterials bestehen und sogar einen Feinabgleich per Seitenschneider ermöglichen.

Die Layouts wurden mit einem hochwertigen Laserdrucker auf Overheadfolie ausgedruckt und dann damit im Fotoverfahren Leiterplatten hergestellt. Kleinere Abweichungen zur Simulation wurden mit Kupferfolie und Kugelfräser korrigiert, so daß für die beiden ersten Filter sehr gute Ergebnisse erreicht werden; die Einfügungsdämpfung liegt in beiden Bändern bei ca. 0,2...0,3dB bei guter Anpassung (mehr als 20dB Reflexionsdämpfung) und mindestens 50dB Unterdrückung des anderen Bands.

Die Abmessungen der Leiterplatten wurden mit 52mm x 47mm für einige zufällig vorhandene Gehäuse gewählt, können aber natürlich beliebig verändert werden, ebenso wie die Länge der äusseren Anschlußleitungen (1,9mm breit und 50Ohm Wellenwiderstand).

3 Nachbau

Der Autor bedankt sich bei Jens Geisler, DL8SDL, der die Leiterplatten angefertigt hat, und Günter Köllner, DL4MEA, für die ursprüngliche Anregung und Diskussionen.

Die Leiterplattenlayouts sind über die URL <http://www.df9ic.de> als PDF-Dateien zugänglich und beinhalten die experimentell ermittelten Korrekturen.

4 Literatur

- [1] Neie, C., DL7QY: Multi-Band Radiator for 1 to 12GHz. DUBUS VHF-UHF-SHF Technik II, 1984, 65-73.
- [2] Rech, W.-H. DF9IC: Ein Duoband-Parabolerreger für 23cm und 13cm. Tagungsheft des AMSAT-DL-Symposium Detmold, 1995.
- [3] Weiner, K., DJ9HO: Ein optimaler Mono-/Duoband-Erreger für das 23-cm- und 13-cm-Band. UHF-Applikation, Fachbuchverlag Weiner 1990.
- [4] www.aplac.com