

Dummy Load 100 W

***Dummy Load mit 100 W Belastbarkeit
und Messausgang -40 dB***

Christoph Schwärzler, OE1CGS

Februar 2017

Abstract

Based on an article in the magazine Funkamateureur 1/2008¹ and a recent order of cheap 50 Ω power resistors² I built my own version of a dummy load. The resistor handles 250 W max for a short period of time and given adequate cooling this load should be good for several minutes of 100 W power. The device also provides a measuring port with a -40 dB power reduction.

Zusammenfassung

Angeregt durch einen Artikel in der Zeitschrift Funkamateureur 1/2008¹ und einem Angebot an günstigen 50 Ω Leistungswiderständen² ist meine eigene Umsetzung eines Dummy Loads für höhere Leistungen entstanden. Sehr kurzfristig können damit 250 W aufgenommen werden, bei einem Einsatz über mehrere Minuten ist auf eine ausreichende Kühlung zu achten. Damit sollten dann aber auch rund 100 W möglich sein. Das Gerät besitzt einen Messausgang mit einem, gegenüber dem Eingang um -40 dB reduzierten Leistungspegel.

1.) Widerstand und Kühlkörper

Der zentrale Widerstand ist ein RFP 250-50TC mit einer maximalen Leistungsaufnahme laut Datenblatt von 250 W und geeignet für Frequenzen bis 3,0 GHz. Der Widerstand besitzt zwei Bohrungen, die für M3-Schrauben geeignet sind und durch welche er direkt an den Kühlkörper geschraubt wird.

Der verwendete Aluminium-Kühlkörper stammt aus einem ausgeschlachteten Verstärker. Leider kenne ich daher keine exakten Daten, schätze aber aus den Dimensionen von 88 * 50 * 35 mm und dem Profil auf einen R_{th} -Wert von rund 3 K/W. Für eine konvektive Kühlung muss er eigentlich stehend angebracht werden, aber hier bin ich einfach einen Kompromiss eingegangen. Dafür ist die Ausrichtung für eine seitliche, erzwungene Belüftung gut geeignet. Verglichen mit dem thermischen Widerstand von 0,7 K/W des Profils aus dem o.a. Artikel ist aber klar, dass ein 100 W Betrieb nur wirklich sehr kurzfristig erfolgen kann oder aber zwingend eine aktive Kühlung erfolgen muss.

2.) Aufbau

In einem ersten Arbeitsschritt wird der Widerstand unter Applikation einer kleinen Menge an Wärmeleitpaste direkt auf den Kühlkörper geschraubt. Dabei wird er so positioniert, dass der Anschluss später auf möglichst kurzem Wege mit dem Mittelkontakt der N-Buchse verbunden werden

kann. Diese Verbindung habe ich später mit einem 1,5 mm² Kupferdraht durchgeführt.

Danach wird in das Stahlblechgehäuse (Abschirmung) eine Öffnung eingearbeitet, durch welche später der Leistungswiderstand passt. Zusätzlich müssen Bohrungen in das Gehäuse erfolgen, um den Kühlkörper damit zu befestigen (Bild 1).

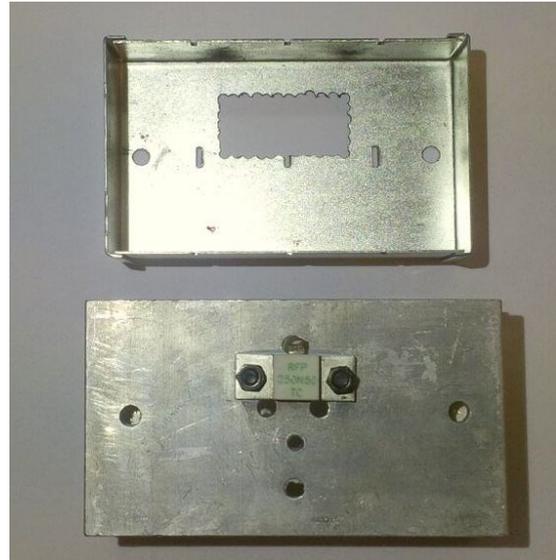


Bild 1: Der Leistungswiderstand wird unter Verwendung von etwas Wärmeleitpaste direkt an den Kühlkörper geschraubt (unten). Dieser wiederum wird mit dem Stahlblechgehäuse verschraubt, in welches dazu eine passende Ausnehmung für den Widerstand gearbeitet werden muss (oben).

Im nächsten Schritt werden in die Seitenwände des Stahlblechgehäuses die Öffnungen für den HF-Eingang, welchen ich als N-Buchse ausgeführt habe, sowie den Messausgang (BNC-Buchse) gebohrt. Die Übergänge HF-Eingang zu Gehäuse und Gehäuse zu Kühlkörper müssen elektrisch gut leitfähig sein, denn durch sie fließt später die HF-Leistung zum Außenkontakt der Buchse.

Nachdem die Buchsen eingebaut und der Kühlkörper auf das Gehäuse geschraubt ist, wird zuerst der Leistungswiderstand angelötet. Danach werden die drei, in Serie geschalteten 820 Ω Widerstände zwischen die beiden Mittelleiter der Buchsen gelötet und schlussendlich der 51 Ω Widerstand zwischen Mittelleiter und Massekontakt der Messbuchse angelötet (Bild 2). Ich habe aus Platzgründen die drei seriellen Widerstände in einem Zick-Zack Muster miteinander verbunden und mit einem Kabelbinder mechanisch aneinander befestigt, sodass sie in dem kleinen Gehäuse gut zwischen die beiden Buchsen passten.

Zum Abschluss habe ich den Deckel des Stahlblechgehäuses eine Gerätebeschriftung angebracht. Diese besteht aus einer selbstklebenden, mit einem Laserdrucker bedruckbaren Aluminiumfolie

und kennzeichnet die Ein-Ausgänge sowie wesentliche Parameter des Geräts (Bild 3).

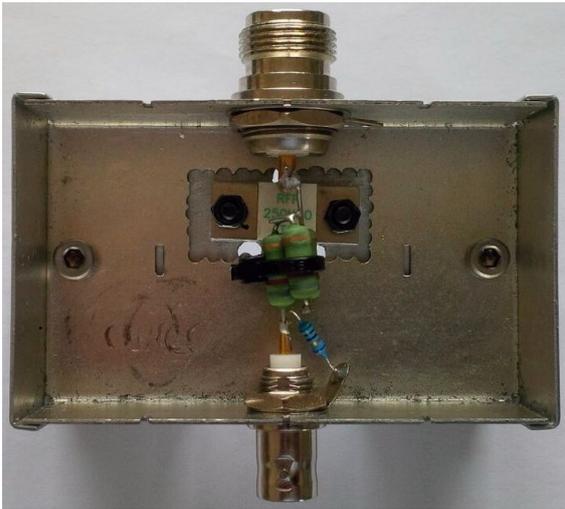


Bild 2: Stahlblechgehäuse mit Signaleingang (N-Buchse) und Messausgang (BNC-Stecker). Diese sind bereits über das Widerstandsnetzwerk verbunden.



Bild 3: Beschriftung auf dem Gehäusedeckel

Der Betrieb erfolgt auf dem Gehäusedeckel stehend, sodass die Rippen des Kühlkörpers nach oben zeigen wie in Bild 4 dargestellt.



Bild 4: Fertige Dummy Load 100 W

3.) Widerstand, SWR und Messausgang

Der DC-Widerstand am HF-Eingang des fertigen Geräts liegt bei $49,4 \Omega$. Der HF-Widerstand wurde mit einem Prüfsender und einer Impedanzmessbrücke im Frequenzbereich zwischen 1 MHz und 28 MHz mit $50 \Omega \pm 1 \Omega$ gemessen.

Zur Messung des SWR bei VHF und UHF wurde ein Stehwellenmessgerät SX-144/430 von K-PO benutzt. Genauso wie für seinen kleinen Bruder, die „Dummy Load für 20 W“³ hat das Messgerät bei 144 MHz keine feststellbare rücklaufende Leistung festgestellt (SWR = 1,0), aber bei 438 MHz einen Wert von 1,15 angezeigt. Leider fehlt mir derzeit eine weitere, unabhängige Prüfmethode, denn langsam drängt sich mir der Verdacht auf, dass der Wert von 1,15 im UHF-Bereich nicht aus einer Fehlanpassung der Dummy Loads sondern aus einem Messfehler des SX-144/430 resultiert.

Der Messausgang muss mit einer Last von 50Ω angeschlossen werden um die korrekte, um 40 dB verringerte Eingangsleistung auszugeben. Die Ergebnisse einer Überprüfung seiner Funktion sind in Tabelle 1 dargestellt.

Messung (jeweils an 50Ω)			Dämpfung
Frequenz [MHz]	V_{FP} HF-Eingang	V_{FP} Messausgang	[dB]
3,5	1,12 V	11,4 mV	-39,8
7,0	1,08 V	10,2 mV	-40,5
14,0	964 mV	9,48 mV	-40,1

Tabelle 1: Überprüfung des Messausgangs im HF-Bereich

5.) Bauteileliste

Hier sind die erforderlichen Bauteile samt Bezugsquellen. Da ich meinen Kühlkörper aus der Bastelkiste gekramt habe, fehlen seine Daten in der Tabelle.

Bezeichnung	Art.Nr. Conrad	Art. Nr. Reichelt
N-Einbaubuchse	252573	UG 680U
BNC-Einbaubuchse	740632	UG 1094U
Stahlblechgehäuse 83*50*26 mm	521620	TEKO 372
Kühlkörper	div.	div.
Leistungswiderstand 50 Ω / 250 W	-	-
Metalloxidwiderstand 820 Ω / 2 W (3 Stück)	-	2W METALL 820
Präzisionswiderstand 51 Ω	420581	MPR 51,0

Die Beschriftung habe ich mit einem Laserdrucker auf eine selbstklebende Aluminiumfolie gedruckt und diese auf den Deckel des Stahlblechgehäuses geklebt.

¹ Der entsprechende Bausatz wird vom Online-Shop der Zeitschrift „Funkamateure“ angeboten. Eine Beschreibung dazu ist unter <http://www.box73.de/download/bausaetze/BX-140.pdf> verfügbar.

² Ein Angebot von 5 Stück gebrauchten Widerständen für unter 10 € findet man bei <http://www.banggood.com/5pcs-250Watt-50Ohm-RF-Resistor-RFP-250-50TC-RFP250-50TC-RFP250-50-Used-p-1087016.html>

³ „Dummy Load 20 W“, Beschreibung unter <http://www.oe1cgs.at/dummy-load-20w/>