

RF-Power-Amplifier 400-450 MHz



Im folgenden Beitrag wird ein sehr einfach aufgebauter UHF-Leistungsverstärker, basierend auf einem Hybrid-Modul, beschrieben. Es wird keine gedruckte Schaltung benötigt, sogar der Tiefpass im Ausgang ist in diskreter Schaltungstechnik aufgebaut. Besondere Messmittel für den Abgleich sind nicht erforderlich, der Nachbau ist dadurch extrem einfach.

Schaltungsbeschreibung

Der Verstärker arbeitet mit dem Mitsubishi Power-Modul M 67749M (Bild 1). Das Modul ist für das 70cm-Band (430-450 MHz) ausgelegt und hebt mit gut 25dB Verstärkung ein 20mW-Eingangssignal auf 7 Watt Ausgangsleistung an. Die Versorgungsspannung beträgt nominell $U_B=12,5$ VDC (16 VDC max.) bei einer Stromaufnahme von ca. 2 A (Wirkungsgrad ca. 35%). Bei $U_B=16$ VDC werden 7Watt Ausgangsleistung bei nur 10mW Eingangsleistung erreicht. Der Verstärker könnte demnach direkt vom Ausgang eines Sendemischers angesteuert werden. Zusätzlich benötigt das Modul eine Bias-Vorspannung von konstant 5VDC, welche am einfachsten über ein 7805-Spannungsregler bereitgestellt wird. Für die notwendige (vorgeschriebene) Oberwellenunterdrückung von > 60 dBc sorgt ein simples 3-Kreis-TP-Filter, in konzentrierter Anordnung (Bild 4). Dieses Filter ist zwingend notwendig, da die Oberwellen des Moduls selbst nur knapp 30 dB unterhalb des Nutzsignals liegen.

Das Power-Modul verträgt klaglos Fehlanpassungen (VSWR) von bis zu 20:1 am Ausgang, zweifellos ein großer Vorteil beim Anschluss schlecht angepasster Antennen oder nachgeschalteten Leistungsendstufen. HF-Eingang und Ausgang des Moduls entsprechen $Z=50\ \Omega$, optimal zur impedanzrichtigen Anpassung an Signalquelle und Verbraucher. Weiterhin ist wichtig, den Verstärker mit ausreichend großem Kühlkörper zu betreiben. Bei Vollaussteuerung entstehen immerhin 15 Watt Verlustleistung. Der gesamte 70cm-Power-Amplifier kostet nicht mehr als 50 Euro, wobei der M67749M selbst mit ca. 35 Euro zu Buche schlägt.

Aufbauhinweise

Den Einbau der Schaltung in ein Gehäuse zeigen die Bilder 2 und 3. Verstärker-Modul und TP-Filter wurden in ein Weissblechgehäuse mit den Abmessungen 74x111x30mm untergebracht. Die BNC-Anschlussbuchsen, der Durchführungskondensator für U_B und eine LED (On/Off) sind an passender Stelle in die Seitenwände des Gehäuses einzusetzen. Die Befestigung des Moduls erfolgt mit zwei M3-Schrauben über im Kühlkörper angebrachte Innengewinde. Das Modul, der Gehäuseboden und Kühlkörper liegen plan aufeinander, dazwischen aufgetragene Wärmeleitpaste sorgt für gleichmäßige Wärmeableitung in Richtung Kühlkörper. Falls ein Modul mit größerer Ausgangsleistung eingesetzt wird, muss der Gehäuseboden ausgeschnitten werden, damit das Modul flächig und direkt auf dem Kühlkörper aufsitzt. Der verwendete Kühlkörper hat die Abmessungen 100x62x20mm (Conrad Elektronik). Das TP-Filter besteht aus drei halbrund gebogenen, versilberten Kupferdrähten, 1mm Durchmesser, 32 mm lang, mit Abstand zur Massefläche von 2mm. Werden die angegebenen Bemessungen eingehalten, ist kein weiterer Abgleich erforderlich. Die Durchgangsdämpfung bei 433 MHz beträgt $<0,3\text{dB}$, bei gleichzeitiger Dämpfung der ersten Oberwelle von $>70\ \text{dB}$.

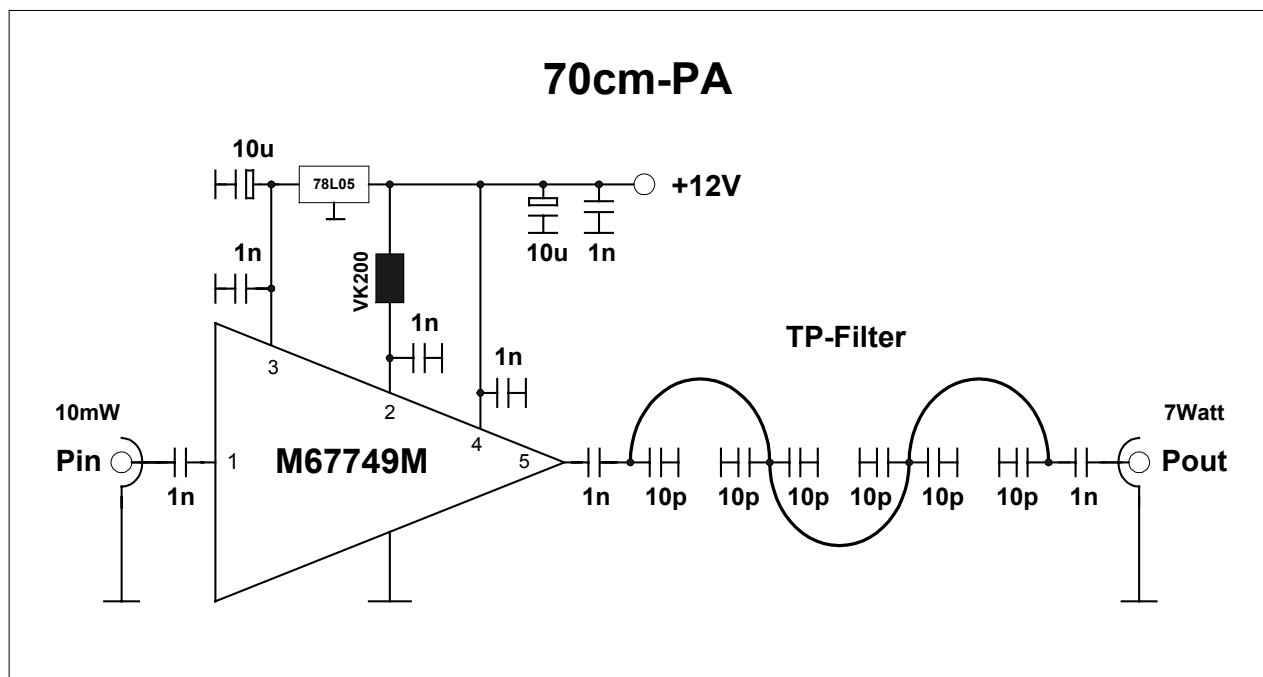


Bild 1: Schaltplan des Verstärkers für 433 MHz

Inbetriebnahme

Werner Schnorrenberg, Habichtweg 30, D-51429 Bergisch Gladbach
werner.schnorrenberg@t-online.de, dc4ku@darcd.de

Leistungsmesser und Abschlusswiderstand bzw. Antenne am Ausgang anschließen und Eingang mit 50-Ohm-Widerstand abschließen. Betriebsspannung von 12,5VDC anschließen und Ruhestrom messen, sollte ca. 300mA sein. Anschließend Eingangssignal von max. 20 mW anlegen und Ausgangsleistung messen. Abgleich des TP-Filters auf minimale Durchgangsdämpfung bzw. größte Ausgangsleistung durch vorsichtiges Anheben oder Niederdrücken der gebogenen Drähte. Damit beim Abgleich kein Kurzschluss entsteht, wird der Gehäuseboden vorher mit Tape abisoliert. Nach dem Abgleich liefert die Baugruppe 7 Watt Ausgangsleistung bei $U_B=12,5V$ und 20mW Eingangsleistung. Fertig!

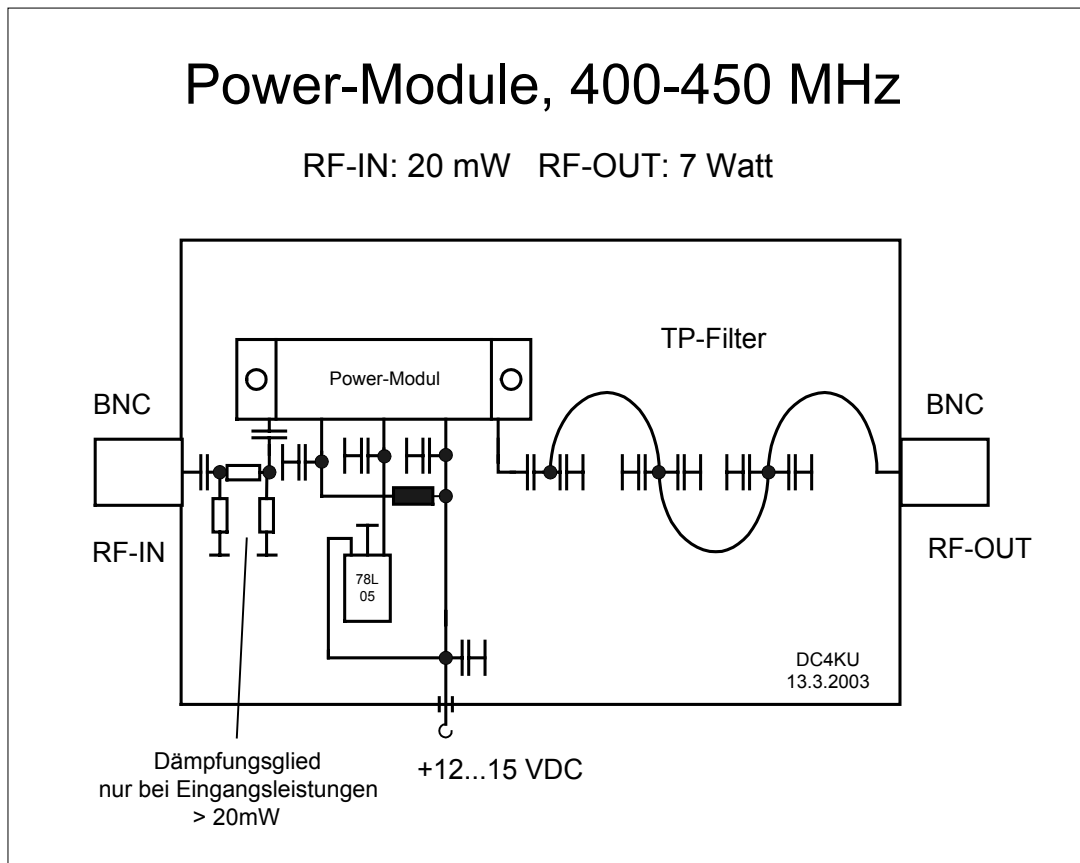


Bild 2: Anordnung der Bauteile im Gehäuse

Daten:

- Eingangsleistung: 20 mW, Ausgangsleistung: 7 Watt bei $U_B = 12,5VDC$
- Eingangsleistung: 10 mW, Ausgangsleistung: 7 Watt bei $U_B = 16VDC$
- HF-Eingang/-Ausgang: BNC
- Verstärkung: $\geq 25dB$
- Frequenzbereich: 400-450 MHz
- Z_{in}, Z_{out} : 50 Ohm
- $VSWR_{max} = 20:1$
- Oberwellenunterdrückung: $> 70dB$
- Versorgungsspannung: $U_B = 12-15VDC$, nominell: 12,5VDC, maximal: 16VDC
- Stromverbrauch: ca. 1,8 A bei $U_B = 12,5VDC$

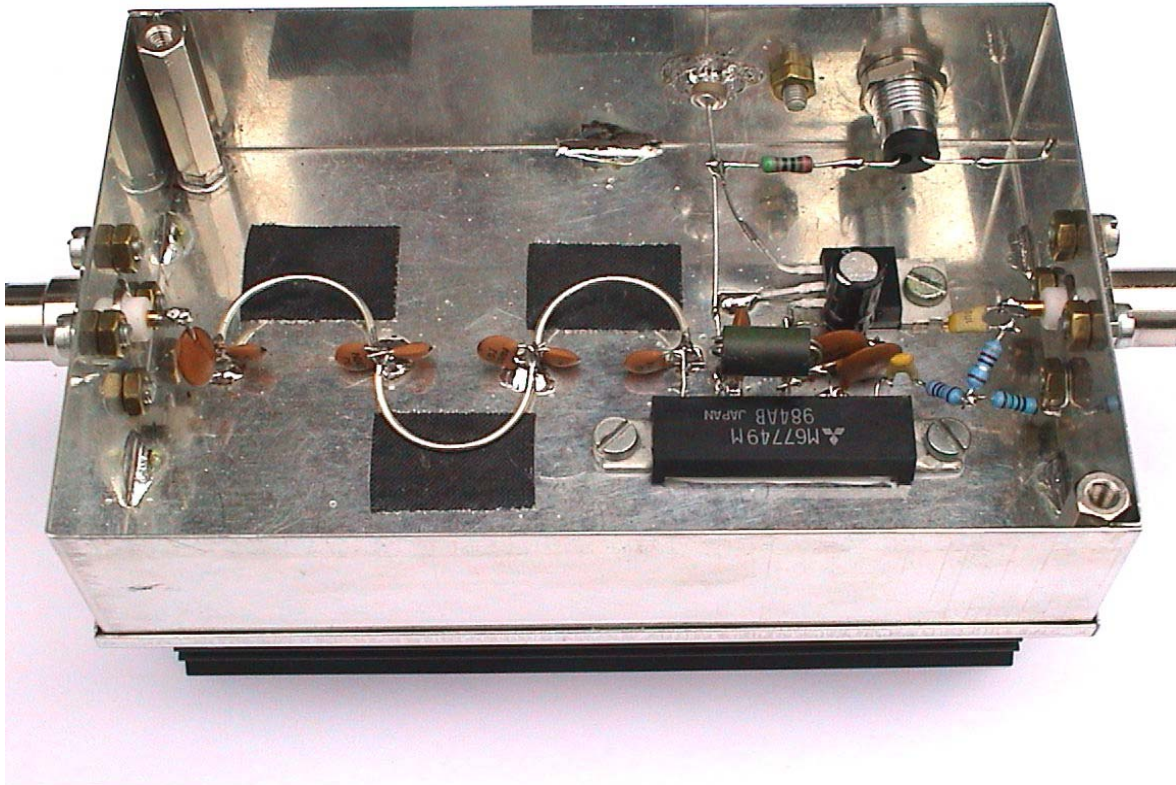


Bild 3: Innenansicht/Aufbau

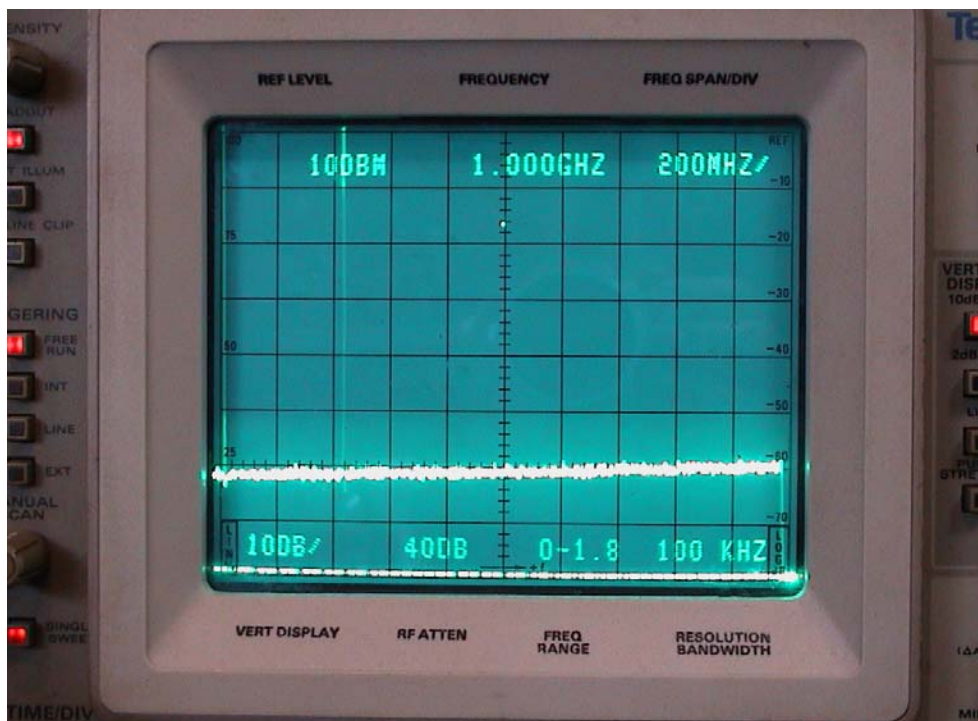


Bild 4: Oberwellenunterdrückung > 60 dBc, Messbereich 0-2000 MHz

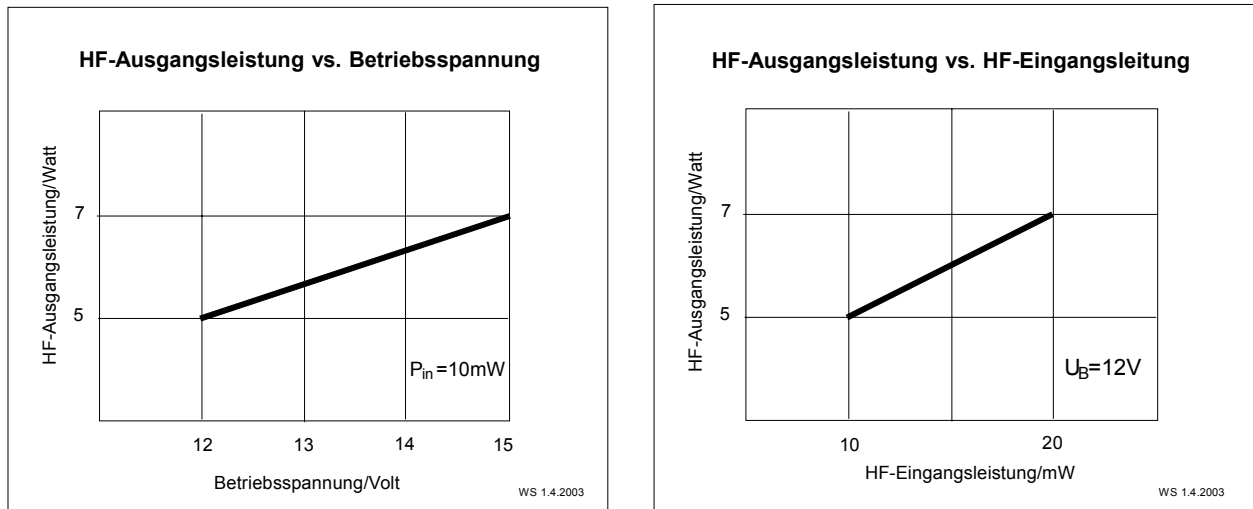


Bild 5: HF-Ausgangsleistung vs Versorgungsspannung und Eingangsleistung

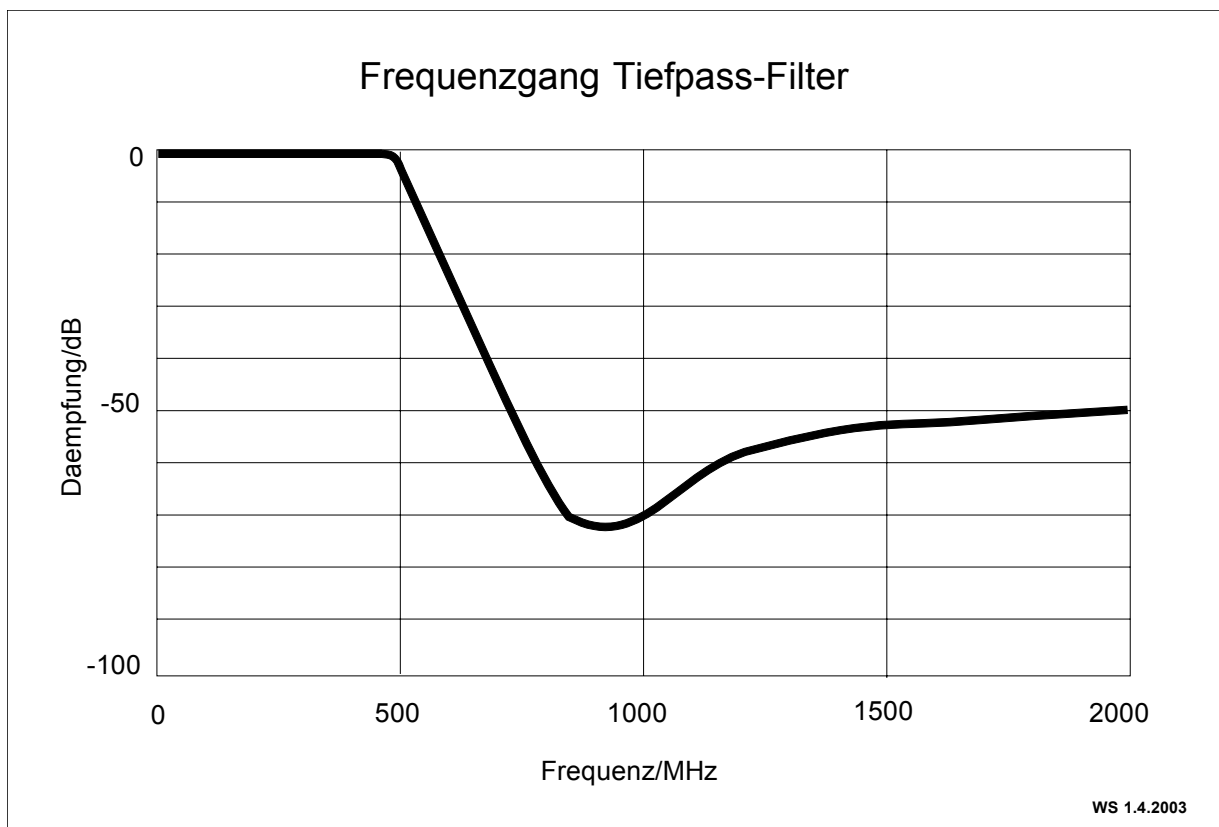


Bild 6: Durchlasskurve des Tiefpassfilters

Weitere RF-Power-Module für das 70cm-Band:

Modul	P_{in}	P_{out}	Betrieb	Frequenz	U_B	U_{Bias}
M67749M	20mW	7Watt	AB/FM	400-450 MHz	12,5V	5V
M57721M	10mW	7 Watt	AB	400-450 MHz	12,5V	5V
M57745	50mW	25Watt	AB	430-450 MHz	12,5V	9V
M57797MA	200mW	7Watt	AB	400-450 MHz	12,5V	5V
SAU4	200mW	10Watt	AB	430-450 MHz	12,5V	9V
M57716	200mW	17Watt	AB	430-450 MHz	12,5V	9V
M67705M	20mW	7Watt	FM	430-470 MHz	9,6V	5V
M67729	150mW	20Watt	-	400-490 MHz	12,5V	3,5V
M67799M (MOS FET)	20mW	7Watt	-	430-450 MHz	9,6V	5V

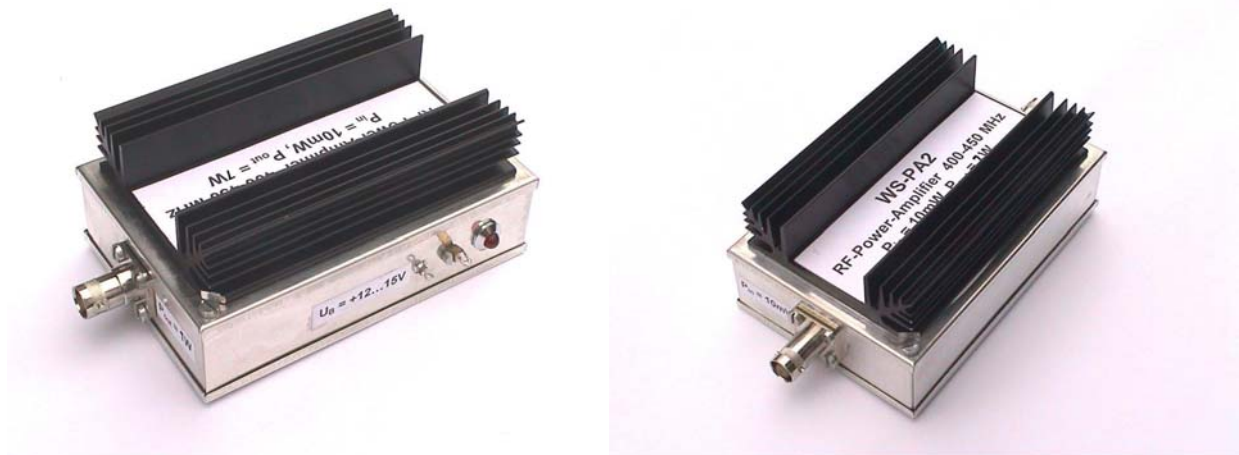


Bild 7: HF-Verstärker, 433MHz, Pin=20mW, Pout=7Watt

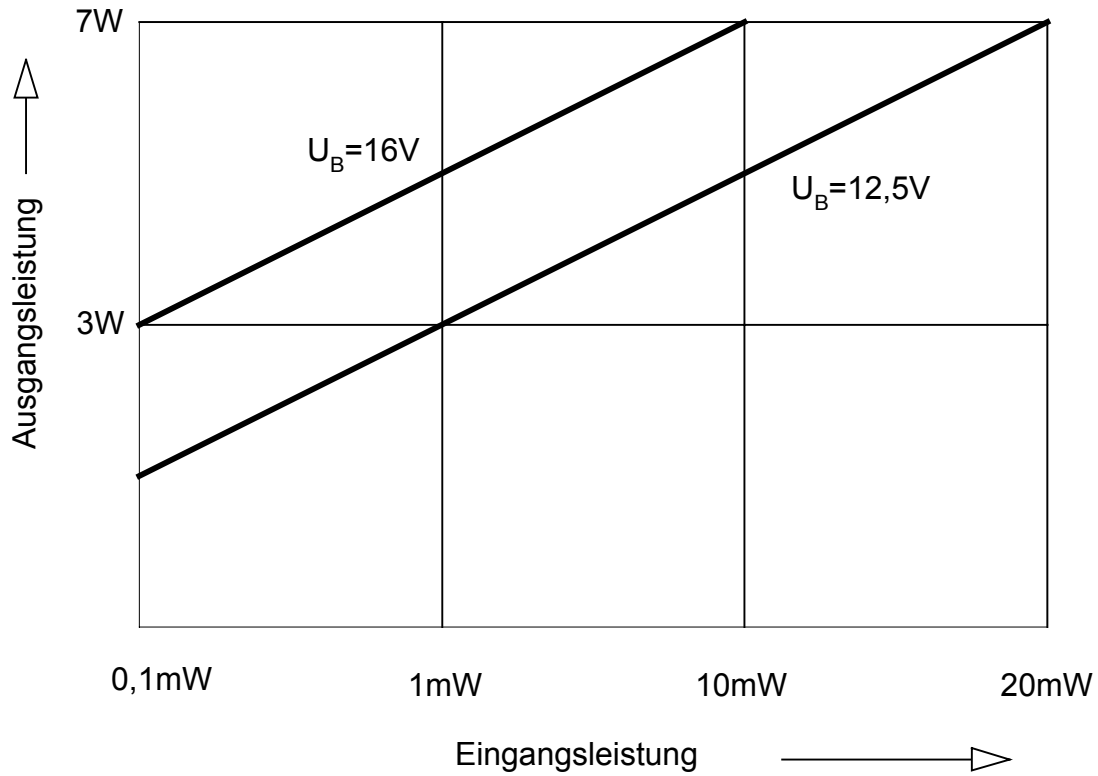


Bild 8: HF-Ausgangsleistung vs HF-Eingangsleistung und Betriebsspannung (U_B)

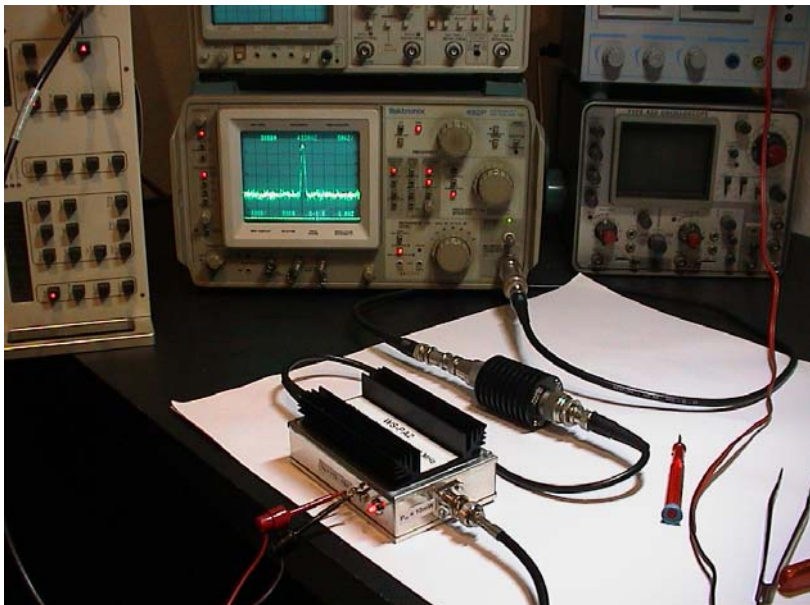


Bild 9: Messplatz

Werner Schnorrenberg
 Bergisch Gladbach
 22. Juni 2003