



## **Wichtige Information Vorab:**

**Die nachfolgende Dokumentation beschreibt lediglich meine Umbaumaßnahmen für die PA.**

**Dies ist keine Umbauanleitung mit Garantie.**

**Wer mit Hochfrequenz in diesem Frequenz- und Leistungsbereichen arbeiten sollte etwas Erfahrung und Meßequipment auf dem Gebiet besitzen.**

**Eingangsleistungen bis zu 600W können auftreten!**

# 13cm PA aus Mobilfunkbeständen

## Anpassung & Umbau für DATV

Die PA entdeckte ich bei E-Bay (SP) für wenig Außenwiderstand. Einsatzprofil ist das 13cm Band in allen Betriebsarten mit bis zu 150Watt Ausgangsleistung.

Grenzwerte:

UB	28VDC / ca.15A
RF IN	50 mW max.
RF OUT	150 W max.

# 13cm PA aus Mobilfunkbeständen

## Zusammenfassung

Die PA ist sehr gut geeignet um im 13cm Band Amateurfunk zu betreiben. Nach kleineren Umbaumaßnahmen ist die Endstufe für den Einsatz von 2.3 – 2.4 GHz bestens geeignet.

Bei einer Eingangsleistung von ca. 50mW (je nach Umbaumaßnahmen) ist fast in allen Betriebsarten eine Ausgangsleistung  $> 100W$  zu erzielen. Die Stromaufnahme bei 24VDC beträgt dabei ca. 10A.

Bitte dabei den max. Input von 50mW nicht überschreiten.  
Im HAM Band kann die Verstärkung der PA auch nach dem Umbau um 3dB schwanken.

### Generell gilt:

Alle hier publizierten Vorschläge sowie der Betrieb der PA liegt ausschließlich in der Verantwortung des Anwenders. Die hier publizierten Maßnahmen und Daten gelten lediglich als Vorschlag.

Sehr hilfreiche Info : <https://www.dd0yr.de/Bilder/13cm-PA/13cmPA-Info.pdf>

# Steckerbelegung

**X100** - RF input

**X103** - RF output

**X102** - coupler output for measuring output power

**X101** – temperature sensor (LM75B or equivalent)

1, 3, 5, 7, 9.....	GND
2.....	LM75B VCC
4.....	A1 LM75B
6.....	A0 LM75B
8.....	SDA LM75B
10.....	SCL LM75B

**X104** – supply of SPB2026Z (D100 - DRV1) and BLF8G22LS-160BV (V104 – ½ PA)

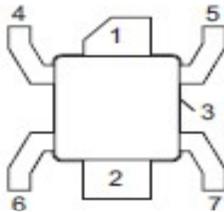
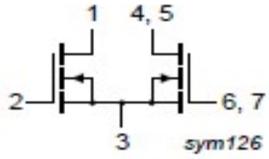
1.....	+28V SPB2026Z (D100)
2, 4, 6, 8, 10.....	GND
3, 5, 7, 9.....	+28V BLF8G22LS-160BV (V104)

**X105** – supply of BLF6G22LS-40BN (V100 – DRV2) and BLF8G22LS-160BV (V102 – ½ PA)

1, 3, 5, 7.....	+28V BLF8G22LS-160BV (V102)
2, 4, 6, 8, 10.....	GND
9.....	+28V BLF6G22LS-40BN (V100)

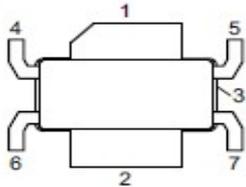
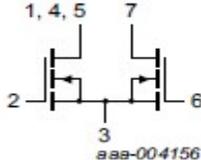
# damit wird die Leistung gemacht

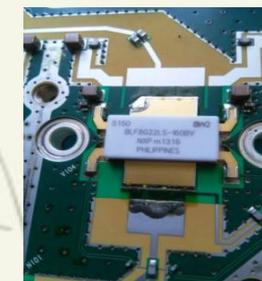
## BLF6G22LS-40BN

Pin	Description	Simplified outline	Graphic symbol
1	drain		
2	gate		
3	source <a href="#">[1]</a>		
4, 5	sense drain		
6, 7	sense gate		



## BLF8G22LS-160BV

Pin	Description	Simplified outline	Graphic symbol
1	drain		
2	gate		
3	source <a href="#">[1]</a>		
4,5	video decoupling		
6	sense gate		
7	sense drain		

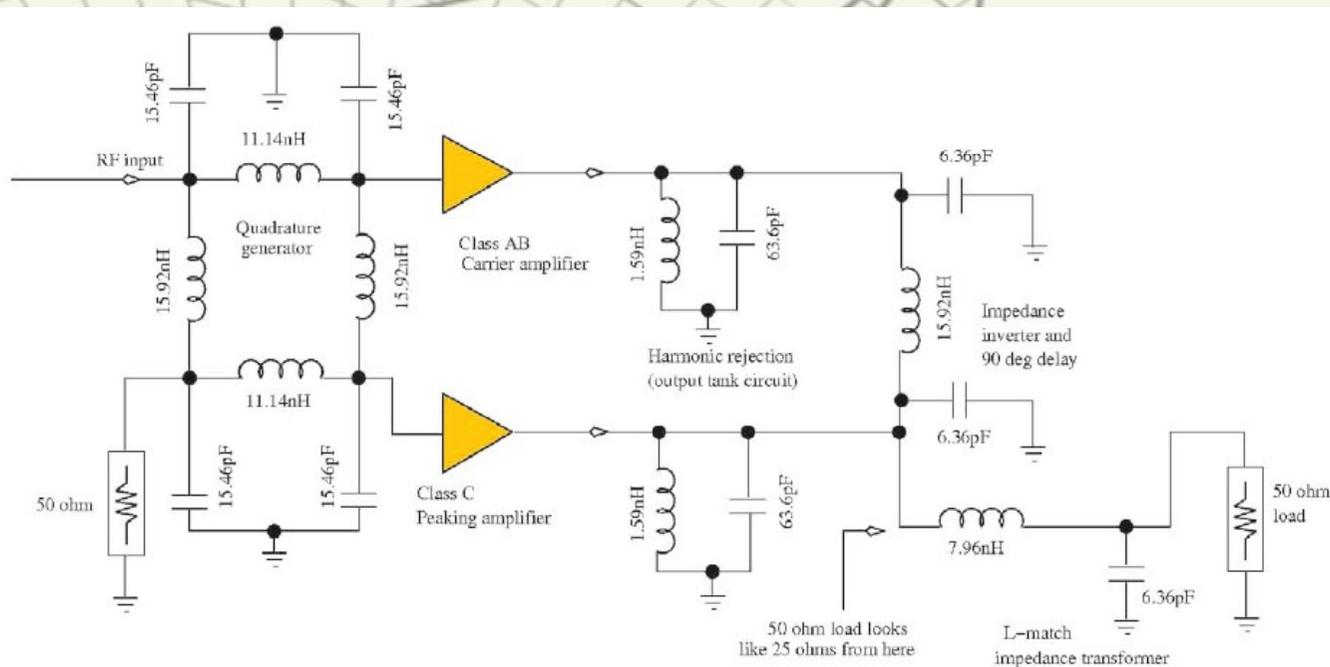


# damit wird die Leistung gemacht

Theoretisches...

Die Endstufe nutzt das Doherty Prinzip.

Prinzipdarstellung



Beispiel eines 500-MHz-Dohertyverstärkers mit den Werten der passiven Bauelemente

# damit wird die Leistung gemacht

Theoretisches...

Der **Doherty-Verstärker** ist ein idealer Kandidat für die Maximierung der Verstärkereffizienz, der gleichzeitig hohe Linearität gewährleistet. Wenn das Modulationsschema auf irgendeiner Art von Frequenzteilung Multiplexing oder AM beruht ist der Doherty-Verstärker optimal. Wenn die Anwendung aber eine konstante Trägermodulation verlangt (FM, FSK, PSK, usw.), dann ist er nicht geeignet. In diesem Fall empfiehlt sich ein Klasse-C- oder ein Schaltverstärker. Nachfolgend eine kurze Aufzählung der für und gegen den Doherty-Verstärker sprechenden Gründe.

## Pro:

- Gutes Verfahren, um den Wirkungsgrad bei guter Signaltreue zu erweitern
- Reduziert spektrale Verbreiterung in Signalen mit hohem Spitze-zu-Mittelwert- Leistungsverhältnis
- Kann in Low-power-Handheldgeräten und High-Power-Verstärkern verwendet werden
- Bietet viele Möglichkeiten zur Optimierung für verschiedene Anwendungen
- Symmetrische Eingangsschaltung reduziert Schwankungen der Rücklaufdämpfung

## Contra:

- Höhere Schaltungskomplexität gegenüber der klassischen Klasse-AB-Verstärkertopologie
- Es ist schwierig, alle Parameter richtig einzustellen, um den besten Arbeitspunkt zu finden
- Parasitics verkomplizieren das Design eines realen Verstärkers.
- Eingangssignalpegel ändern die Betriebscharakteristik (bei anderen Großsignalverstärkern aber auch).
- Der Doherty-Verstärkergewinn ist oft ungefähr 3 dB niedriger als bei entsprechenden Klasse- AB-Verstärkern

## Referenzen

Klasse-AB- und C-Verstärker / [1] B. Slade, "Amplifier Alphabet / Soup: Part 1, Basics of Class / A, AB, B and C amplifiers," , RF Globalnet, Feb 2011.

Wer eine eingehendere Behandlung der Grundlagen von Rfund Mikrowellenverstärkern sucht, kann weitere Informationen in den bei der Vorbereitung dieses Artikels verwendeten Arbeiten finden. [3] W. H. Doherty, "A new highefficiency power amplifier for modulated waves", Bell Telephone-Labormonographien B 931, Mai 1936. (online verfügbar) [4] S.C. Cripps, „RF Power Amplifiers for Wireless Communications“, Artech House, 1999. [5] M. Elmala, J. Paramesh und K. Soumyanath,

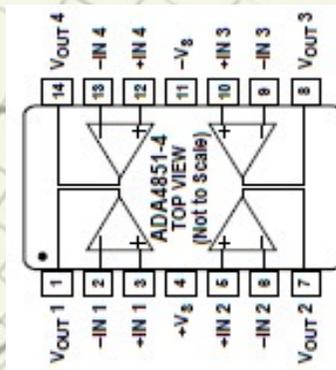
# Umbau des WIFI Verstärkers



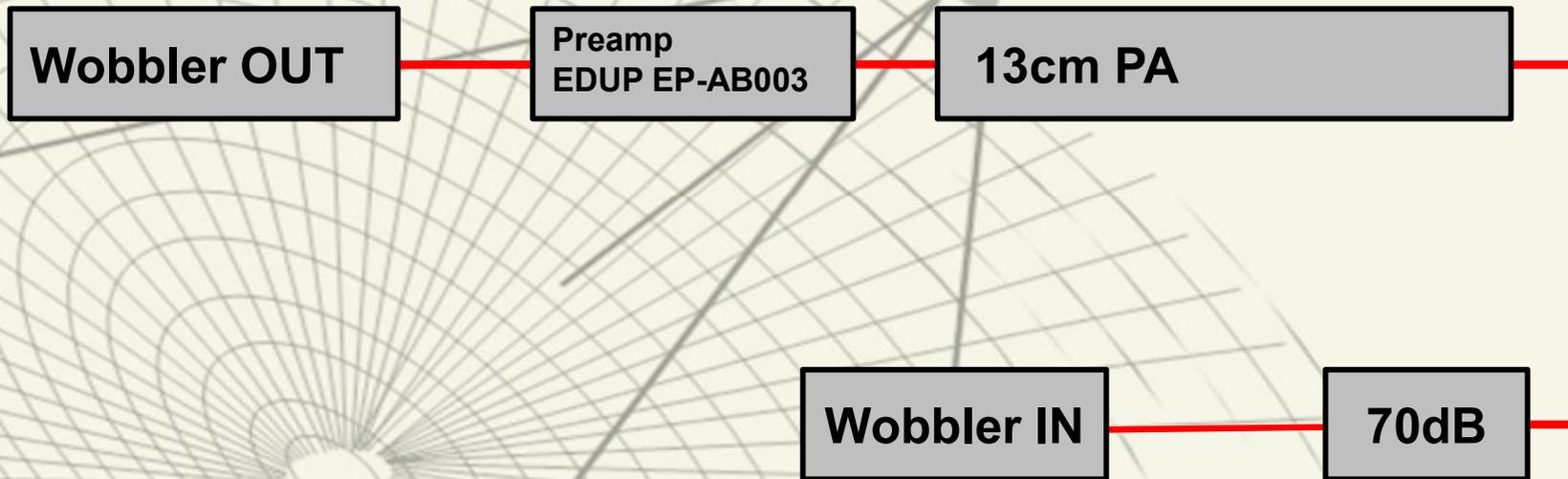
**RF Amplifier EDUP EP-AB003**

Um den Verstärker dauerhaft in TX-Mode zu schalten ist lediglich eine Lötbrücke erforderlich.

EDUP EP-AB003-Verstärker für das Amateurfunkband 2400 MHz (13 cm), dieser theoretische 2,4-GHz-Verstärker mit 8 W, kann eine effektive Leistung von 2 W bei einer Eingangsleistung von maximal 100 mW liefern

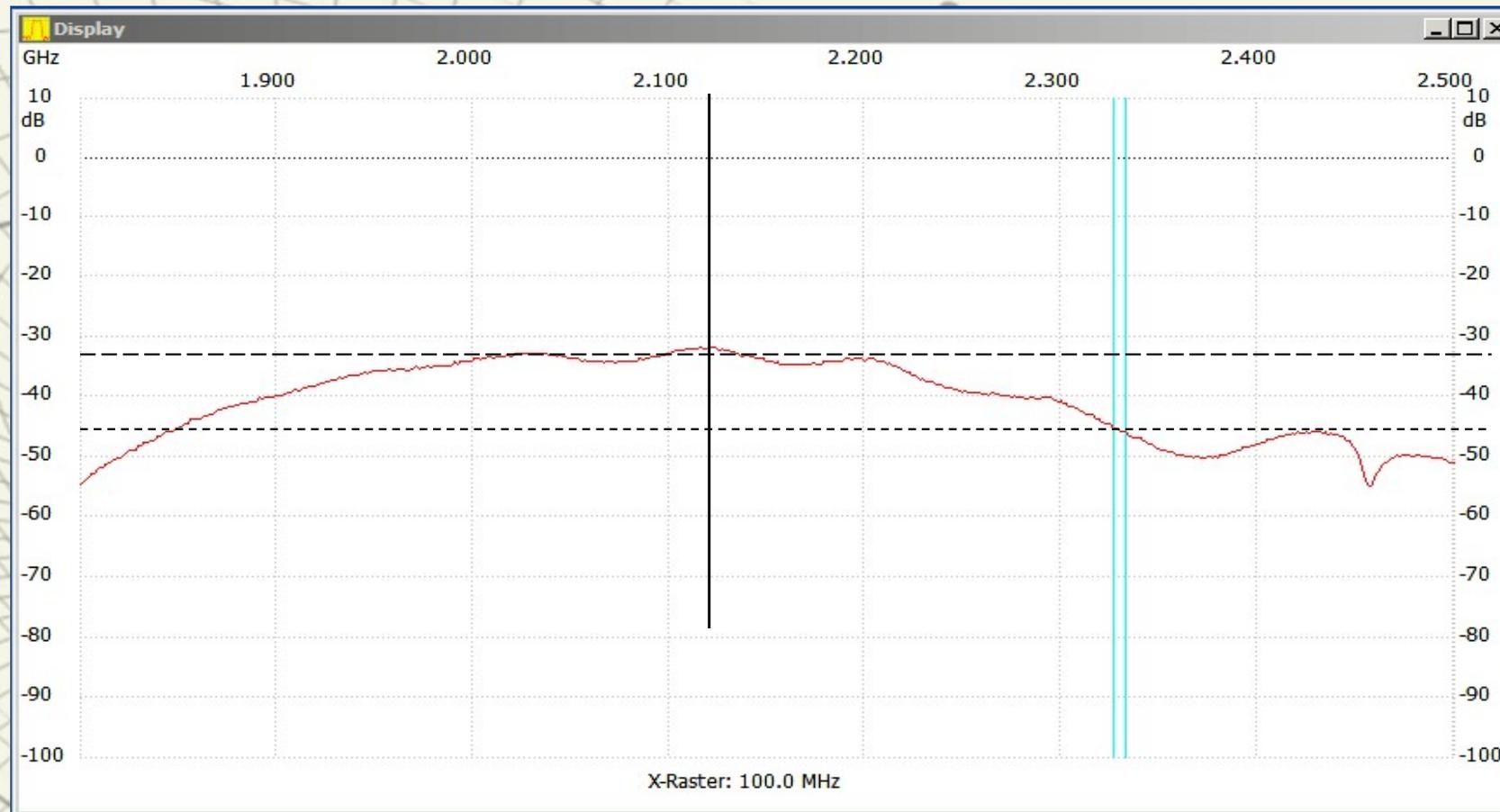


# Messaufbau



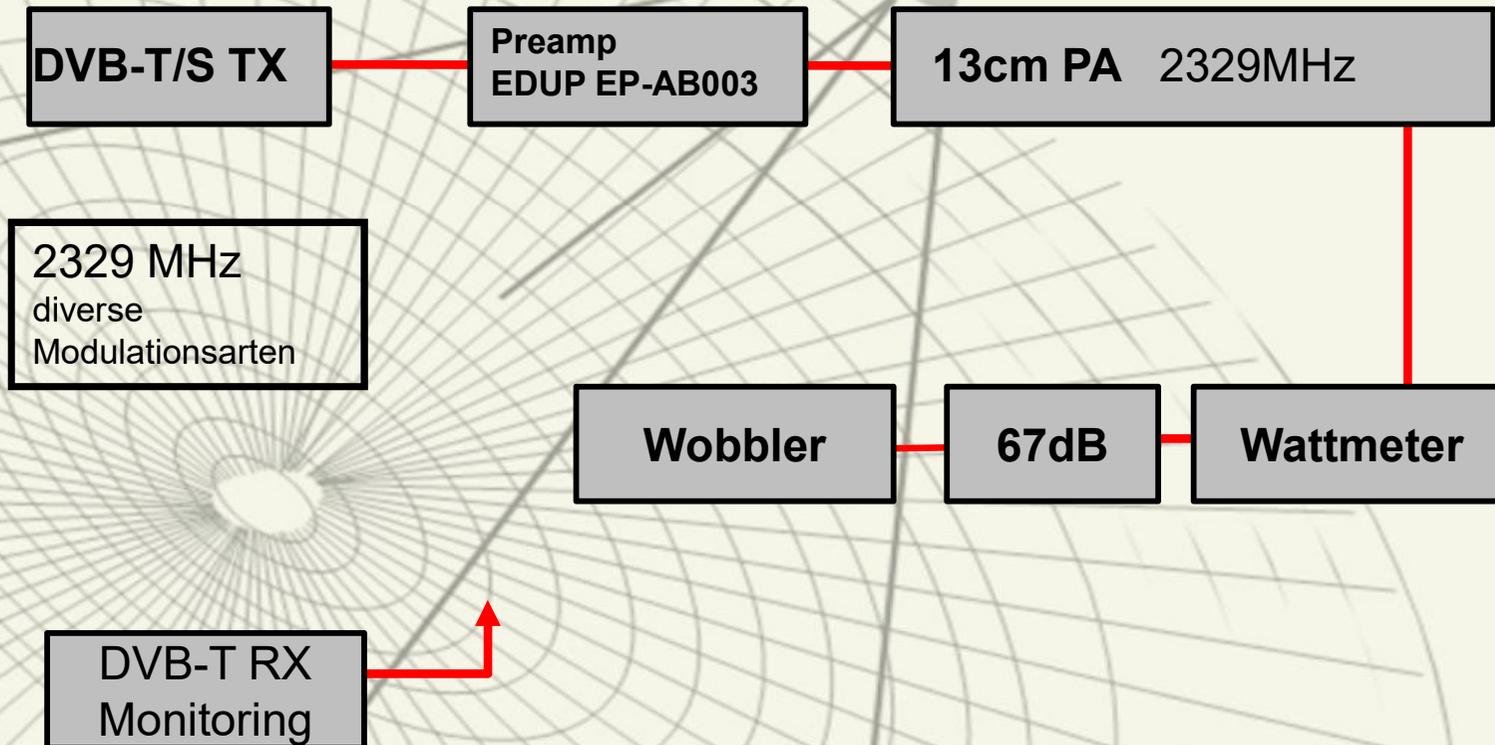
## Messungen

Die Durchlasskurve zeigt, dass die PA im 13cm Bereich leider 10dB weniger Verstärkung macht.



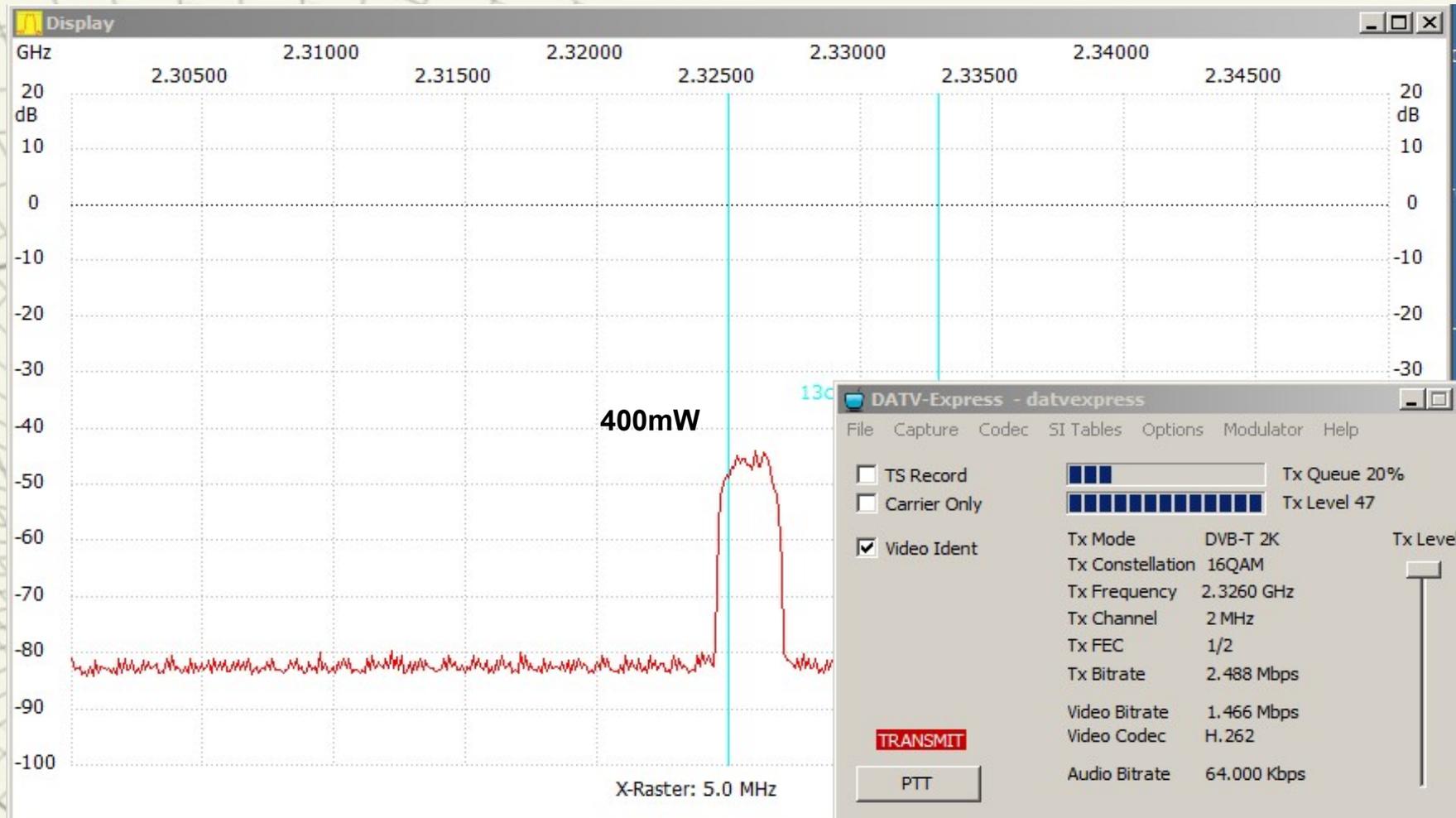
# Messaufbau

TX=Pluto oder HV-320



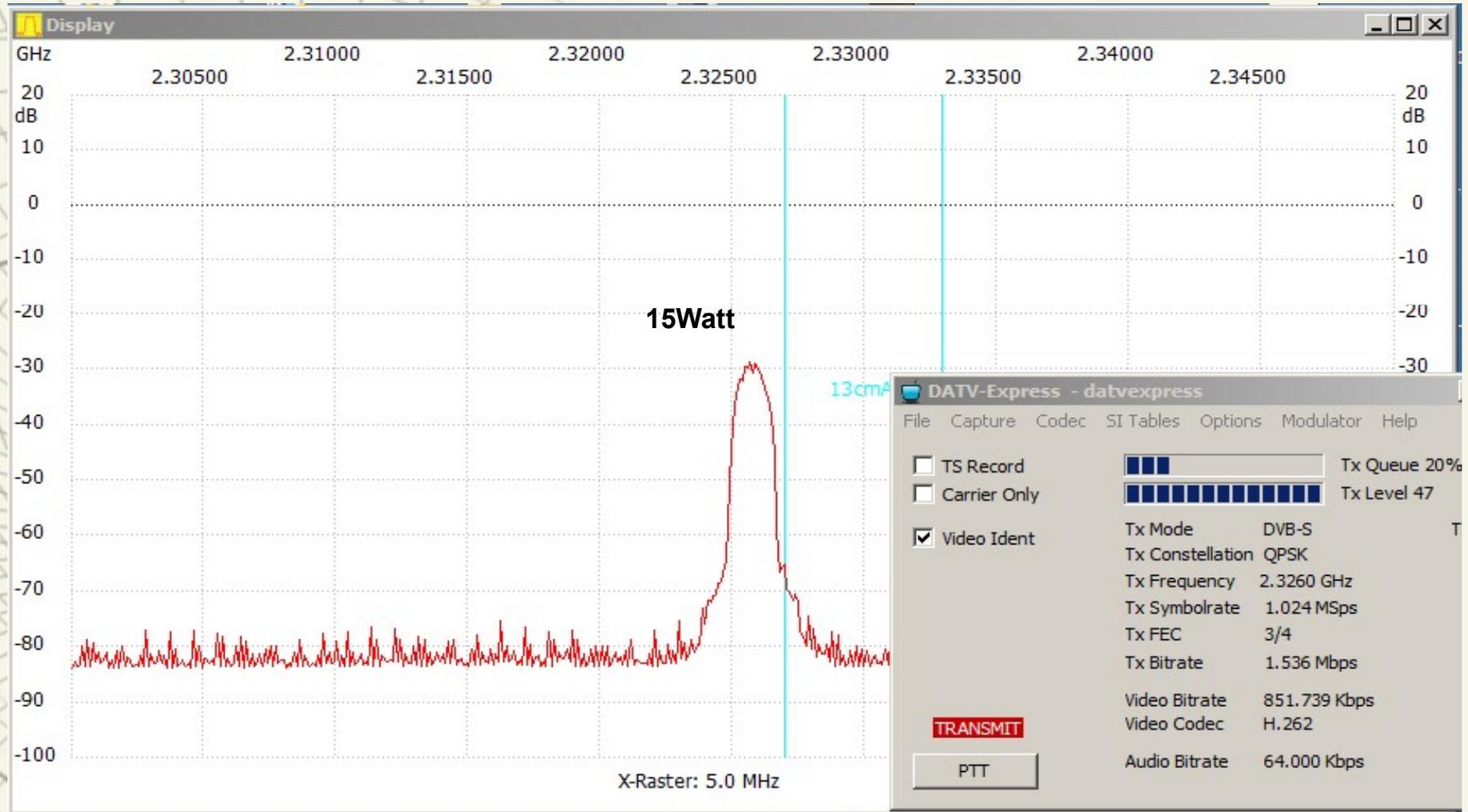
# Messungen

TX Pluto DVB-T / 2MHz BB



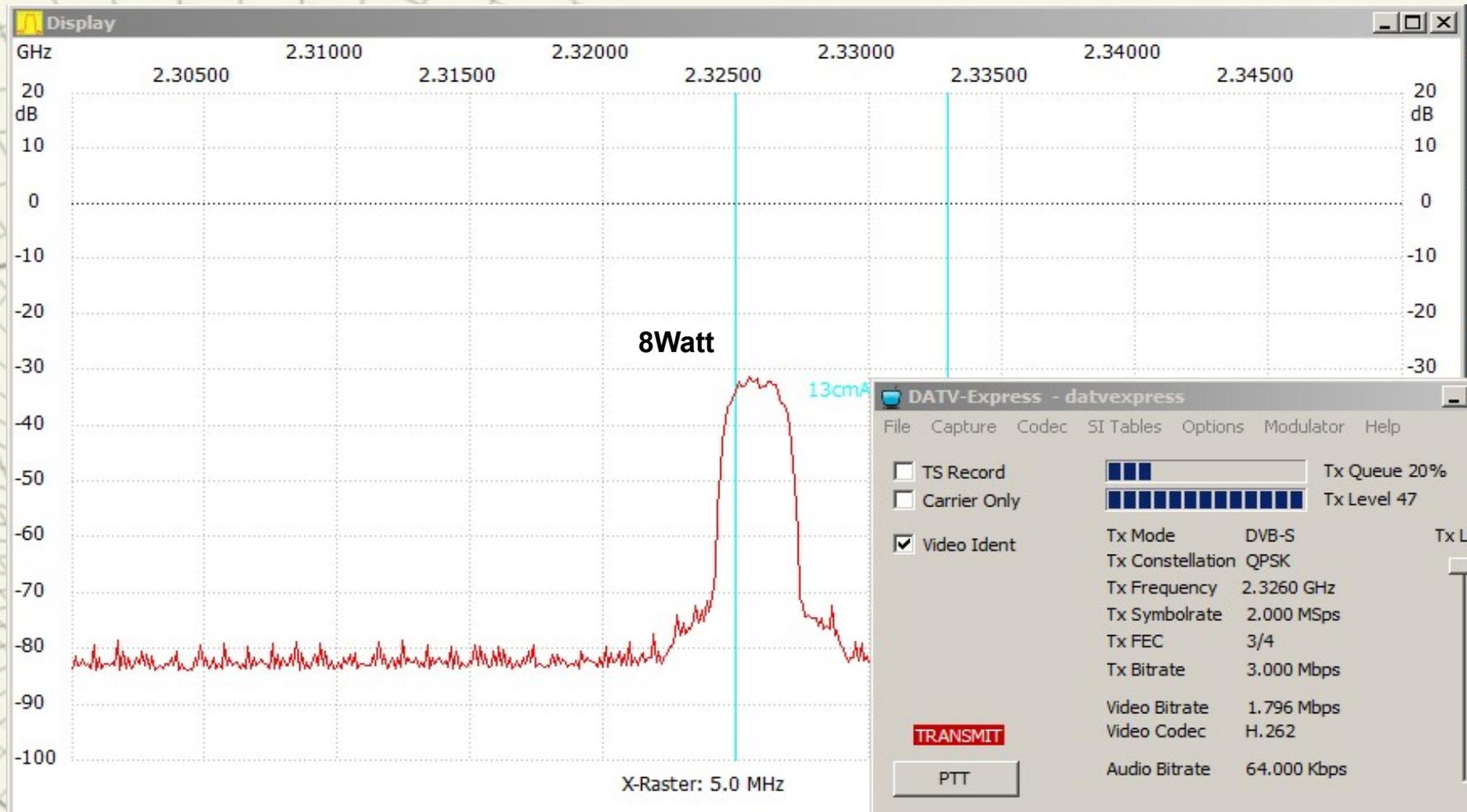
# Messungen

TX Adalm Pluto DVB-S 1MSps



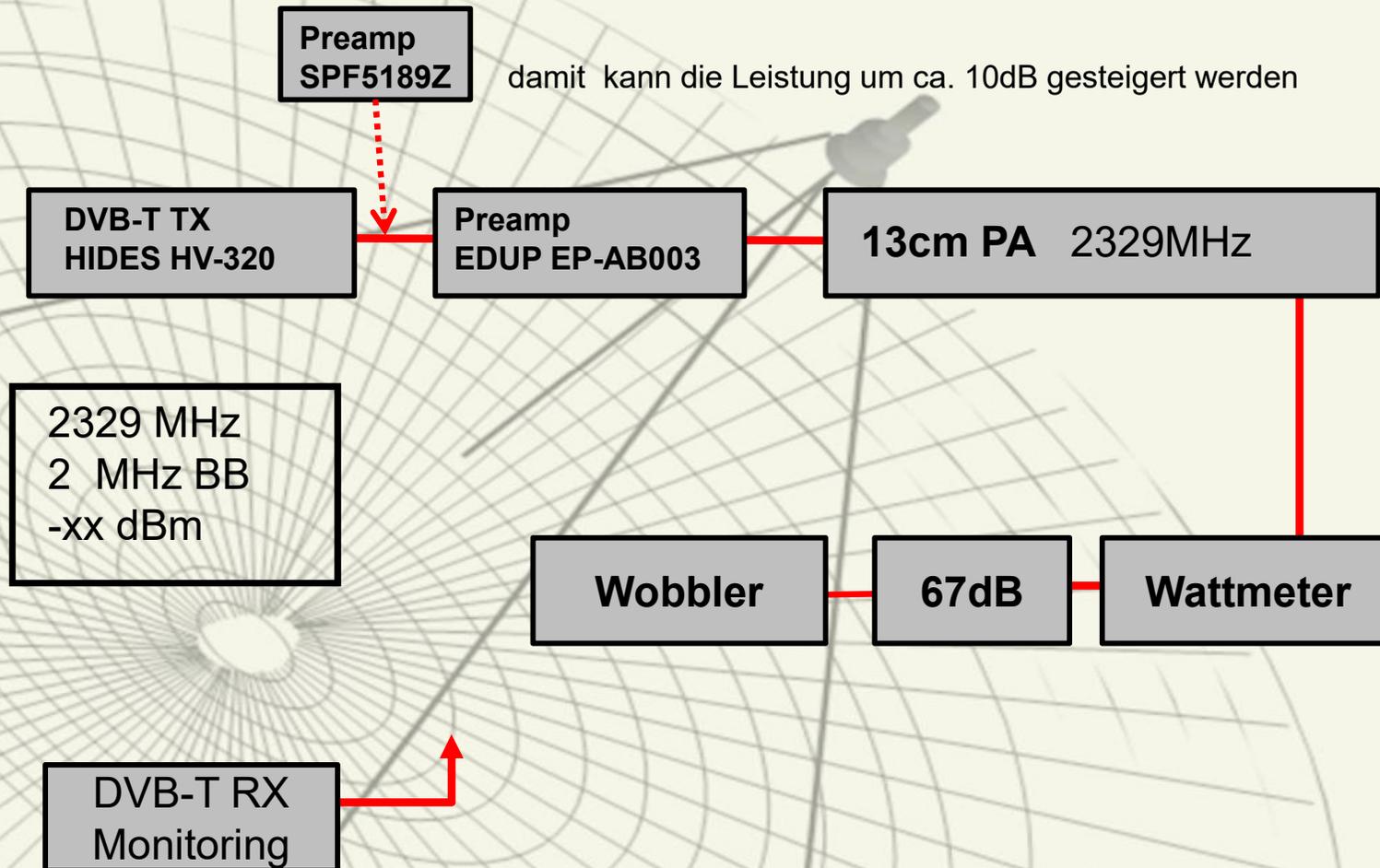
# Messungen

TX Adalm Pluto DVB-S 2MSps



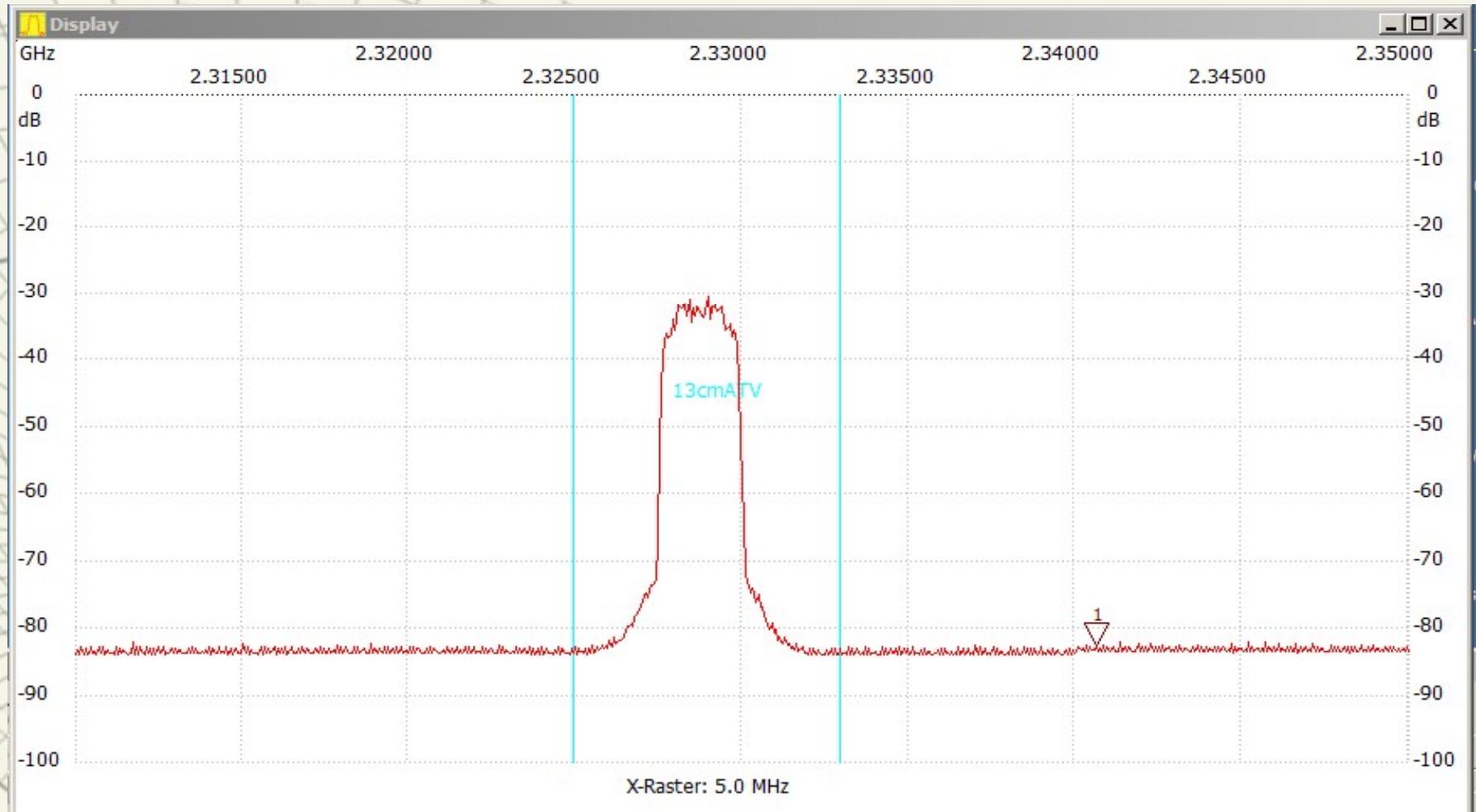
# Messaufbau

TX= DVB-T HV-320



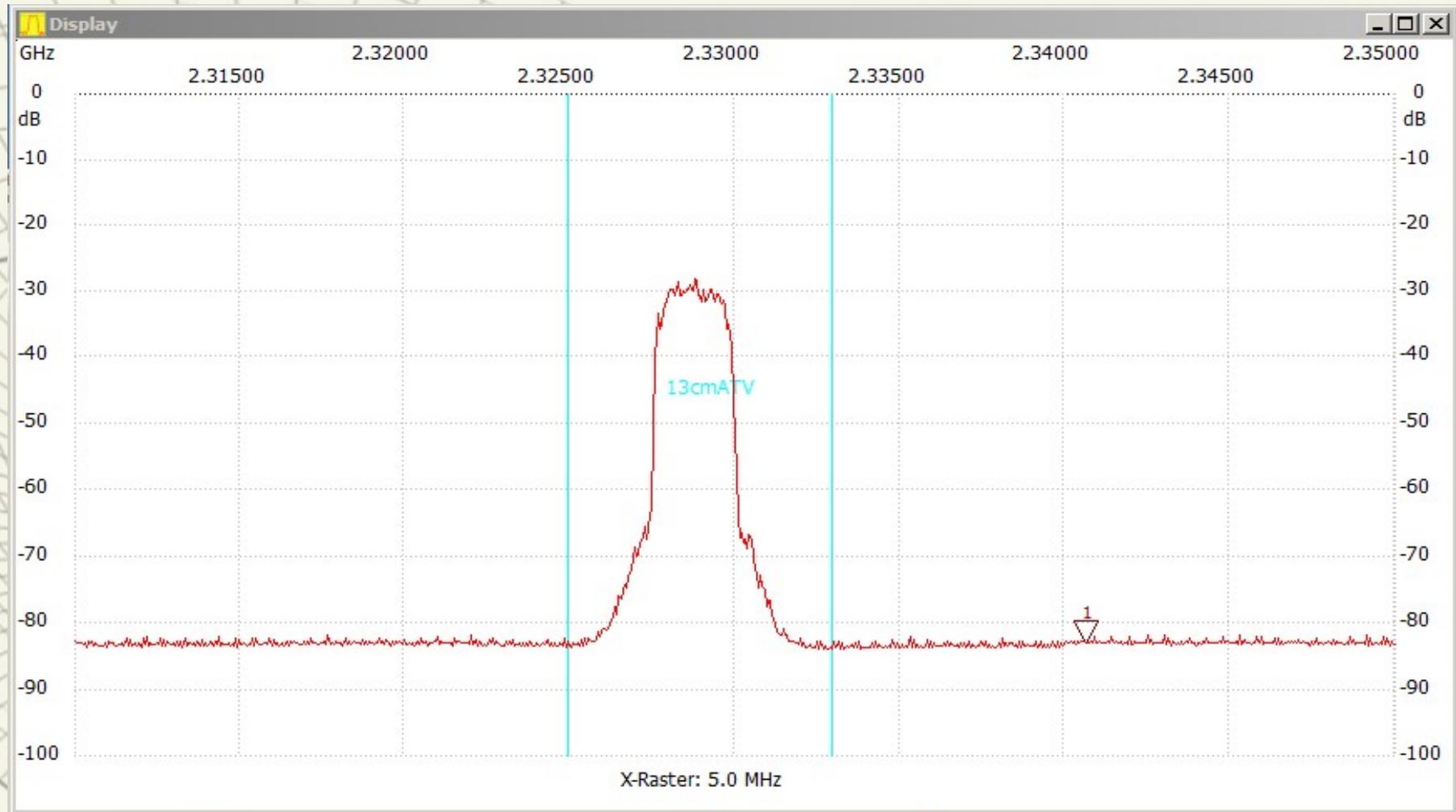
# Messungen

TX (DVB-T Gain -20) Out 4 Watt



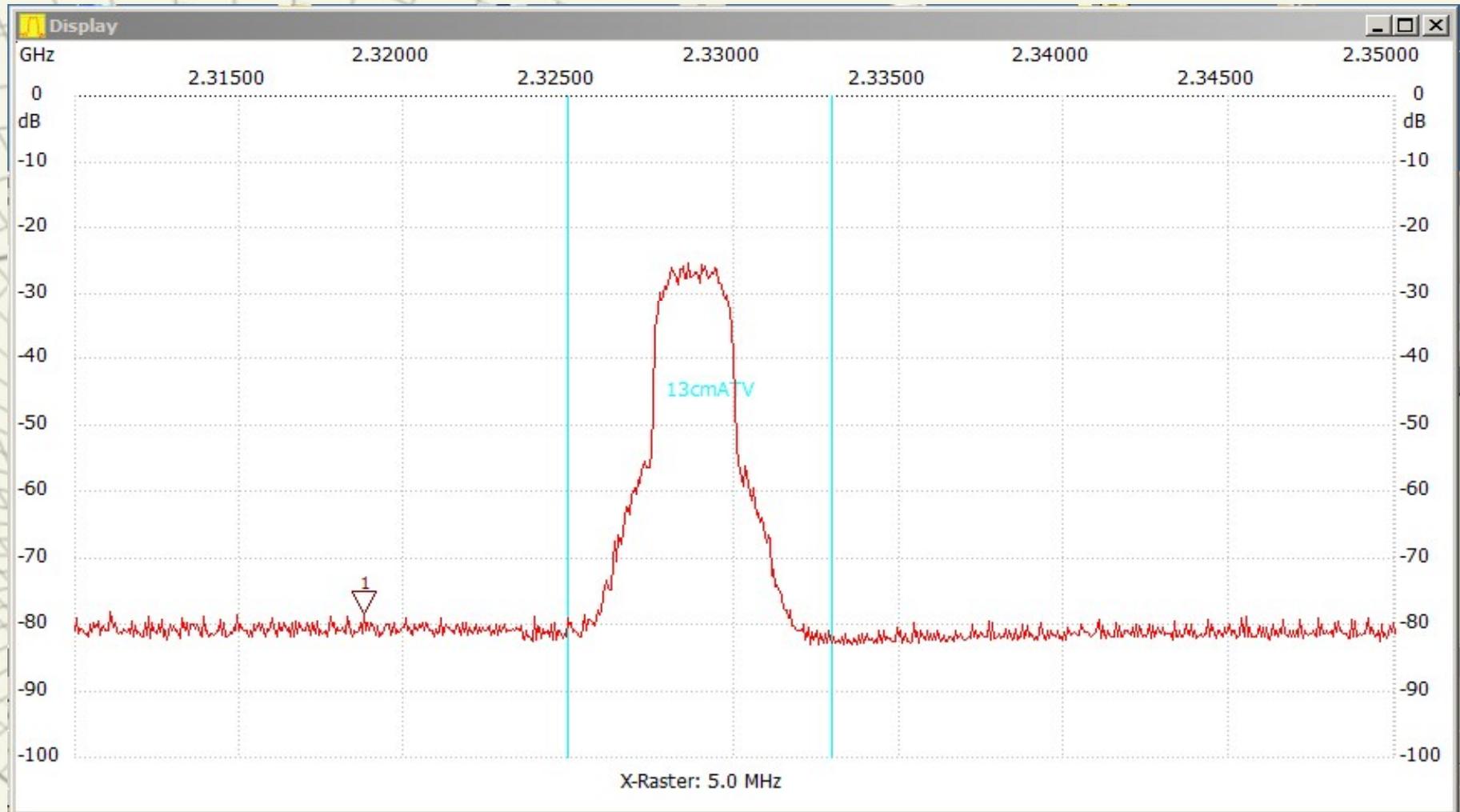
# Messungen

TX (DVB-T Gain -17) Out 8 Watt



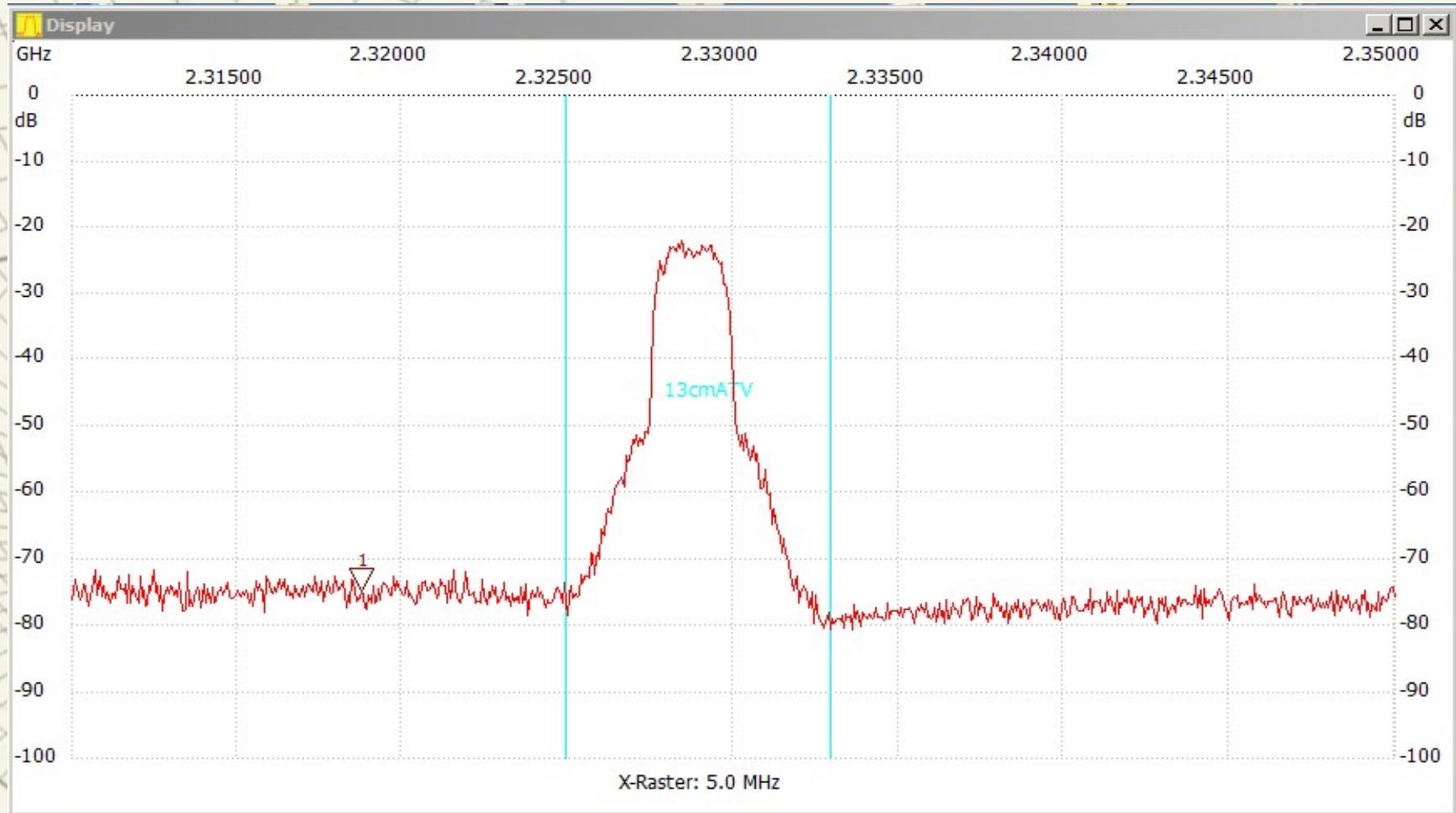
# Messungen

TX (DVB-T Gain -14) Out 14 Watt

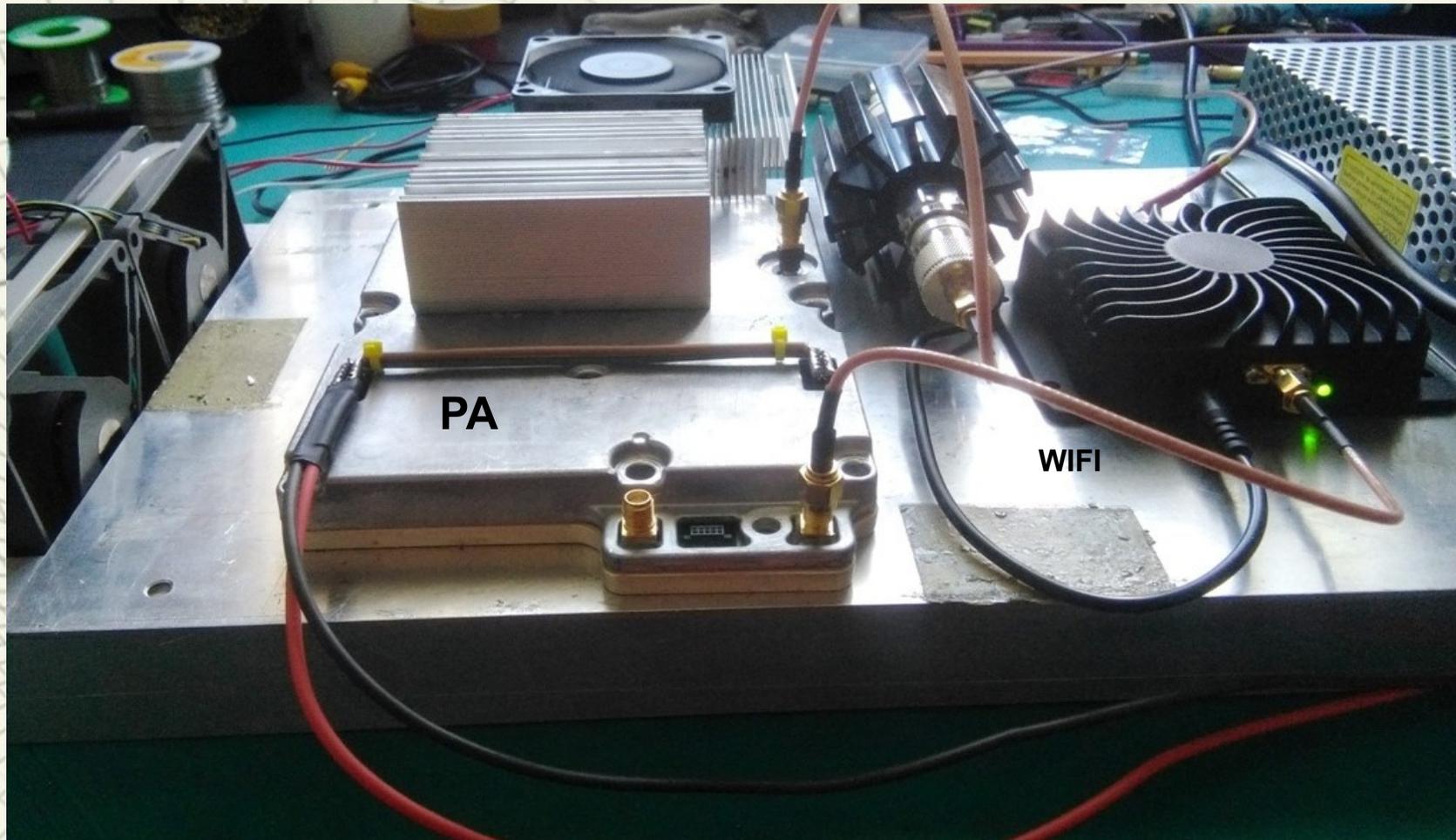


# Messungen

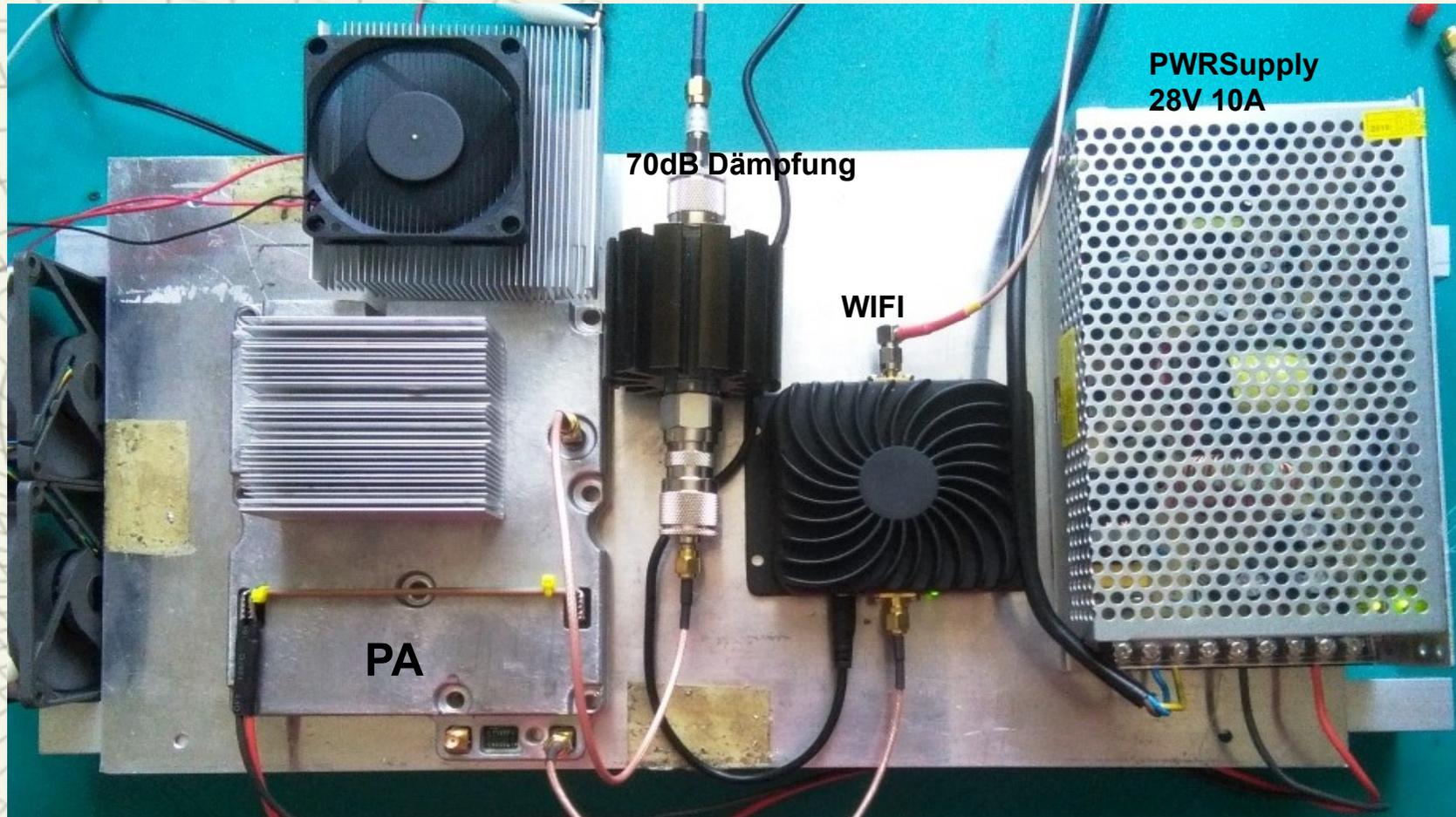
TX (DVB-T Gain -11) Out 30 Watt



# Messaufbau mit WIFI Ampl.

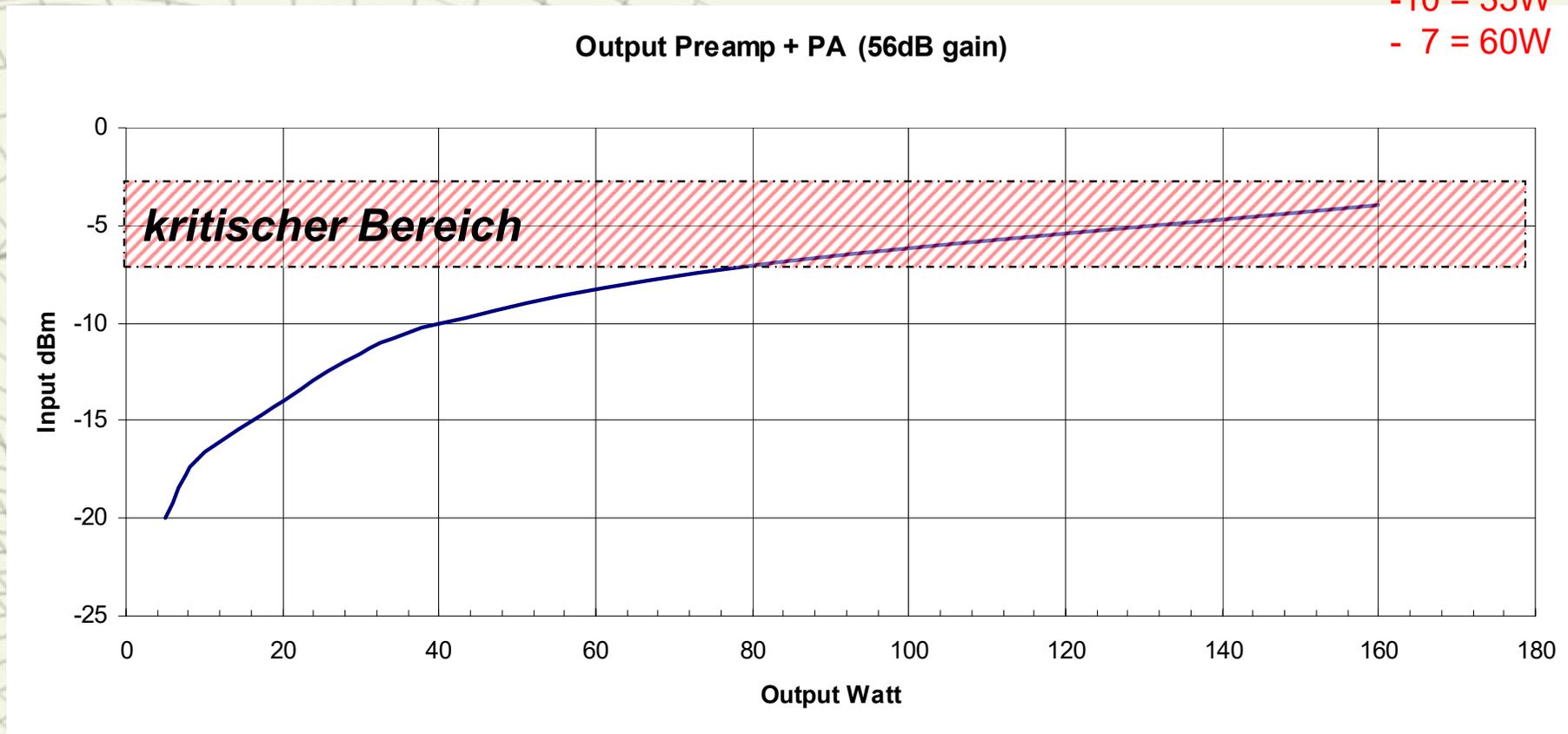


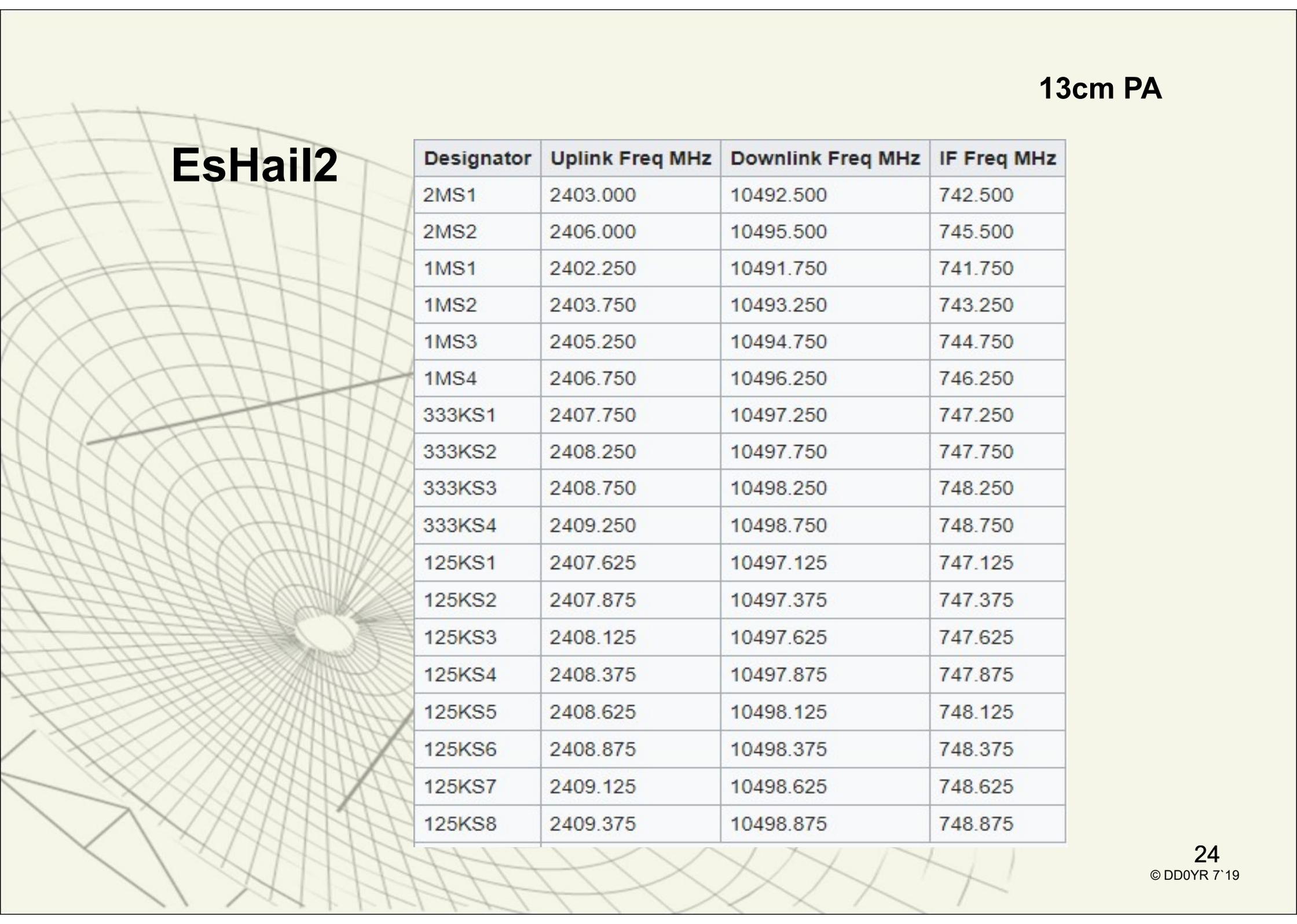
# Messaufbau mit WIFI Ampl.



# Messergebnisse

-10 = 35W  
- 7 = 60W





# EsHail2

Designator	Uplink Freq MHz	Downlink Freq MHz	IF Freq MHz
2MS1	2403.000	10492.500	742.500
2MS2	2406.000	10495.500	745.500
1MS1	2402.250	10491.750	741.750
1MS2	2403.750	10493.250	743.250
1MS3	2405.250	10494.750	744.750
1MS4	2406.750	10496.250	746.250
333KS1	2407.750	10497.250	747.250
333KS2	2408.250	10497.750	747.750
333KS3	2408.750	10498.250	748.250
333KS4	2409.250	10498.750	748.750
125KS1	2407.625	10497.125	747.125
125KS2	2407.875	10497.375	747.375
125KS3	2408.125	10497.625	747.625
125KS4	2408.375	10497.875	747.875
125KS5	2408.625	10498.125	748.125
125KS6	2408.875	10498.375	748.375
125KS7	2409.125	10498.625	748.625
125KS8	2409.375	10498.875	748.875

# Messgenauigkeit

Alle Messungen unter Laborbedingungen.

Alle verwendeten Messmittel unterliegen keinem Kalibrierzyklus.

Aus Vergleichsmessungen ergibt sich ein maximaler Fehler von  $<10\%$ .

## Info aus Italien

Gemäß den endgültigen Transistordaten beträgt die berechnete maximale Ausgangsleistung ca. 320 W, während die Antriebsleistung ca. 8 mW (+9 dBm) beträgt.

Modul ist sehr kompakt 17cm x 13cm

Aluminiumblock unter der Leiterplatte ist 5,5 mm

Gewicht 380 g

Versorgungsspannung + 28Volt

Mögliche Modifikationen:

Bei einer hohen Ausgangsleistung (ca. 300 W) muss der Isolator ISO-2100-33CW entfernt werden, da er nicht für die volle Ausgangsleistung geeignet ist

Entfernen Sie den Isolator und löten Sie ein Stück eines 50-Ohm-Teflonkabels (überbrücken Sie den Isolator).

Ersetzen Sie auch den Ausgangsstecker durch einen neuen, der ca. 300 W bei 2320 MHz aushält

Bei geringerer Ausgangsleistung (100-120 W) muss der Isolator nicht entfernt werden.

Es ist notwendig, die Anpassungsschaltungen der Treiberstufen auf maximale Verstärkung und der Endtransistoren auf maximale Ausgangsleistung abzustimmen.

Versuchen Sie beim Abstimmen, ein Stück Kupferfolie auf das In / Out-Pad des Transistors zu löten oder ein Stück des Pads zu beschneiden (je nachdem, wann Sie bessere Ergebnisse erzielen).

Nehmen Sie für die endgültigen Transistoren jeweils die gleichen Änderungen vor.

Gesamtgewinn (Originalfrequenz berechnet): Ca. 46 dB

Benachrichtigung:

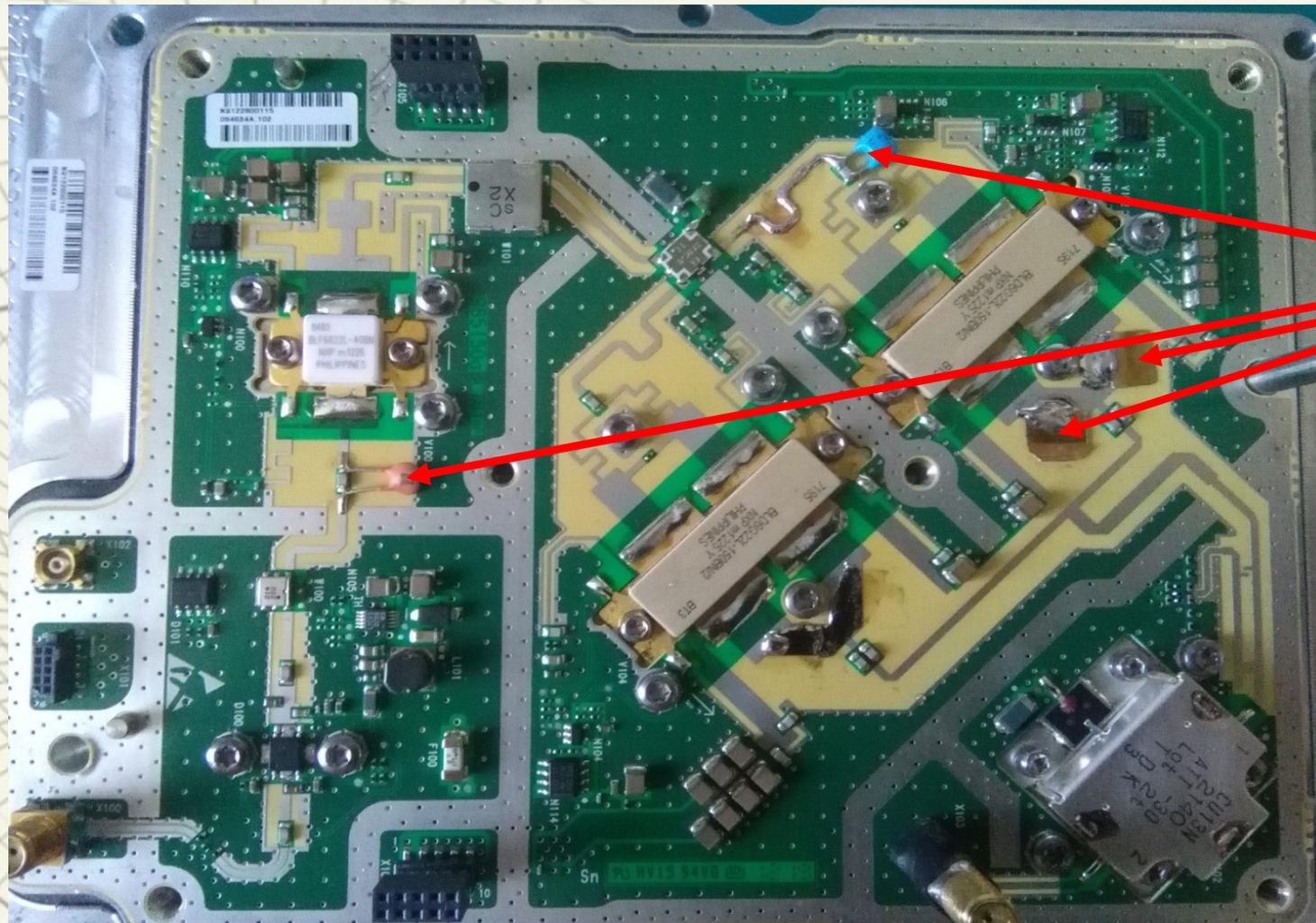
Wichtig für Tuning und Betrieb! Es muss unbedingt eine HF-Abschirmung / Abdeckung verwendet werden !!!!

Legen Sie NUR HF-Leistung bei installierter Abschirmung an.

Bei den hier verwendeten hohen Leistungen besteht die Strahlungsgefahr für die Augen.

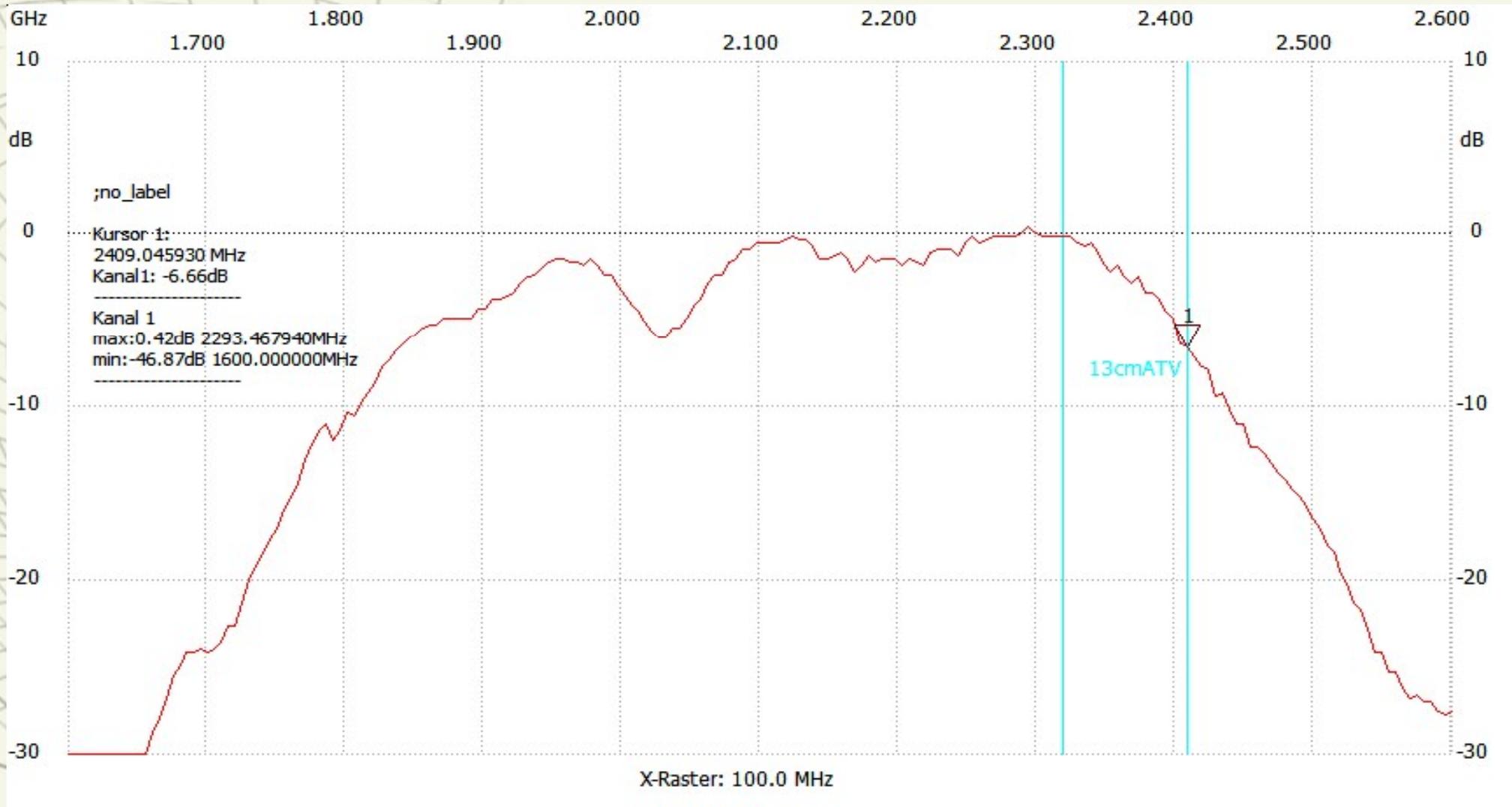
Achten Sie darauf, dass Ihre Augen und andere Körperteile nicht übermäßig hochfrequentiert werden.

# Umbauvorschlag 2300 – 2400 MHz

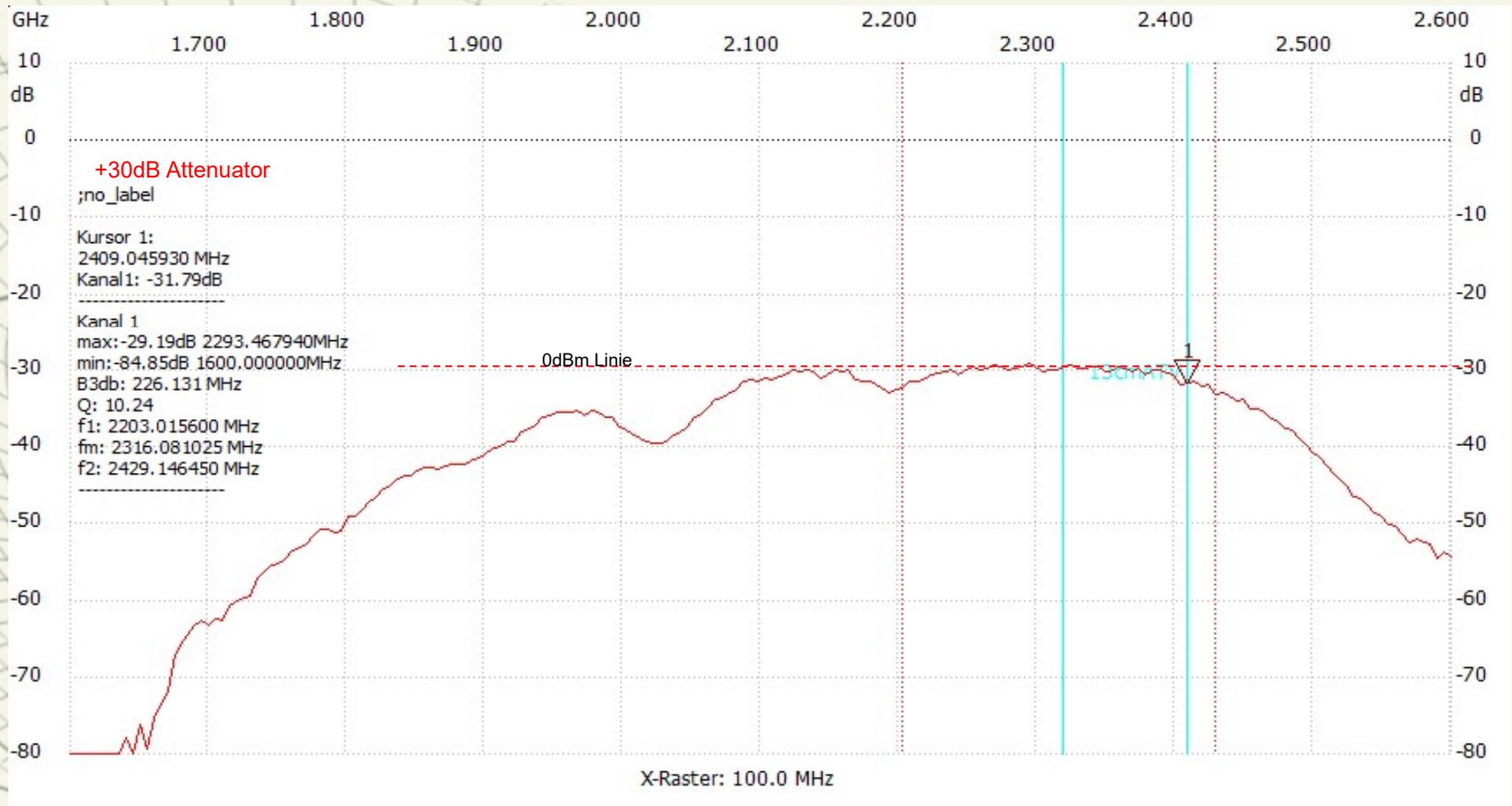


Umbauten  
C=1.5 nF  
2 x Pads

# Umbauvorschlag original 2300 – 2400 MHz



# Umbauvorschlag optimiert für 2300 – 2400 MHz



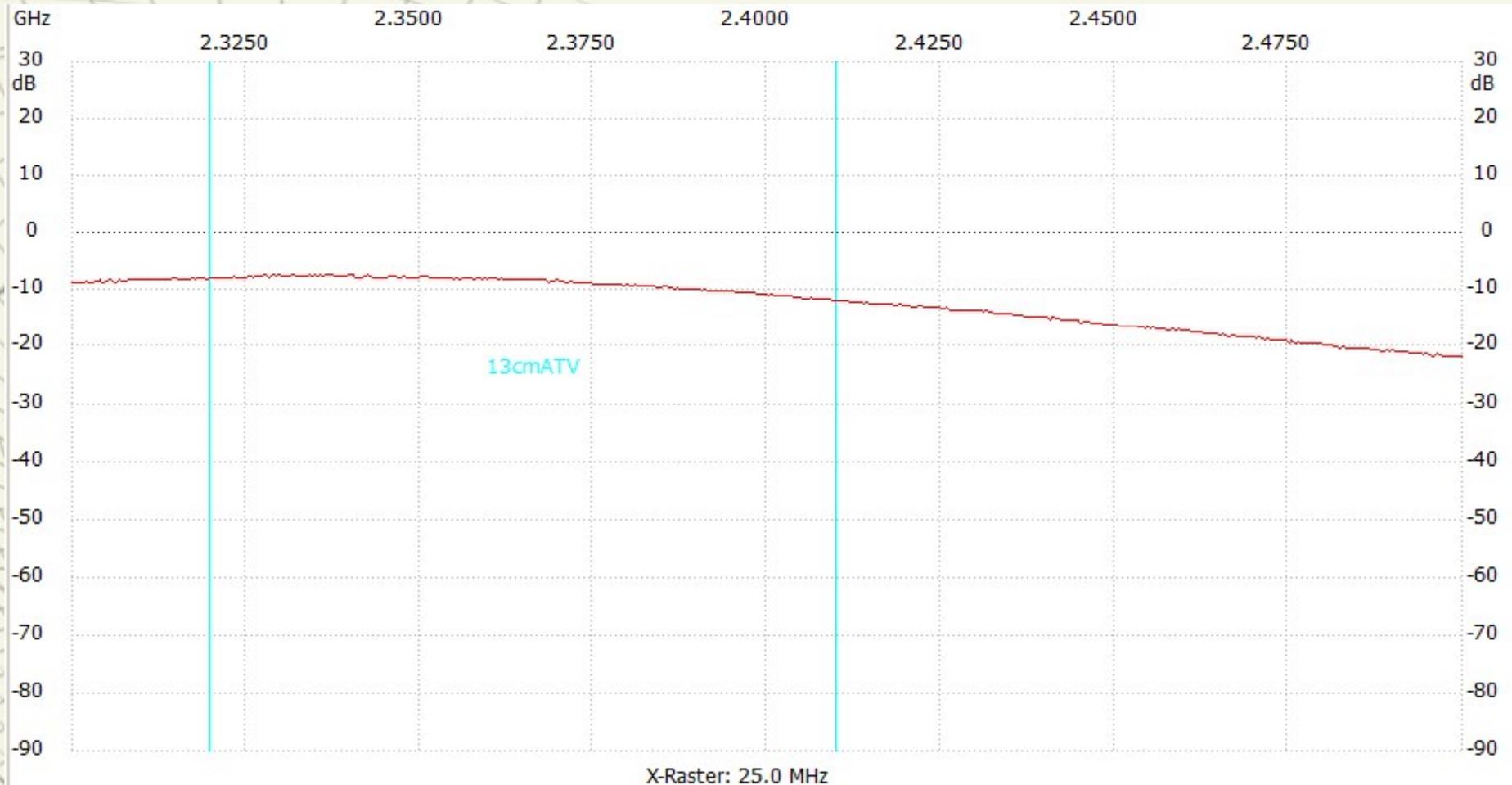
# Abschliessende Messungen



zusammen mit dem SPF5189Z und dem EDUP EP-AB003 kann die PA im 13cm AFU Bereich voll angesteuert werden.

**Achtung:** bei Frequenzen unterhalb von 2300 MHz liefert dieser Aufbau mehr als 150 Watt. Bei diesen Leistungen arbeitet die PA im absoluten Grenzbereich und kann Schaden nehmen, da einzelne Komponenten dafür nicht ausgelegt sind (z.B. der Zirkulator).

# Abschliessende Messungen

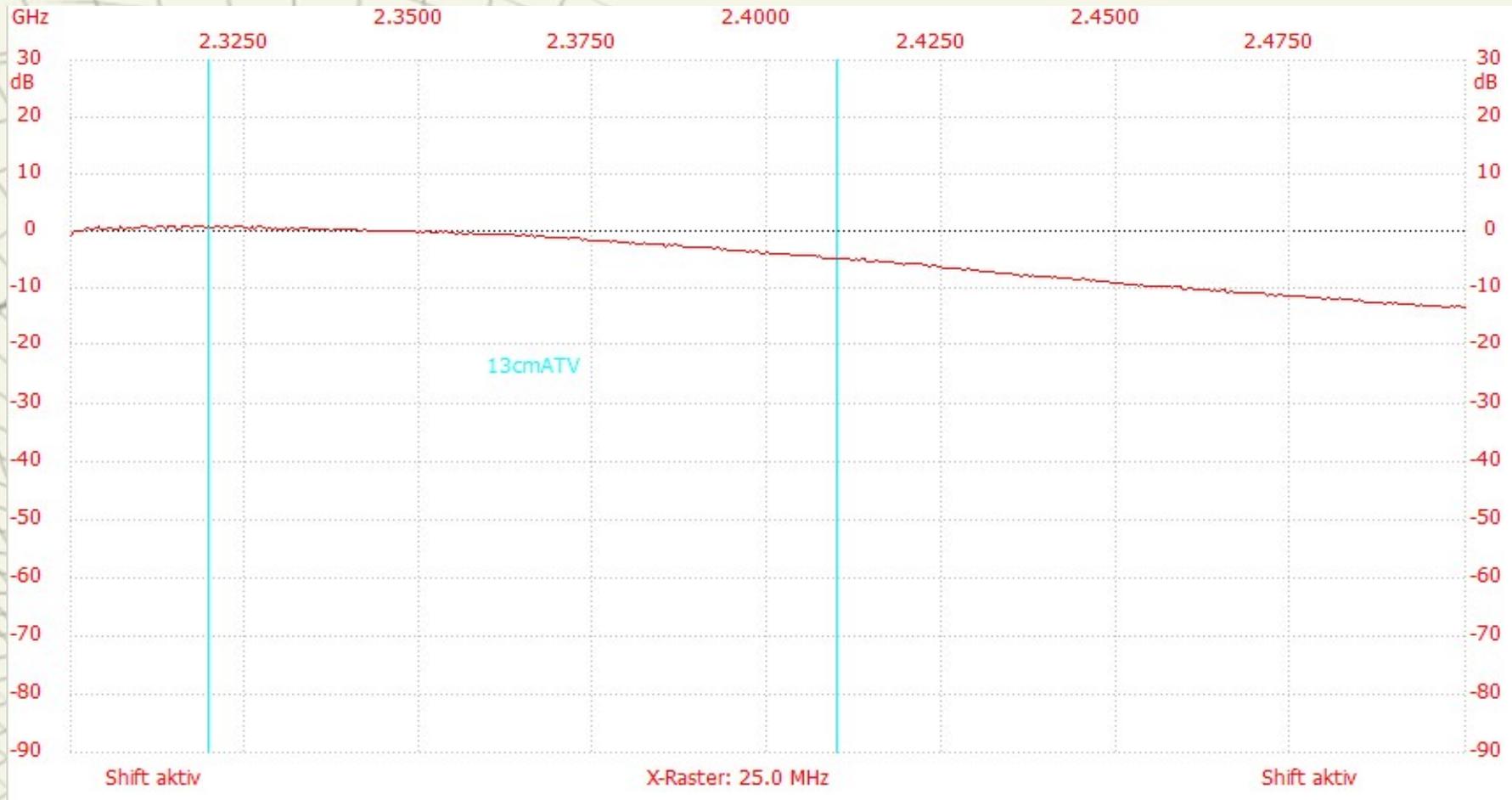


-20 dBm Input

22 dB Treiber

Out (-5 dBm + 50) = 45dBm

# Abschliessende Messungen



-10 dBm Input

22 dB Treiber

Out (2 dBm + 50) = 52dBm

# Abschliessende Messungen

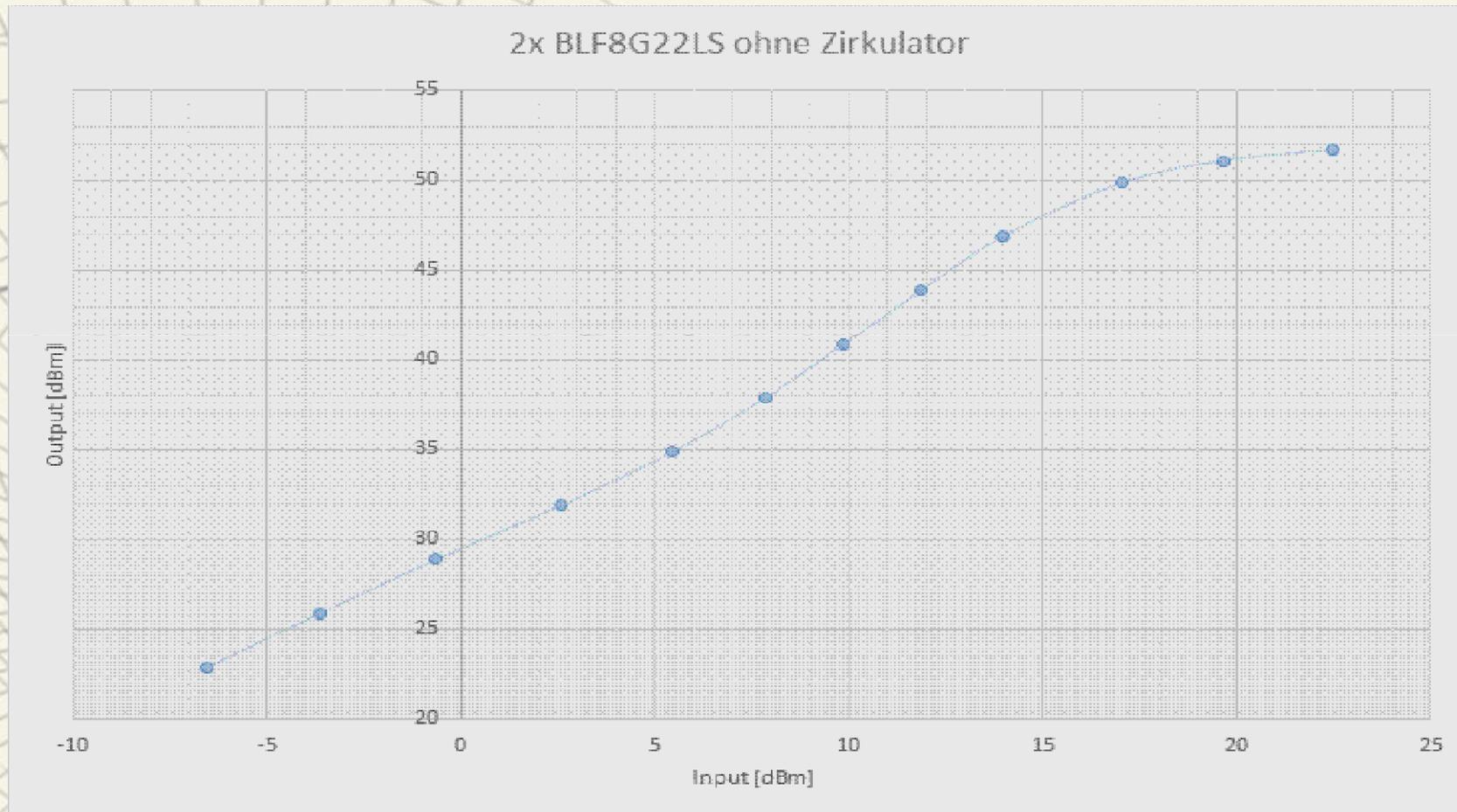
<u>F MHz</u>	<u>in dBm</u>	<u>dBm out</u>	<u>in dBm</u>	<u>dBm out</u>
2300	-20	44	-10	51
2323	-20	45	-10	52
2380	-20	44	-10	50
2400	-20	42	-10	49
2420	-20	40	-10	47

<u>Inp dBm</u>	<u>RF W Out</u>	<u>A</u>	<u>V</u>	<u>DCPWR In</u>	<u>Wirk. %</u>
-10	188	15	19	285	0,66
-20	35	5,8	24	139,2	0,25
-30	5	3,3	24	79,2	0,06
-40	0,5	2,6	24	62,4	0,01

240W Netzteil in der Begrenzung

# Feedback interessierter OM's

Danke an Jürgen DL8SDQ



Bei 50 dBm liegt die Stromaufnahme bei 12,9 A. Der Haupttransistor hat dann ca 8 A und der Hilfstransistor ca. 3,8A  
Bei 51,7 dBm liegt die Stromaufnahme bei 17,7 A. Der Haupttransistor hat dann ca 9,6 A und der Hilfstransistor ca. 6,5A

# Feedback von interessierten OM's

Messung bei 2410 MHz.

hier kann man gut den Einsatz ab 37 dBm des Doherty Transistors sehen.

Danke an Jürgen DL8SDQ



# Danke für euer Interesse.

**Bitte schickt mir eure Erfahrungen mit dieser PA.**

vy73 de DD0YR

[info@dd0yr.de](mailto:info@dd0yr.de)  
[www.dd0yr.de](http://www.dd0yr.de)