

## Kalibriertermin bei DD4OI

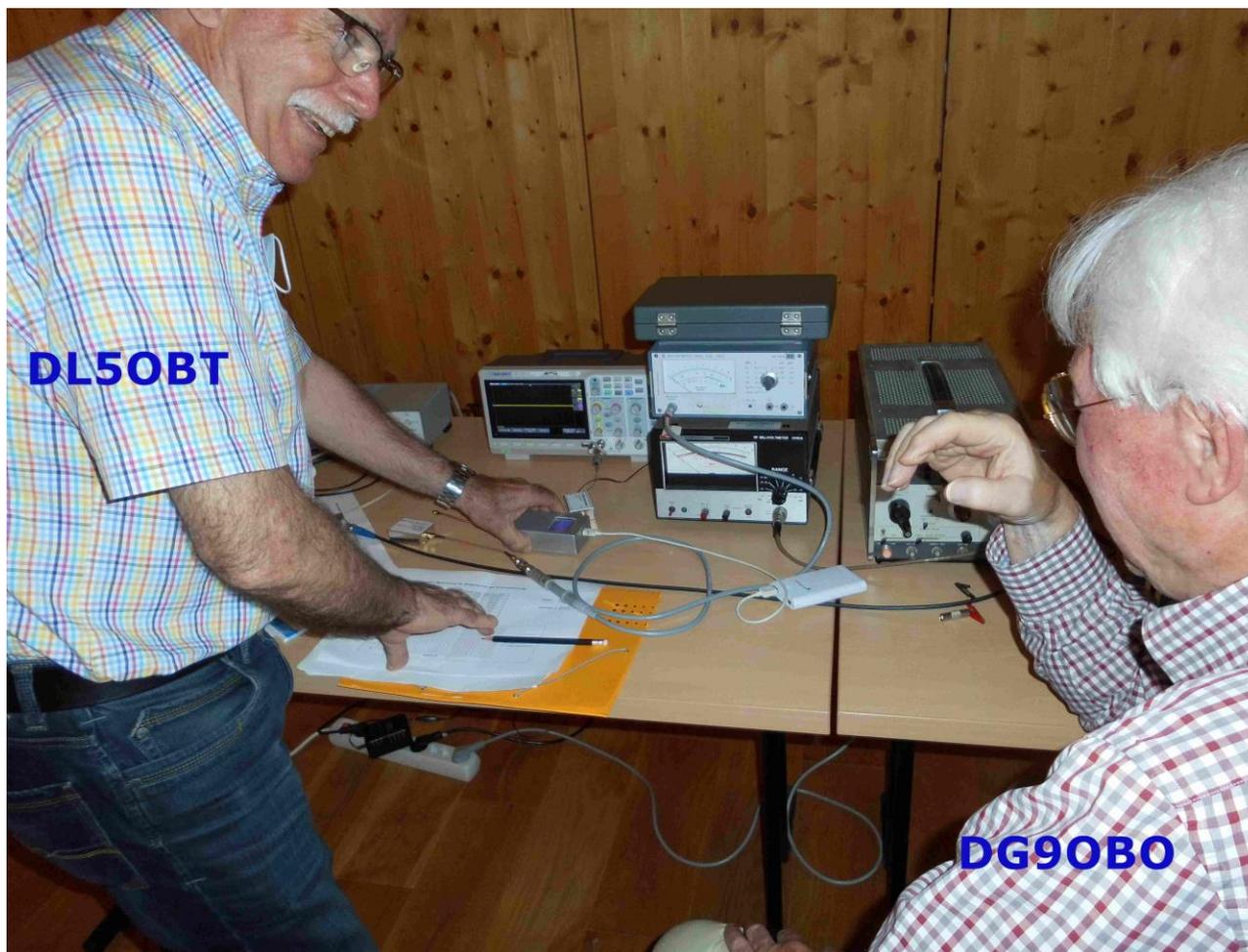
(DL6OAA)

Am 17.08.2020 trafen sich DG9OBO, DL5OBT und DL6OAA bei DD4OI zum Kalibrieren ihrer Millivoltmeter und Null-dBm-Generatoren (AATiS-Bausatz AS600). DD4OI besitzt zuverlässige und hinreichend genaue Instrumente für solche Messungen. Wie sich bei den Messungen an den Millivoltmetern gezeigt hat, muss jedes Gerät individuell gemessen und entsprechend kalibriert werden, wenn eine Messgenauigkeit von einigen Zehntel dB erwartet werden.

Messverfahren: Auf den Eingang der Millivoltmeter werden nacheinander Signale von 0 dBm, -10 dBm... bis -60 dBm eingespeist und dann die entsprechenden Rohwerte (das was der Arduino misst) in eine Excel-Tabelle eingetragen. Aus diesen Werten errechnet Excel dann die Steigung (Slope) und den Y-Achsenabschnitt (Intercept) der Geraden. DL5OBT's Arduino-Sketch liefert dann relativ genaue Werte: Leistung in dBm, Leistung in mW, Effektivspannung an 50 Ohm sowie die Rohwerte.

Dass jedes Gerät individuell kalibriert werden sollte sieht man an den Messdaten - die Messergebnisse der Geräte weichen durchaus voneinander ab.

Es hat Spaß gemacht, sich mal wieder persönlich einer technischen Aufgabe widmen zu können.





DD40I

DG90BO

DL50BT



0 dBm-Generator

1 mW an 50 Ohm

223,61 mV eff

632,46 mV ss

Ausgang 50 Ohm

DG90BO



HF-Quelle

0 dBm, 224 mV an 50 Ohm

3,68640 MHz

Uv > 6,5 V < 13V

DL50BT 07/20; AATiS AS600

Bilder: DL60AA



Was kann man nun mit dem fertigen Gerät anfangen?

- Kalibrierung von HF-Millivolt-Messgeräten und Pegelmessern in Verbindung mit Dämpfungsstellern sowie eine Vielzahl weiterer HF-Messanwendungen
- Überprüfung und Justierung der S-Meter-Anzeige des Empfängers. Eine korrekte S-Anzeige ist unerlässlich zur Bestimmung des externen Grundrauschens eines Empfängers (



### Millivoltmeter: Berechnung der Steigung und des Achsenabschnitts

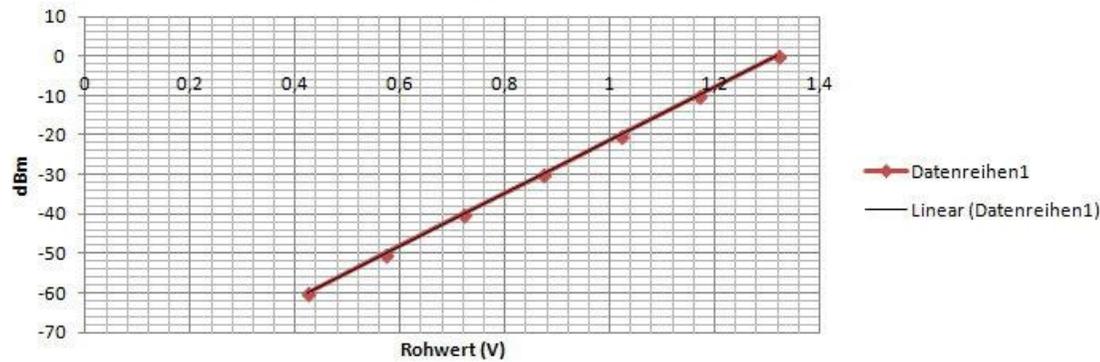
dBm	Rohwert (V)	Anzeige dBm	PWR (mW)	Uss-Soll (mV)
10			10,000000	2000,000
0	1,319		1,000000	632,456
-10	1,168		0,100000	200,000
-20	1,021		0,010000	63,246
-30	0,872		0,001000	20,000
-40	0,719		0,000100	6,235
-50	0,571		0,000010	2,000
-60	0,424		0,000001	0,632

Slope: 66,97      Eintrag Sketch: 0,06697

Intercept: -88,30      -88,30

# DG9OBO

Diagrammtitel



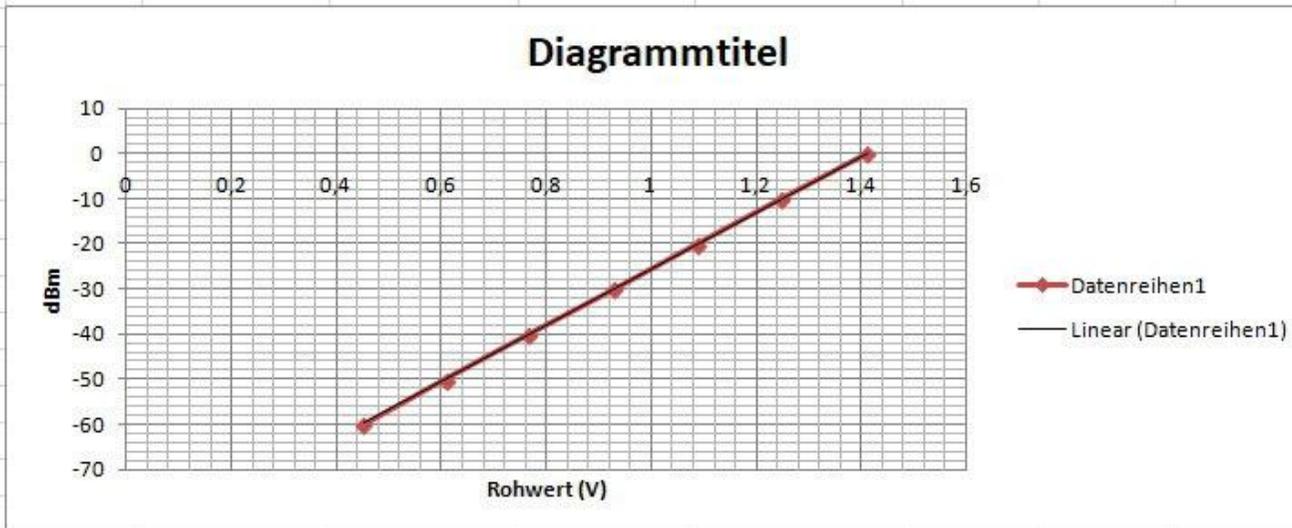
### Millivoltmeter: Berechnung der Steigung und des Achsenabschnitts

dBm	Rohwert (V)	Anzeige dBm	PWR (mW)	Uss-Soll (mV)
10			10,000000	2000,000
0	1,412		1,000000	632,456
-10	1,246		0,100000	200,000
-20	1,089		0,010000	63,246
-30	0,93		0,001000	20,000
-40	0,766		0,000100	6,235
-50	0,608		0,000010	2,000
-60	0,452		0,000001	0,632

	Eintrag Sketch	
Slope:	62,51	0,06251

Intercept:	-88,07	-88,07
------------	--------	--------

# DL50BT



### Millivoltmeter: Berechnung der Steigung und des Achsenabschnitts

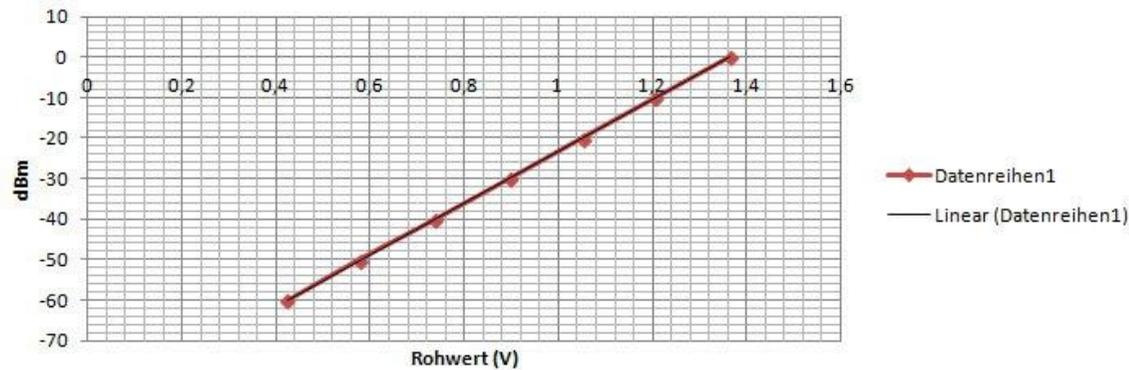
dBm	Rohwert (V)	Anzeige dBm	PWR (mW)	Uss-Soll (mV)
10			10,000000	2000,000
0	1,366		1,000000	632,456
-10	1,206		0,100000	200,000
-20	1,053		0,010000	63,246
-30	0,898		0,001000	20,000
-40	0,737		0,000100	6,235
-50	0,579		0,000010	2,000
-60	0,424		0,000001	0,632

Slope: 63,69      Eintrag Sketch: 0,06369

Intercept: -86,99      -86,99

# DL60AA

Diagrammtitel



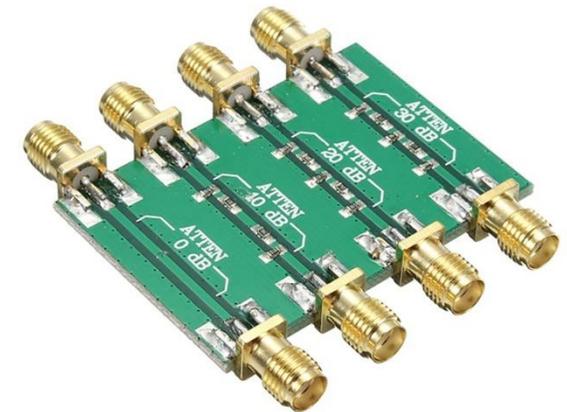
**30.08.2020 DL6OAA:** Habe heute untersucht, ob der 0-dBm-Generator (AATiS-Bausatz AS600) für die Kalibrierung unseres HF-Millivoltmeters tauglich ist.

Vorgehensweise: Mein HF-Millivoltmeter wurde bei DD4OI kalibriert, es ergab sich für die Steigung (Slope) der Wert 63,69 und für den Achsenabschnitt -86,99.

Als Abschwächer habe ich die Abschwächer des FA/Box73 verwendet, die einzelnen Kombinationen wurden mit dem NanoVNA ausgemessen. Als Berechnungsgrundlage wurden die **gemessenen dB-Werte** verwendet.

Dann wurde als HF-Quelle der 0-dBm-Generator mit den entsprechenden Abschwächerstufen angeschlossen. Die Rohdaten, die der Arduino ausgibt, wurden notiert. Aus den Rohwerten wurde die neue Steigung und der Achsenabschnitt für die 0-dBm-Kalibrierung ermittelt ( Slope: 64,65; Interc.: -88,57) und auf den Arduino aufgespielt. Jetzt wurde die Messung mit den neuen Parametern durchgeführt und die neuen dBm-Werte notiert.

Fazit: Man kann den 0-dBm-Generator durchaus als Referenz verwenden, die Abweichungen werden ab -40 dB größer, aber maximal 1dBm.



## Vergleich der HF-Millivoltmeter-Kalibrierung nach DD4OI mit dem 0-dBm-Generator (AATiS AS600)

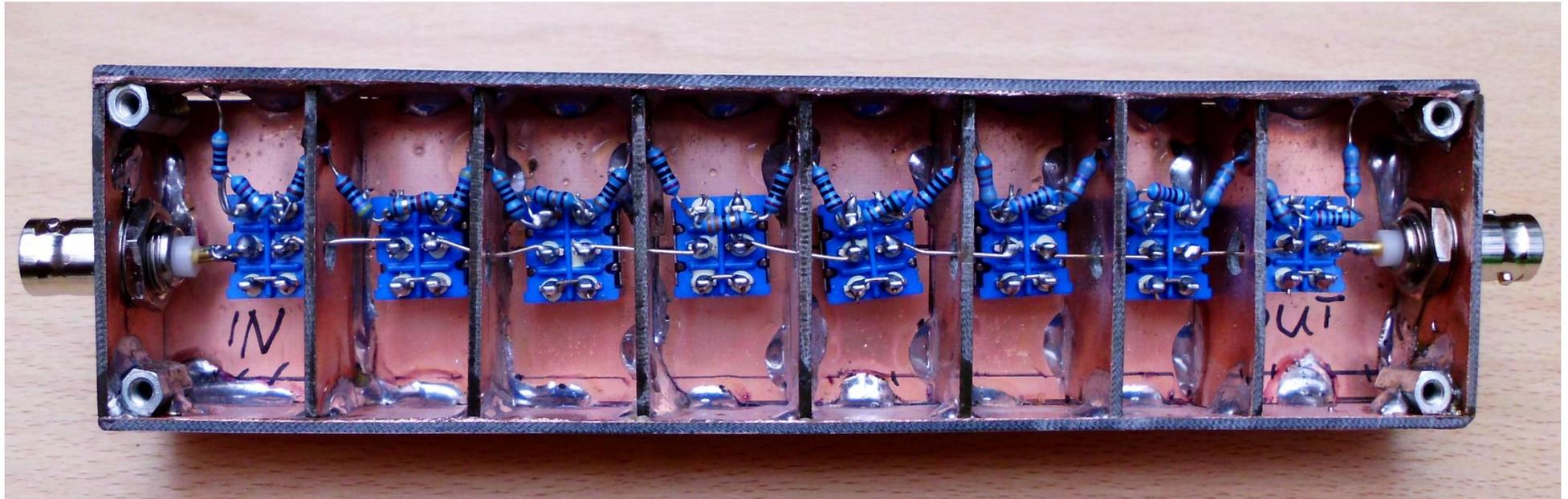
	Slope 63,69 Interc. -86,99		Slope 64,68; Interc. -88,59			
ATT (dB)	ATT gemessen mit NanoVNA	Anzeige dBm	Rohdaten Arduino mV	Anzeige dBm	Abweichung DD4OI-Cal. (dBm)	Abweichung 0-dBm-Cal. (dBm)
0	0	-0,3	1370	0	0,3	0
-10	-9,9	-9,9	1212	-10,3	0	0,4
-20	-19,7	-19,4	1061	-20	-0,3	0,3
-30	-29,37	-29	910	-29,7	-0,37	0,33
-40	-39,4	-39,2	751	-40,1	-0,2	0,7
-50	-49,1	-49	596	-50,1	-0,1	1
-60	-59,2	-58,9	441	-60,1	-0,3	0,9

Slope und Intercept aus Rohdaten errechnet

Dass der 0dBm-Generator durchaus praktikabel und hinreichend genau ist, zeigen auch nachfolgende Messergebnisse von **DL5OBT**:

30.08.2020					
Kennlinie des HF-mW-Meters <b>DL50BT</b>					
Kalibrier-Signalquelle "0dBm-Signalgenerator"					
6-stufiger Abschwächer "Weinschel Attenuator"					
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Skala Abschwächer	Abschw. NanoVNA	Messwert HF-mW-Meter	Messwert Eingang ADC		
<b>dB</b>	<b>dB</b>	<b>dBm</b>	<b>mV</b>	<b>mV/dB</b>	
<b>0</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>1405</b>		
<b>-10</b>	<b>-10,1</b>	<b>-10,2</b>	<b>1242</b>	<b>16,3</b>	
<b>-20</b>	<b>-20,1</b>	<b>-20,1</b>	<b>1083</b>	<b>15,9</b>	
<b>-30</b>	<b>-30,1</b>	<b>-30,1</b>	<b>924</b>	<b>15,9</b>	
<b>-40</b>	<b>-40,0</b>	<b>-40,1</b>	<b>763</b>	<b>16,1</b>	
<b>-50</b>	<b>-50,1</b>	<b>-50,5</b>	<b>598</b>	<b>16,5</b>	
<b>-60</b>	<b>-59,8</b>	<b>-59,8</b>	<b>449</b>	<b>14,9</b>	
				16,1	Mittel
				0,26	Stabw
				1,6	Stabw %
<b>2:</b> Messung des Abschwächers mit dem NanoVNA					
<b>3:</b> 0dBm-Signalgenerator über Abschwäche am HF-mW-Meter					
<b>4:</b> Messspannung des ADC = Ausgang AD8307-Modul					
<b>5:</b> Steilheit des AD8307-Modul					

Weitere Messungen (DL6OAA): Verwendung eines selbst gebauten Step-Attenuators (-81dB) mit dem 0-dBm-Generator:



S21-Gain-Messung mit dem NanoVNA						
Dämpfung (-dB) bei	1,8 MHz	30 MHz	STABW 1,8MHz	STABW 30Mhz	3,5 MHz (0 dBm-Gen)	STABW 3,5 MHz
	-dB	-dB	dB	dB	-dB	dB
<b>0</b>	0,999	0,209	0,706	0,148	<b>0,018</b>	0,013
<b>1</b>	1,024	1,231	0,017	0,163	<b>1,029</b>	0,021
<b>2</b>	1,967	2,165	0,023	0,117	<b>1,977</b>	0,016
<b>3</b>	3,006	3,19	0,004	0,134	<b>3,013</b>	0,009
<b>5</b>	4,94	5,099	0,042	0,070	<b>4,947</b>	0,037
<b>10</b>	10,057	10,194	0,040	0,137	<b>10,062</b>	0,044
<b>20</b>	18,238	18,292	1,246	1,208	<b>18,242</b>	1,243
<b>20</b>	18,246	18,299	1,240	1,203	<b>18,248</b>	1,239
<b>20</b>	18,229	18,292	1,252	1,208	<b>18,221</b>	1,258
<b>1+2+3</b>	5,984	6,176	0,011	0,124	<b>5,99</b>	0,007

Die -20 dB-Dämpfungsstufen sind nicht präzise (-20 dB → -18,2 dB) / -18dB sind hinreichend genau

<b>18</b>	18,238	18,292	0,168	0,206	<b>18,242</b>	<b>0,171</b>
<b>18</b>	18,246	18,299	0,174	0,211	<b>18,248</b>	<b>0,175</b>
<b>18</b>	18,229	18,292	0,162	0,206	<b>18,221</b>	<b>0,156</b>

**Kombinationen 3,5  
MHz**

Soll (dB)	Ist (dB)	Kombination	alternativ	Kombination
0	<b>0,018</b>	0		
-1	<b>-1,029</b>	1		
-2	<b>-1,977</b>	2		
-3	<b>-3,013</b>	3		
-5	<b>-4,947</b>	5	<b>-4,99</b>	3+2
-6	<b>-6,019</b>	1+2+3	-5,976	5+1
-10	<b>-10,062</b>	10		
-20	-20,219	18,2+2	<b>-18,2</b>	18,2
-30	-28,304	18,2+10	<b>-29,214</b>	18+5+3+2+1
-40	-40,532	2x18,1+3	<b>-39,503</b>	2x18+3
-50	<b>-49,565</b>	2x18+10+3		
-60	-59,658	3x18+5	<b>-59,701</b>	3x18+3+2