# NWT4000 PC-Software, erste Schritte, Kalibrierung

Andreas Lindenau DL4JAL

25. September 2020

# Inhaltsverzeichnis

Ers	te Sch	ritte mit	t der PC-Software des NWT4000	
1.1	Power	ON		
	1.1.1	USB-Sc	hnittstelle	
1.2	Starte	en der PC	Software	
	1.2.1	NWT40	000 Typ auswählen	
	1.2.2	HW Fla	ttnes Kalibrierung (nicht für "LTDZ 35-4400MHz")	
	1.2.3	Neue M	esskopfdaten generieren	
		1.2.3.1	Messkopfdaten für S21, Spekturmanalyse und	
			mW-Meter, Gesamter Frequenzbereich	
		1.2.3.2	Messkopfdaten für S21, Spektrumanalyse und	
			mW-Meter, variabler Frequenzbereich	
		1.2.3.3	Für alle Messköpfe S21, Kalibrieren des mW-	
			Meters	
		1.2.3.4	Messkopfdaten für S11 (SWV), Gesamter Fre-	
			quenzbereich	
		1.2.3.5	Messkopfdaten für S11 (SWV), variabler Fre-	
			quenzbereich	
		1.2.3.6	Für alle Messköpfe S11, Kalibrieren (des mW-	
			Meters), Return Loss, SWV	
1.3	Die S	pektruma	nalvse	
	131	Kalibrie	rung der Spektrumanzeige	

## 2 Schlußwort

 $\mathbf{27}$ 

## Kapitel 1

# Erste Schritte mit der PC-Software des NWT4000

## 1.1 PowerON

Nach dem Anstecken des NWT4000 an seine Betriebsspannung wird die Firmware initialisiert. Da ich die Firmware nicht selbst geschrieben habe weiß ich nicht was alles passiert. ich habe aber bei meiner Platine "NWT4000-2pro" festgestellt, dass der ADF4351 initialisiert wird und eine Ausgabefrequenz von etwa 1,0GHz eingestellt wird. An der SMA Buchse "Out" liegt also eine Frequenz von etwa 1,0GHz an. Der Pegel beträgt etwa -4dBm. Das habe ich mit meinem Spektrumanalysator "SIGLENT SSA3021X" gemessen. Das wäre schon mal der erste Test der Hardware, ob sie funktioniert.

## 1.1.1 USB-Schnittstelle

Als nächstes wird die USB-Schnittstelle des NWT4000 mit einem USB-Kabel mit dem PC verbunden. Je nach Betriebssystem können wir kontrollieren ob sich die Schnittstelle an das Betriebssystem anmeldet.

- **BS Linux** Mit dem Befehl im Terminal "demesg -w" können wir "Online" verfolgen was passiert wenn das USB-Kabel angesteckt wird. Bei mir sieht das so aus:
  - usb 1-3: new full-speed USB device number 7 using xhci\_hcd
  - usb 1-3: New USB device found, idVendor=0403, idProduct=6001
  - usb 1-3: New USB device strings: Mfr=1, Product=2, SerialNumber=3
  - usb 1-3: Product: FT232R USB UART
  - usb 1-3: Manufacturer: FTDI
  - usb 1-3: SerialNumber: A506MLJW
  - ftdi\_sio 1-3:1.0: FTDI USB Serial Device converter detected
  - usb 1-3: Detected FT232RL
  - usb 1-3: FTDI USB Serial Device converter now attached to ttyUSB0

Es wird die serielle Schnittstelle "ttyUSB0" erzeugt. Es ist alles OK.

**BS Windows** Unter Windows 10 ist die Kontrolle der Schnittstelle mit dem Gerätemanager auch sehr einfach. "Rechte Maustaste auf Programme" und den "Gerätemanager" auswählen. USB-Kabel angesteckt:

着 Geräte-Manager —	,
<u>D</u> atei Ak <u>t</u> ion <u>A</u> nsicht <u>?</u>	
🗇 🔿   📰   🚺 🖬   💭	
✓	_
🗸 🛱 Anschlüsse (COM & LPT)	
💭 USB Serial Port (COM6)	
> 🐗 Audio, Video und Gamecontroller	
> 🐗 Audioeingänge und -ausgänge	
> 💻 Computer	
> 🛖 Digitale Mediengeräte	
> 📇 Drucker	
> 📇 Druckwarteschlangen	
> 🔐 DVD/CD-ROM-Laufwerke	
> A Eingabegeräte (Human Interface Devices)	
> 🎽 Firmware	
> 🏣 Grafikkarten	
> 📷 IDE ATA/ATAPI-Controller	
> 📇 IEEE 1284.4-kompatible Drucker	
> 🚘 Laufwerke	
🔉 📗 Mäuse und andere Zeigegeräte	
> 🛄 Monitore	
> 🖵 Netzwerkadapter	
> D Prozessoren	
> 📱 Softwaregeräte	
> 📑 Softwarekomponenten	
> 🍇 Speichercontroller	
> ኪ Systemgeräte	
> 🔤 Tastaturen	
> 🏺 USB-Controller	

Der NWT4000 steckt an "COM6".



Ziehen wir das USB-Kabel wieder ab, verschwindet die Schnittstelle "COM6" wieder:

## 1.2 Starten der PC-Software

Zuerst wird von der Internetseite:

Internetseite  $DL4JAL^1$ .

die neuste Software herunter geladen. Nach der Installation starten wir die SW. Die SW beginnt die HW, den NWT4000, an den USB-Schnittstellen zu suchen:

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>www.dl4jal.eu/nwt4x/nwt4000.html





Während der Suche steht in der "Windows-Caption" "HW nicht gefunden".

Der NWT4000 wurde gefunden. Eine entsprechende Info lesen wir in der "Windows-Caption".

## 1.2.1 NWT4000 Typ auswählen

Menü "Einstellung, Setup". In "NWT Auswahl" selektieren wir die entsprechende HW. Danach werden die Frequenzgrenzen entsprechend gesetzt:

SETUPS	8	
HW/Allgemein Color Fonts		
NWT Taktfrequenz (Hz)         100000000         100000000         (Hz) VFO-Frq         NWT Kalibrierfrequenz-Grenzen         21 MHz         untere Grenze         6.2 GHz       obere Grenze	NWT Auswahl NWT4000-1 NWT4000-2 LTDZ 35-4400M NWT6000 NWT no name Wobbeln inaktiv	OK Abbruch
	IV       JUIN H2         HW Flatnes Kalibrierung         ✓       Durchgefuehrt         Wobbeln Zwischenzeit         Sperren         OdB/dBm Linie         ✓       Markieren	

Hier habe ich den NWT6000 ausgewählt. Es werden die Frequenzgrenzen entsprechend der HW gesetzt. Wir bestätigen mit "OK".

## 1.2.2 HW Flatnes Kalibrierung (nicht für "LTDZ 35-4400MHz")

Der Entwickler der Hardware NWT4000/NWT6000 "BG7TBL" hat eine Funktion "HW-Flatnes Kalibrierung" in die Firmware programmiert, die unabhängig von meiner PC-Software arbeitet. BG7TBL beschreibt diese Kalibrierung mit einem speziellen Terminalprogramm, was Hexadezimale Eingaben erlaubt. Ich habe mit die Mühe gemacht und diese spezielle Kalibrierung mit in meine PC-Software aufgenommen. Es ergibt sich folgender Ablauf:



0 🔛	17 🖒	🖉 🗟 🌾 🖻		ý,						
Wobbeln	VFO/mW	Berechnungen I	mpedanzanpa	ssung						
		NWI	4000lin	0	1			SET-Wobb	el	
M Sc	esspunkte: 20 hrittweite: 38.	Flatnes Kaliksi						Start	251.676861	MHz
10 dB		Flatnes Kalibri	erung				- 10 dB	Stop	328.798861	MHz
0 dB		Input und Outp verbinden!	ut mit einem k	loaxkabel			– 0 dB	Steps	2000	
-10 dB		V	/eiter				10 dB	Step	38.561 kHz	
-20 dB							20 dB	Center	290.237861	MHz
-30 dB		NWT4000-	2PRO 35	M-4.4G			30 dB	Span	77.122 MHz	_
-40 dB		BG7TBI	_ 2017-10	)-21			40 dB	Zwischer	nzeit	0 🔅
-50 dB	Short ii	Enter ampl aput and out	ifiler calil out,then	oration	X8F 0X	60.	50 dB	Display Y	Grenzen	
-60 dB							60 dB	min(dB)	-90 ÷	
-70 dB							70 dB	Wobbelka	inal	
-80 dB							80 dB	Messk	. Mk. La	den i
-90 dB	260 MHz	280 MHz	300	MHz	320	MHz	90 dB	S21 35 44	00	
ا 251.67686	1 MHz	270 MHz : Display	90 MHz -Raster: 10 MH	310 Iz	MHz	328.798	B61 MHz			
				Wohh		nlos	Stop	Fra di	B1 dB2	W 4 b

					6	KT.					
Vobbeln	VEO	/mW F	erechnum	🤝 🛄	nedanzanr	assung					
- sevent			-c- comdity	900   AUI	- ann an th	assung				SET-Wol	obel
N	lesspun chrittwe	kte: 2001 ite: 38.561	l kHz	Span: 7 Center: 29	7.122 MH; 0.237861 M	r MHz				Start	251.676861 MHz
					1			_	10 d	B Stop	328.798861 MHz
0 dB									0 dE	3 Steps	2000
0 dB									-10 0	dB Step	38.561 kHz
0 dB									-20 (	iB Center	290.237861 MHz
0 dB										Span	77.122 MHz
o de									40.4	Zwisch	enzeit 0
		Date	enruec	klauf ->	>>>>>	>>>>	>>>>	>>	-40 (	Display	V Grenzen
i0 dB									50 (	IB Display max(dB	10
i0 dB									-60 (	IB min(dB)	-90
'0 dB									-70 (	B Wobbell	kanal
0 dB									-80 (	IB  ✓ Mes	sk. Mk. Laden
10 dB									-90 (	iB 521 35 4	1400
	260	MHz 270	28 MHz	0 MHz	30 MHz	0 MHz	810 MHz	320 M	Hz		



Wichtig ist: Wird diese Funktion gestartet, kann sie nicht per PC-Software unterbrochen werden! Im Notfall kann man den NWT4000 von der Stromversorgung trennen und die PC-Software beenden.

Die "HW Flatnes Kalibrierung" ist gut durchgelaufen und beendet.

#### 1.2.3Neue Messkopfdaten generieren

Damit wir eine Wobbelkurve erzeugen können, müssen wir "Neue Messkopfdaten generieren". Für alle Varianten der Generierung der Messkopfdaten wird der logarithmische Detektor AD8307 im NWT4000 benutzt. Je nach Frequenzbereich oder Verwendung (S21 oder S11) ergeben sich andere mathematische Funktionen des AD8307.

#### 1.2.3.1Messkopfdaten für S21, Spekturmanalyse und mW-Meter, Gesamter Frequenzbereich

Zuerst die Messkopfdaten vom Typ (S21, Spektrumanalyse und mW-Meter) für den gesamten möglichen Frequenzbereich. Folgende Schritte sind notwendig:



Neuer Messkopf (neue Messkopfdaten erzeugen, kalibrieren und abspeichern)



		Netzwerk	tester	-NWT4000-	Linux [/dev/t	tyUSB0-FW:	1.19:NWT40	00-2]		- 2	8	3
<u>D</u> atei <u>E</u> ir	nstellung <u>K</u> urve	en <u>M</u> esskopf	<u>H</u> ilfe									
0	1 19 🕹	6	l 🔁		<b>K</b>							
Wobbeln	VFO/mW	Berechnunge	n In	mpedanzanp	assung							
								SET-Wo	bbel			
	Messpunkte: 200 Schrittweite: 38.	01 561 kHz C	Span: enter: 2	77.122 MHz	1Hz			Start	251.676	861 MH	z	
10 dB -			-		ATT (dB):	8	10 dB	Stop	328.798	861 MH	z	
0 dB -				Kalibriere	n-Einstellung 1		0 dB	Steps	2000			
-10 dB -				Bitte zwiso	hen Messkopf u	ind VFO	10 dB	Step	38.561 k	Hz		
-20 dB -							-20 dB	Cente	r 290.237	861 MH	z	
-30 dB -				Daempiun	igsglied in (dB)		-30 dB	Span	77.122	ИНz		
-40 dB -					Cancel	OK	-40 dB	Zwisch	nenzeit	0	* *	
-50 dB				-			-50 dB	Display	Y Grenzen			
-50 05 -							-50 05	max(dE	3) 10	•		
-60 dB -							-60 dB	min(dB	) -90	•		
-70 dB -							70 dB	Wobbe	lkanal			
-80 dB -							80 dB	✓ Mes	sk. M	. Lader	n i	
-90 dB -	000 000					200	-90 dB	S21 35	4400			
251.6768	260 MHz 2 861 MHz	1 280 M 70 MHz E	VIHZ 2! Display-l	I 300 90 MHz Raster: 10 M	310 MHz I 310 MH Hz	320 MHz z 328.7	798861 MHz					
					Wobbeln	Einzeln	Stop	Frq.	dB1 d	B 2	N ∢	Þ
											- and a	

Ich reduziere den Wert fast immer auf 30dB, weil ich sonst 2 Dämpfungsglieder, 30dB und 10dB, anschrauben muss. Weniger sollte es aber nicht sein, sonst leidet die Messgenauigkeit nach der Kalibrierung darunter.

	Kalibrierfre	equenz	8			
Auswahl der Kalibrierfrequenz						
Vorge VFO(m VFO(m	Vorgegeben ist die Mitte zwischen VFO(min)= 35 MHz VFO(max)= 4400 MHz					
Frequ	enz in (MHz)					
2217,	50000		*			
	<u>C</u> ancel	<u>O</u> K				

An diesem Frequenzpunkt wird die Funktion der Messsteilheit des AD8307 ermittelt. Ich ändere diesen Frequenzvorschlag in eine Frequenz die ich im Pegel nachmessen kann. Ich nehme fast immer 100MHz.

ger naemine	ssen kann. Ien nenne rast minter	10010111
	Kalibrieren-Einstellung 2	8
i	Bitte Ausgang und Messkopf-Eingang verk Kalibrierung fortsetzen!	inden!!
	OK	

Das Dämpfungsglied wird entfernt und Eingang mit Ausgang verbunden. Das sind dann genau 0dB S21. Die Dämpfung des Kabels zwischen Eingang und Ausgang wird mit heraus kalibriert. Nach der Berechnung der Messsteilheit

des AD8307 wird noch der Frequenzgang über den gesamten zu kalibrierenden Frequenzbereich ermittelt. Bezugspunkt ist dabei die Kalibrierfrequenz (bei mir 100MHz) mit Pegel 0dB. Der Frequenzgang über den gesamten Frequenzbereich wird in 2000 Messpunkten in die Datei mit der Endung

,,\*.n4c" abgespeichert.

NWT4000 Sondendatei speichern		8
Look in:     /hd1_1000GB/home/dl4jal/nwt4            ← → ↑		:=
Computer iog_intern1_test.n4m iog_intern1_n4m \$\$11_35MHz_44000MHz.n4m \$\$21_35_4400.n4m \$\$21_35_4400.n4m \$\$21_500MHz_1000MHz.n4m		
File name: S21_ 35MHz_4400MHz.n4m	<u>S</u> ave	
Files of type: NWT4000 Sondendatei (*.n4m)	<u>C</u> ance	4

Als Abschluss werden die generierten Daten abgespeichert. Der Dateiname wird vorgegeben und kann geändert werden. Es werden 2 Dateien

abgespeichert. Einmal die Datei mit der Endung "\*.n4m" und die Datei für den Frequenzgang mit der Endung "\*.n4c".

Die erzeugten Daten können zu jeder Zeit wieder geladen werden.

### 1.2.3.2 Messkopfdaten für S21, Spektrumanalyse und mW-Meter, variabler Frequenzbereich

Für speziellen Messungen zum Beispiel nur im "70cm-Band" ist es möglich spezielle Messkopfdaten zu generieren. Dazu ist der "variable Frequenzbereich" gedacht. Bevor die Kalibierung beginnt, werden noch 2 Grenzfrequenzen abgefragt:

	Kalibrieren des Messkopfes	8
HW NWT4000-2, Messkopf-Auswah	Weiter	
Logarithmischer Messkopf intern Eingebaut ist der IC von Analog De Er dient zum Wobbeln von S21-Kur Zum Beispiel Durchlasskurven von Der Frequenzbereich zum Kalibrier	Abbruch	
	Kalibrierfrequenzen       Auswahl der minimalen Kalibrierfrequenz       Bitte die minimale Frequenz eingeben       Frequenz in (MHz)       300       Cancel	

Kalibrierfrequenzen						
Auswahl der maximalen Kalibrierfrequenz						
Bitte die maximale Frequenz eingeben						
Frequenz in (MH	z)					
500			*			
	<u>C</u> ancel	<u>О</u> К				

In diesem Beispiel werden Messkopfdaten für den Frequenzbereich 300-500MHz erzeugt. Die folgenden Dialoge sind wie im vorherigen Kapitel 1.2.3.1.

### 1.2.3.3 Für alle Messköpfe S21, Kalibrieren des mW-Meters

Neu in der Software ist die extra Kalibrierung des "mW-Meters". Je nach NWT-Hardware liefert der ADC-Wandler im NWT andere Werte bei der direkten ADC-Abfrage als in der Wobbelfunktion. Deshalb habe ich für das mW-Meter eine separate Kalibrieroutine programmiert.



Zuerst schauen wir uns die "Messkopf Info" an. Wir lesen, bei diesem generierte Messkopf beträgt die "Kalibrierfrequenz 100 MHz". Bei dieser Frequenz wurde die *Funktion* (dBm) = ADC-Wert berechnet.

Nun kommen wir zur Kalibrierfunktion des mW-Meters:

- 1. Zuerst zum mW-Meter/VFO wecheln.
- 2. Im Menue "Messkopf, Kalibrieren mW-Meter" auswählen.



3. Im ersten Dialogfenster wird der Pegel eingetragen, den wir an NWT Input anlegen.

Kalibr Sren mW-Meter	8					
Kalibrieren des mW-Meters 1. Einen bekannten HF-Pegel an den Messeingang anlegen. Das kann auch der HF-Ausgang des Netzwerktesters sein. Der Defaultwert von 0dBm wird unten eingeblendet						
2. Im Ablauf der Kalibrieren wird ein genau bekanntes Daempfungsglied eingeschleift. Das Daempfungsglied sollte min. 20dB betragen. Aus diesen beiden Messergebnissen werden die Funktionssteilheit errechnet die anschliessend in der Messsondendatei abgespeichert werden muss.						
Pegel des HF-Generators (dBm):						
0,00	$\overline{\vee}$					
OK Cancel						

Ich habe 100 MHz, Pegel 0dBm von meinem DDS-VFO eingespeist.

4. Mit "OK" bestätigen und das nächste Dialogfenster erscheint. Mit einem Dämpfungsglied mindestens 20dB wird der Pegel für den zweiten Messpunkt abgesenkt.

Kalibrieren 🔉 W-Meter 🛛 🛽 🛽			
Kalibrieren mW-Meter 1. Den Pegel mit einem Daempfungsglied verringern. Das Daempfungsglied sollte min. 20dB betragen.			
	ОК	Cancel	

Ich habe ein Dämpfungsglied von 30dB verwendet. Mit "OK" bestätigen.

5. Zum Abschluss werden die ermittelten Daten festgehalten für die Messungen. Zusätzlich kann man die Kalibrierung speichern.

	Kalibrieren	mW-Meter 🛛 😣
i	Kalibrieren mW-Meter Speichern des Kalibrierergebnis in der Messkopfdatei: /home/dl4jal/nwt6/S21_21MHz_6200MHz.n4m	
	Save	Cancel

Die Kalibrierdaten der mW-Kalibrierung werden zusätzlich mit in dieser Datei abgespeichert.

Ich weiß nicht wie Frequenzlinear der NWT Input Eingang ist.

Werden die Messkopfdaten für das "mW-Meter" genutzt muss man beim NWT4000/6000 folgendes beachten. Es muss immer im VFO, der sich unterhalb des "mW-Meters" befindet, die Messfrequenz eingestellt werden. Der Messeingang des NWT4000 "RF in" arbeitet selektiv mit einer begrenzten Bandbreite. Hier ein Beispiel:



Ich speise an "RF in" 100,0 MHz mit einem Pegel von -30dBm ein. Den VFO habe ich auch genau auf 100,0 MHz eingestellt. Der richtige Pegel wird angezeigt.



Ich speise an "RF in" 100,0 MHz mit einem Pegel von -30dBm ein. Den VFO habe ich um 1 MHz verstellt auf 101,0 MHz eingestellt. Jetzt wird fast kein Pegel mehr angezeigt.

Eine zweite Möglichkeit HF-Pegel zu messen, ist die Verwendung des Wobbelbereiches als Spektrumanalyser.

Die Bandbreite des Einganges "RF in" habe ich mit der "Spektrumanalyser-Funktion" ermitteln:



Ich speise an "RF in" 100,0 MHz mit einem Pegel von -30dBm ein. Um das Spektrum an "RF in" zusehen ist der Wobbelbereich nur 99 MHz bis 101MHz. Marker 2 ist etwa die Empfangsfrequenz des NWT4000 an "RF in". Marker 1 befindet sich genau im Nullpunkt der Doppelkurve. Das ist die Frequenzablage (ZF) des RX-Zuges im NWT4000. Das sind etwa 290kHz Frequenzablage.

Jetzt folgt noch Messung der 3dB Bandbreite des "RF in":



Ich speise an "RF in" 100,0 MHz mit einem Pegel von -30dBm ein. Um nur den rechten Teil der Doppelkurve im Display zu sehen, habe ich hier den Frequenzbereich noch weiter eingeengt. Dadurch kann ich die Bandbreitenfunktionen aktivieren. Wir sehen die Messbandbreite des "RF in" mit etwa 150kHz.



Ist ein Messkopf S21 geladen, lässt sich die dB-Anzeige im Display mit der Checkbox "Spektrumanalyse" in die dBm-Anzeige umschalten. Die Software berechnet bei der Darstellung den richtigen Pegel in dBm.

Die Anzeige der "Spektrumanalyse" muss vorher noch kalibriert werden. Dazu wird der Menüpunkt "Messkopf, dB-Korrektur Spektrumanzeige" benutzt.



Wird hier der Pegel bei 100MHz an NWT Output eingetragen, zeigt die Spektrumanzeige die richtigen dBm-Werte an.



Hier messe ich den Pegel meines DDS-VFOs, 150,0 MHz, Pegel -0,3dBm, nach. Durch die Kalibrierung des Wattmeters zeigt jetzt auch der Spektrumanalyser

den richtigen Pegel an. Zur Umrechnung von "dB" in "dBm" wird der Pegelwert "dB-Korrektur Spektrumanzeige" genommen, Kapitel 1.2.3.3 auf Seite 13.

Die Hardware des NWT4000 ist also so konstruiert, dass der HF-Pegel an "RF in" nicht direkt mit dem AD8307 gemessen wird, sondern sich ein Direktmischempfänger anschließt. Der zweite ADF4351 mit etwa 290kHz Frequenzablage unterhalb ist der Oszillator des Direktmischempfängers. Es schließt sich ein Tiefpass von etwa 300kHz an. Der AD8307 hat nur die 290kHz auszuwerten. Dadurch kann mit einem sehr großen Dynamikbereich gemessen werden und das von 35MHz bis 4,4GHz.

Durch diese HW kann der NWT4000 auch als Spektrumanalyser mit fester Bandbreite von etwa 300kHz benutzt werden. Man muss allerdings die Doppelspitze in Kauf nehmen. Diese Hardwarekonstruktion ist eine gelungene Entwicklung von BG7TBL.

## 1.2.3.4 Messkopfdaten für S11 (SWV), Gesamter Frequenzbereich

Besitzen wir einen Richtkoppler für S11/SWR Messungen der bei hohen Frequenzen noch funktioniert, können wir noch Messkopfdaten für S11-Messungen generieren. Zuerst wieder der gesamte Frequenzbereich. Folgende Schritte sind notwendig:

Kalibrieren des Messkopfes			8	
HW NWT4000-2, Messkopf-Auswahl				
Masskanf C11 Massung, CMA/ Dichtkannlar autorn, Kalibfraguanabaraich fast unm CE			Weiter	
			Abbruch	
Messkopf intern im NWT4000. SV Wird am Messeingang des NWT ei angeschlossen, wird diese Kalibrie wird in diesem Fall nur für S11-Me Der Frequenzbereich zum Kalibrie	VV-Richtkoppler extern. ne externe SWV-Messbrücke rung verwendet. Der Messskopf ssungen, SWV, verwendet. ren wird aus dem SETUP genommen.			
	ATT (dB): 🛛 😣			
	Kalibrieren-Einstellung 1 Bitte zwischen Messkopf und VFO ein Daempfungsglied einschleifen			
	Daempfungsglied in (dB)			
	-30,0			
	<u>C</u> ancel <u>O</u> K			
	NWT4000lin	8		
Kalibrieren S	Kalibrieren SWV-Messkopf			
Bitte Ausgang des SWV-Messkopfes mit Widerstand abschliessen, oder Offen lassen!! Es folgt 1 Kalibrierdurchlauf.				
Offen	100 Ohm 25 Ohm 75 Ohm	Abbruch		
	ATT 30dB oder 20dB	Abschluss 75 Ohm oder 100 Ol oder Offen		

Ich habe jetzt noch auf Wunsch die Kalibrierung der Messkopfdaten mit Messbrücke "OFFEN", dB-Bezugslinie gleich 0dB (SWV= unendlich), hinzu gefügt. Das ist zwar nach meiner Erfahrung etwas ungenau, aber ausreichend. Der Vorteil ist, man braucht keinen Abschlusswiderstand aufbauen mit 75 Ohm, 100 Ohm oder 25 Ohm.

Bevorzugt benutze ich aber in der neuen Software NWT2.0 oder NWT4000 den Richtkopplerabschluss mit 100 Ohm, 25 Ohm oder 75 Ohm. Welche dB-Linien sich bei den verschieden Widerstandswerten ergeben ist in der folgenden kleinen Tabelle sichtbar. Unser gewünschter Messbereich bewegt sich im Bereich SWV 1,0 bis SWV 2,0 (Return Loss von etwa -10dB bis -40dB). Welchen Abschlusswiderstand beim Kalibrieren benutzt wird nuss jeder selbst entscheiden.

Abschlusswiderstand	Rückflussdämpfung	SWV
75  Ohm	-13.979  dB	$1,\!5$
100 Ohm	-9.542  dB	$^{2,0}$
25  Ohm	-9.542  dB	$^{2,0}$
Offen	0  dB	unendlich

Den Wert der Rückflussdämpfung nutzt die SW als ersten Kalibrierpegel. Der zweite Kalibrierpegel wird mit dem Attenuator, der zusätzlich 20dB-30dB einschleift, erzeugt. Somit kann die Messsteilheit des AD8307 ziemlich genau ermittelt werden. Anschließend beginnt der 3. Kalibrierdurchlauf mit der Ermittlung des Frequenzganges. Am Ende folgt wieder das Speichern der erzeugten Kalibrierdaten für den SWV Messkopf. Diese Kalibrierung ist etwas genauer als das Verfahren in der SW zum NWT01.



Die Anschließenden Dialog-Schritte sind wieder selbst erklärend und ähneln denen im Kapitel 1.2.3.1 auf Seite 9.

### 1.2.3.5 Messkopfdaten für S11 (SWV), variabler Frequenzbereich

Auch mit den Messkopfdaten-S11 ist es möglich den Frequenzbereich der Kalibrierung variabel festzulegen. Es kommen als ersten die Abfragen der Frequenz. Alles andere ist genau wie im vorherigen Kapitel:

Kalibrierfrequenzen 🛛 😣			8
Auswahl der minimalen Kalibrierfrequenz			
Bitte die minimale Frequenz eingeben			
Frequenz in (MH	z)		
300			*
	<u>C</u> ancel	<u>O</u> K	
Kalibrierfrequenzen 📀			
Auswahl der maximalen Kalibrierfrequenz			
Bitte die maximale Frequenz eingeben			
Frequenz in (MHz)			
500			- A -   - V -
	<u>C</u> ancel	<u>O</u> K	

Auch hier wieder der gleiche Frequenzbereich wie im Kapitel 1.2.3.2 auf Seite 12.

### 1.2.3.6 Für alle Messköpfe S11, Kalibrieren (des mW-Meters), Return Loss, SWV

Wurde ein Datensatz MMesskopf S11ërzeugt, kann der auch mit einer zusätzlichen Kalibrierung im "mW-Meter-Fenster" zur Anzeige von "Return Loss" und "SWV" benutzt werden.

1. Zuerst NWT Output, **Messbrücke (Offen!!!)** und NWT Input verbinden. Mit OK bestätigen.



Kalibr[ʒren mW-Meter	8	
Kalibrieren des mW-Meters         1. Einen bekannten HF-Pegel an den Messeingang anlegen.         Das kann auch der HF-Ausgang des Netzwerktesters sein.         Der Defaultwert von 0dBm wird unten eingeblendet         .         2. Im Ablauf der Kalibrieren wird ein genau bekanntes Daempfungsglied eingeschleift. Das Daempfungsglied sollte min. 20dB betragen.         Aus diesen beiden Messergebnissen werden die Funktionssteilheit errechnet die anschliessend in der Messsondendatei abgespeichert werden muss.		
Pegel des HF-Generators (dBm):		
0,00	$\neg$	
OK Can	cel	

- In diesem Fall bleibt die Pegeleinstellung auf 0,0 dBm. (Messbrücke Offen ergibt 0dB, rein theoretisch.)
- 2. Anschließend ein zusätzliches Dämpfungsglied einschleifen 30 dB oder wie im Dialog eingestellt. Messbrücke bleibt weiter Offen.

Referenz So Ohm Att 30dB oder 20dB
Kalibrieren 👷 🛇
Kalibrieren mW-Meter 1. Den Pegel mit einem Daempfungsglied verringern. Das Daempfungsglied sollte min. 20dB betragen.
Wert des Daempfungsgliedes (dB):
30,00 OK Cancel

Mit dem Dämpfungsglied ist die Berechnung der Funktion (db) = ADC-Wert möglich. Es wird die Messsteilheit berechnet.

3. Als Abschluss werde die berechneten Konstanten in den Messkopfdaten gespeichert und sofort angewendet. Soll die Kalibrierung auch noch gespeichert werden, ist das folgende Dialogfenster mit "Save" zu bestätigen.



die Kalibrierwerte werden in der angegebenen Datei gespeichert.



S11 Anzeige im mW-Meter. Return Loss und SWV ist zu sehen.

## 1.3 Die Spektrumanalyse

Alle generierten S21-Messkopfe können wir auch für die Spektrumdarstellung des NWT4000/6000 verwenden.

Die Hardware des NWT4000 ist so konstruiert, dass der HF-Pegel an "RF in" nicht direkt mit dem AD8307 gemessen wird, sondern sich ein Direktmischempfänger anschließt. Der zweite ADF4351 mit etwa 290kHz Frequenzablage unterhalb ist der Oszillator des Direktmischempfängers. Es schließt sich ein Tiefpass von etwa 300kHz an. Der AD8307 hat nur die 290kHz auszuwerten. Dadurch kann mit einem sehr großen Dynamikbereich gemessen werden und das von 35MHz bis 4,4GHz. Mit dem NWT6000 ist der Frequenzbereich noch größer, 21 MHz bis 6,2 GHz.

Durch diese HW kann der NWT4000/6000 auch als Spektrumanalyser mit fester Bandbreite von etwa 300kHz benutzt werden. Man muss allerdings die Doppelspitze in Kauf nehmen.

Diese Hardwarekonstruktion ist eine gelungene Entwicklung von BG7TBL. Wie auf Spektrumanalyse umgeschaltet wird und kalibriert wird, erwähne ich im Kapitel 1.2.3.3 auf Seite 16 und folgende Seiten. Im nächsten Kapitel behandle ich die Kalibrierung noch ausführlicher.

### 1.3.1 Kalibrierung der Spektrumanzeige

Für eine richtige Anzeige der dBm-Werte ist auch noch eine Anpassung erforderlich. Dazu habe ich den Menüpunkt *"Messkopf, dB-Korrektur Spektrumanzeige"* implementiert.



Ich habe ein Signal von -10dBm an NWT Input angelegt. Da bei Kalibrieren des S21 Messkopfes keine absoluten Pegel verwendet werden, verschiebt sich die dB-Anzeige. Für eine richtige Anzeige in dBm müssen wir der Software den dBm-Output-Pegel des NWT mitteilen.



Die Frequenz wo kalibriert wurde, ist in der Messkopf-Info ersichtlich.



Im Menü $dB\text{-}Korrektur\ Spektrumanzeige\ wird der dBm-Pegel bei der Kalibrierfrequenz eingetragen.$ 

NWT Output Pegel (dBm): 🛛 😣		
Kalibrieren der Spektrumanzeige Dazu muss der genaue Pegel bei der Kalibrierfrequenz 100 MHz am NWT Output gemessen werden.		
Pegel in (dBm)		
1,70 A		
	OK	Cancel

Im Menü $dB\text{-}Korrektur\ Spektrumanzeige}$  wird der d B<br/>m-Pegel bei der Kalibrierfrequenz eingetragen.



Nach dem Umschalten auf Spektrumanzeige unten rechts, wird der Pegel richtig angezeigt. Hier bei der Frequenz 120 MHz, Pegel -10 dBm. Anzeige -9,26 dBm.

Jetzt zeigt die Spektrumanzeige den richtigen Pegel an.

# Kapitel 2

# Schlußwort

Ich wünsche viel Erfolg beim benutzen der NWT4000-Software vy 73 Andreas DL4JAL

 $\boxtimes$  DL4JAL@t-online.de