# DG8SAQ VECTOR NETWORK ANALYZER VNWA HILFE

Vielen Dank an Manfred Zillmer DG3OK für diese deutsche Übersetzung!
Verzichterklärung, Korrekturen und Anregungen bitte an support@SDR-Kits.net

Dieses Help-File bezieht sich auf die Hardware **VNWA2** mit der Firmware-Version 4.15 und **VNWA3/VNWA3E** mit der Firmware-Version **5.22**und VNWA Softwareversion **36.7.6**

## Disclaimer

Die VNWA Software ist eine experimentelle Software, die für Bildungszwecken und auf Experimentatoren gezielt ist, z.B. Funkamateure.
**Ich werde keine Verantwortung für Schäden übernehmen, die sich aus seinem Gebrauch ergeben können.**

Die VNWA Software ist noch in der Beta-Version. Das bedeutet, dass sie Programmfehler enthalten kann und Änderungen unterworfen ist. Wenn Sie Programmfehler finden, melden Sie sie bitte.
**Anmerkung:** Auch Dateiformate sind Änderungen unterworfen, **versuchen Sie nicht, ältere Kalibrierungs-dateien und Ini-Dateien auf neuere Softwareversionen zu verwenden!**

### My home page

http://www.dg8saq.darc.de/

### SDR-Kits home page

http://www.sdr-kits.net/

### VNWA Web Forum

Stellen Sie Fragen und Vorschläge bezüglich dieser Software und der zusammenhängenden Hardware im VNWA, an das Forum.

http://groups.yahoo.com/group/VNWA/

### E-Mail

dg8saq@darc.de

Lesen Sie bitte die Hilfedatei sorgfältig durch und stellen Sie Fragen das Yahoo VNWA Forum, bevor Sie mich kontaktieren.

Diese Hilfedatei und ihre Inhalte sind Eigentum von Tom Baier, DG8SAQ. Alle Rechte vorbehalten.

01.05.2018
Tom Baier DG8SAQ

Deutsche Übersetzung: Manfred Zillmer DG3OK, 02.05.2018

**Prerequesites**

**Prerequesites**







Diese Software wurde ursprünglich geschrieben, um ein **DG8SAQ Vektor-Netzwerk Analysator (VNWA)** mittels eines Standard PC zu kontrollieren, welcher mit Microsoft **Windows2000 ®** oder **Windows XP ®** läuft**,** über den **Paralleldrucker-Anschluss (LPT)**.
Neue Software unterstützt das **DG8SAQ USB_VNWA Interface** und **Windows-Vista / Windows 7/Windows 8 /Windows 10** 32 Bit und 64 Bit. Speziellen dank an Guido PE1NNZs, für das zur Verfügung stellen des WinUSB 64-Bit-Treiberinterfaces!
Schade, dass es noch nicht möglich ist, diese Software für Linux oder MacOS zu kompilieren, weil ich reichlichen Gebrauch von Windows-Funktionen gemacht habe.

Jedoch habe ich es geschafft, die Software in Linux unter einer Standard-Wine-Installation (nur x86-Prozessoren!) so zu betreiben, dass es den VNWA2 / 3 / 3E über die USB-Schnittstelle steuern kann. Das Linux-Installationspaket inklusive Installationsanweisungen kann gefunden werden im Linux-Unterordner des Installationsverzeichnisses. Um darauf zuzugreifen, müssen Sie den VNWA Windows-Installer ausführen unter Wine. Installation des Treibers und Zertifikats auslassen.
Danke an Michael Hartje DK5HH, der mir geholfen hat, mit Linux und umfangreichen Tests loszulegen.

Die Software kann auch einen N2PK VNA über LPT oder über die USB-Schnittstelle von Dave Roberts G8KBB kontrollieren. Dank Pauls Kiciak N2PK, Ivan Makarov VE3iVM, Andreas Zimmermann DH7AZ, Eric Hecker, Dave Roberts G8KBB und Roderick Wand VK3YC, die diesen Teil des Projektes unterstützten. Siehe hier, wie man N2PK Support aktiviert.

Auch Dank an alle Beta-Prüfer und Benutzer, die wertvolles Feed-Back zur Verfügung gestellt haben, um die Software und den Help-file zu optimieren.

Die Software kann auch ohne Hardwareanschluss ausgeführt werden, für die Datenanzeige und Analyse-Zwecke. Wenn kein VNWA angeschlossen ist, wähle das LPT-Interface aus, weil sonst eine Warnung (kein VNWA erkannt) an jedem Programm-Anfang ausgegeben wird.

**Softwarevoraussetzungen:**
-Windows2000, WindowsXP, Windows-Vista, Windows7 oder Windows 8, alternativ eine Wine-Installation, die Windows in Linux emuliert, siehe oben.

**Hardwareanforderungen:**
-ein Standard-PC. Speicher ist kein Problem, rechenbetonte Leistung ist kein mehr ein Problem mehr, seit dem die Software optimiert ist auf die CPU-Auslastung. Die Software ist getestet worden, um richtig auf einem 233-MHz-PII im LPT-Mode und USB-USB zu laufen (mit der USB1.0-Schnittstelle!).
Wenn dennoch eine 100-%-CPU-Auslastung eintritt, während des Sweeping, ist Ihr Rechner zu langsam, oder Ihre Einstellungen sind unpassend. Versuchen Sie, in diesem Fall die CPU-Auslastung zu reduzieren.
- ein Sound Capture Device mit Stereo-line-input, das auch extern über USB angeschlossen werden kann (integriert in DG8SAQ VNWA_USB Interface bereits).
-eine Paralleldrucker-Anschlussschnittstelle oder der DG8SAQ USB_VNWA Schnittstelle (bereits integriert im VNWA3).

***Beachten Sie: Ein USB zu LPT Adapter wird wegen kritischen timings nicht arbeiten! Der DG8SAQ USB_VNWA Schnittstelle übernimmt alle Timing-Aufgaben vom PC.***

## Overview

### Features of the VNWA2.* hardware in combination with the VNWA software

- Überstreicht von unterhalb 1 kHz bis 500 MHz mit einer Messdynamik von 90dB, nutzbare Leistung von bis zu 1.3 GHz mit reduzierter Genauigkeit.

- Vektor Netzwerkanalysator Modus und Spektrumanalysator-Modus

- Möglichkeit zum Messen von Frequenz-Konvertern und Mischern im Spektrumanalysator-Modus

- Geringer Stromverbrauch erlaubt die Stromversorgung aus einem USB-Anschluss.

- 2 Port S-Parameter S11, S12, S21 & S22, VSWR

- 3 Port S-Parameter und Differential / Common Mode Device Analysis

- Komponenten Messungen: Widerstand, Eingangs-Kapazität, Induktivitat & Gütefaktor (Q)

- Zeitbereichsreflektometrie (Time Domain Reflectometry) & Gating im Zeitbereich + FFT

- Lineare, logarithmische und gelistete Sweeps

- Matching Tool und Complex Calculator

- Crystal Analyzer Tool zum extrahieren von äquivalenten Stromkreisparametern

- Benutzerdefinierten S-Parameter Calculus

- Optionales S-Parameter-Testset

- Optionales USB-Interface erlaubt den Betrieb des VNWA mit einer einzelnen (USB) Kabelverbindung zum PC für höchste Mobilität.

## VNWA Hardware

Zu Zeit, sind die folgenden verschiedenen Versionen von DG8SAQ VNWAs im Gebrauch:

**VNWA2 mit der LPT-Schnittstelle**
**VNWA2 mit der USB-Schnittstelle**
**VNWA3**
**VNWA3E = VNWA3 mit der Erweiterungskarte**

Alle Varianten teilen dasselbe Design und Funktionsprinzip und so dieselben technischen Daten:

### Technical Data

**- Unidirektionaler Vector-Netzwerk-Analysator für Reflektions- und Transmissionsmessungen mit integrierter Reflektionsmessbrücke**

**- Frequenzbereich <1 kHz...>1.3 GHz mit Übertakten 1)**

**- DynamischerBereich 1 kHz...500 MHz bis zu 90 dB, 500 MHz...1.3 GHz bis zu 60 dB 2)**

**- Maximal erlaubter externer HF Eingangspegel an TX-Out und RX-In Ports: 0 dBm (0.225V RMS) 3)**

**- Maximal erlaubter externer DC Eingangspegel an TX-Out und RX-In Ports: +/-0.225V 4)**

**- Spannungsversorgung: 4.5...5.5V DC @500mA max, versorgt durch eine USB Schnittstelle mit eigener Spannungsversorgung.**

**- Abmessungen: Beite 10,4 cm, Tiefe 8,0 cm, Höhe 4,6 cm, Gewicht 0,2 kg**

**- TX-Out max HF Output vom Signalgenerator -17dBm an 50 Ohms @ 1MHz , abfallend bei höheren Frequenzen**

1), Anmerkung: Takt-Vervielfachen bis zu 20x führt **zu drastischem Übertakten der DDS-Chips mit bis zu 720 MHz** Taktrate. Das ist außerhalb der Spezifikation des DDS, die den maximalen 400-MHz-Kerntakt erlaubt. Dennoch, werden die DDS-Chips gerade handwarm, wenn Sie übertaktet werden, und wir haben keinen einzelnen Fehler gesehen, bei Hunderten von versandten VNWAs.

2)Die Werte gelten für die langsamste Sweep-Rate von 100ms/Frequenz-Punkt. Hohe Genauigkeitsergebnisse können nur bis 500 MHz erwartet werden, weil das die Spezifizierungsgrenze der verwendeten Mixer ist. Außerdem zeigen die DDSes-Erhöhung Spuren außer 500 MHz.

3) Wir haben mit bis zu 7 dBm Eingangspegel bei verschiedenen Frequenzen ohne Misserfolg geprüft.

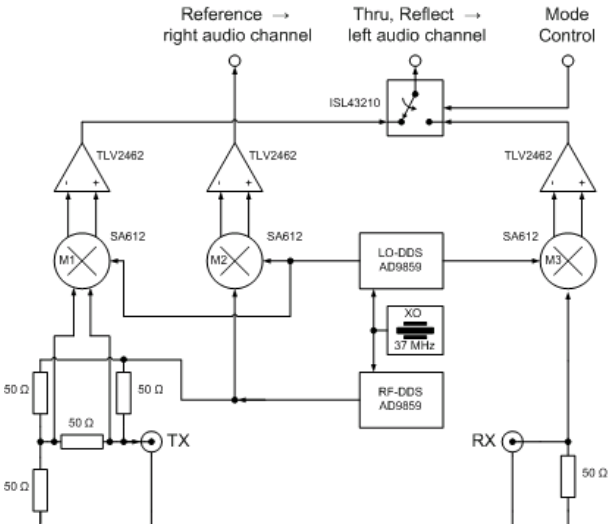
4) Bei zu viel Gleichstrom würden die Brücken-Widerstände verbrennen. Alle Halbleiter sind AC-gekoppelt.

### History

Der VNWA wurde von Paul Kiciac's N2PK VNA inspiriert, welcher im Oktober 2004 im RADCOM veröffentlicht wurde. Im Gegensatz zu Pauls Ansatz einer direkten Umwandlung, habe ich beschlossen, stattdessen den Weg mit einer niedrigen ZF zugehen, weil ich, von Anfang an, eine PC-Sound-Karte für die Signalverarbeitung verwenden wollte.
Ein Design, ähnlich wie meins, aber ohne Soundkarte, wurde von Jan Vandewege 2005 veröffentlicht: Ein Java-fähiger low cost HF- Vector-Netzwerkanalysator,
De Mulder, B. Van Renterghem, K. De Backer, E. Suanet, P. Vandewege, J. IMEC/Intec, Univ. Gent , Belgien. Dieses Papier erschien in IEEE-NEWCAS Conference, 2005, dritte internationale Ausgabe, Datum 19-22. Juni 2005.
Ich veröffentlichte schließlich mein Design in einer öffentlichen Präsentation und auf meiner Web-Seite im Juli 2006. Die originale Präsentation kann immer noch auf http://sdr-kits.net/DG8SAQ/VNWA/VNWA.pdf eingesehen werden.
Im August 2006 veröffentlichte ich den VNWA in dem DARC CQ-DL Magazin und in dem ARRL QEX Magazin. Der Artikel erschien 2007 „Vektorieller Netzwerkanalyser mit minimalem Hardwareaufwand", CQ-DL, Bände 3,4,5 / 2007. „Low Budget Vector Network Analyzer from AF to UHF",QEX Mar/Apr 2007.
Weitere Artikel folgten in den Jahren 2007 und 2009:
" A Small, Simple, USB-Powered Vector Network Analyzer Covering 1 KHz to 1.3 GHz" QEX 1/2009.
" A Simple S-Parameter Test Set for the VNWA2 Vector Network Analyzer",QEX 5/2009.

## Functional Principle

### Function of the VNWA




Das obere Schema zeigt das grundsätzliche Design des neuen VNWA. Es besteht aus zwei digital abstimmbaren Direkt Digital Synthesizer (DDS) Oszillatoren, die durch zwei schnelle Analog Device AD9859 Chips realisiert werden. Die Takterzeugung konnte auf einfache Weise realisiert werden, weil die AD9859s einen On-Chip Clock Multiplier-PLL-Schaltkreis enthalten. Beide DDSs werden von einem und demselben Quarzoszillator getaktet, der ungefähr 36 MHz liefert. Die genaue Quarzfrequenz ist von keiner Wichtigkeit, weil sie in der VNWA Software berechnet werden kann. Es ist entscheidend, dass die zwei Kerne des DDS mit VERSCHIEDENEN Frequenzen getaktet werden, wenn man Antialiasing-Filter weglassen und von Alias-Frequenzen höherer Ordnung Gebrauch machen will. Das wird hier einfach durch das Setzen der Taktvervielfacher, der zwei Chips des DDS, auf zwei verschiedenen Werten, erreicht, z.B. 20 und 19, die zu Taktgeberfrequenzen von 703 MHz und beziehungsweise 740 MHz führen. Anmerkung, dass in diesem Frequenzschema, die DDSs gut arbeiten, weit über ihre Spezifizierungsgrenzen von maximal 400-MHz-Taktrate. Es ist ganz Bemerkenswert, dass alle geprüften DDS-Chips (viele Hunderte bis jetzt), gut arbeiten, ohne, unter diesen Bedingungen, heiß zu werden. Das ist ein sehr experimenteller Ansatz, aber das Ziehen der DDS-Takt-Frequenz bedeutet, den grundsätzlich verwendbaren Frequenzbereich des VNWA zu ziehen, der sich auf 600 MHz, unter ausgewählte Betriebsbedingungen, beläuft.
Das Messsignal wird mit dem RF-DDS erzeugt und gelangt über die 50-Ohm-Messbrücke zur Ausgangsbuchse Tx. Das Ausgangssignal der symmetrischen Brücke wird in die symmetrischen Eingänge eines Gilbert Zellen-Mischer M1 (SMD Type SA612) gespeist, gefolgt von einem Operationsverstärker.
Das Verstärker-Ausgangssignal wird durch einen CMOS-Schalter, zum linken Kanal 1) des PC-Soundkarten-Linie-In geführt. Der CMOS Schalter multiplext dieses reflektierte Signal mit dem Durchgangsmesssignal vom Mixer M3 und seinem nachfolgenden Verstärker. Das Multiplexen (simultane Umschalten), ist notwendig, weil Standardsoundkarten nur einen Stereo-Linie-In Kanal haben, der nur zwei Signale gleichzeitig aufnehmen kann 2). Aber ein drittes Signal, das Referenzsignal, ist erforderlich, die Phasen-Information zu erhalten. Das Referenz-signal wird erhalten, durch mischen der LO - und RF-DDS-Signale in M2 und Verstärkung der Ausgangssignale mit dem nachfolgenden Operationsverstärker. Es wird dann in den rechten Kanal 1) des Soundkarten-Linie-In gespeist. Beachten Sie, dass der VNWA mit einer ZF, von ungefähr 1 KHz... 12 KHz, arbeitet. Die Soundkarte wird verwendet, als ZF- Verstärker, der PC arbeitet als digitaler ZF-Filter.
Wenn ein Device unter dem Test (DUT) mit zwei Anschlüssen zwischen den TX- und den RX-Anschlüssen des VNWA platziert ist, können seine Streu- Parameter S11 und S21 aus den drei Messsignalen abgeleitet werden (Thru, Reflect, Reference). Nach manuellem Umdrehen des Device 3), können auch S12 und S22 gemessen werden.

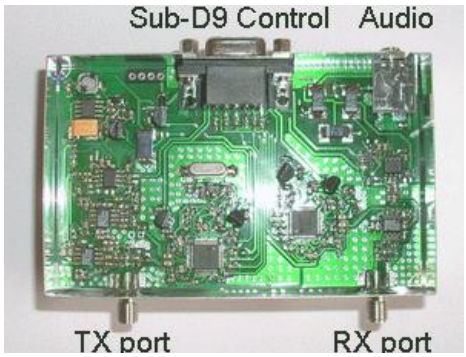
1) Für die verschiedenen VNWA Versionen können die Audiokanal-Zuordnungen umgedreht werden.

2) Die VNWA Software kann gleichzeitig zwei Sound-Devices bedienen, so dass der Umschalter weggelassen werden kann, wenn zwei Sound-Karten verwendet werden. Thru und Reflect können, in diesem Fall, gleichzeitig gemessen werden.

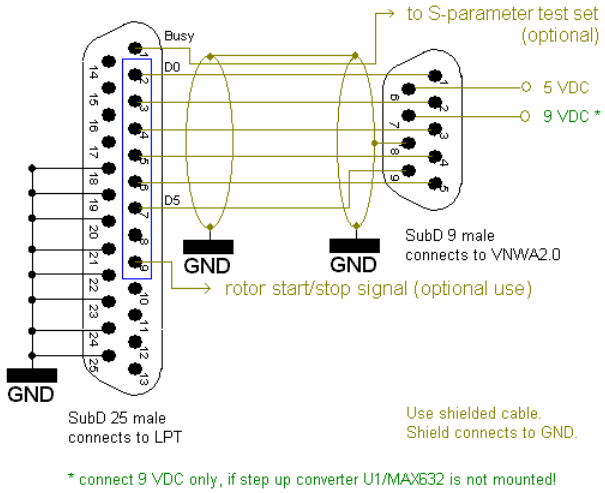
3) oder durch benutzen eines automatischen S-Parameter-Test.Sets

## VNWA2 LPT Interface

### Connecting the VNWA with the PC using the LPT interface




Wie Sie links sehen können, hat das **VNWA2.* Board** vier Anschlüsse. An der Vorderseite die SMA-Buchsen TX Port und RX-Port sind die Test-Ports (Tore), für den Anschluss das Testobjekt oder DUT (Gerät unter dem Test). Die hinteren Anschlüsse sind die Schnittstelle des VNWA zum PC-LPT Port (oder zum USB-Interface-Board). Der Audio-Anschluss ist eine Standard-3.5-mm-Buchse. Verwenden Sie ein Standard-Audiokabel, um den Audio-anschluss des VNWA an den **Stereo-Linie-In** der Sound-Karte Ihres PCs, anzuschließen. **Der Mikrofon Input ist mono und wird so nicht arbeiten!** Die Sub-D9-Buchse trägt beide Kontrollleitungen, sowie die Spannungs-versorgungsleitungen. Das Verbindungsschema zum Parallel-Port-Interface des PCs (LPT) , sieht folgender-maßen aus:



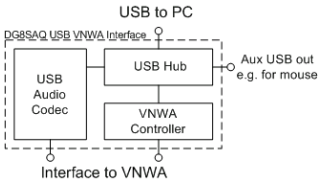

Das obere Schema zeigt die Kabelverbindung, des PC-Parallelports (LPT), mit der VNWA Sub-D9-Buchse. **Schließen Sie nicht die 9V DC-Spannung an, wenn Sie den Aufwärtsregler MAX632 auf dem VNWA Board eingesetzt haben.** Wenn Sie ihn **nicht** eingesetzt haben, müssen Sie zwei Netzspannungen, 5V DC und 9V DC, zur Verfügung stellen.
Wenn Sie den VNWA von USB-Port betreiben wollen, müssen Sie den Aufwärtsregler eingesetzt haben, und Sie müssen ein zusätzliches Kabel an die Sub-D9 Buchse anschließen, mit einem USB-Stecker auf dem anderen Ende.
**Hinweis:** In meinem Instrument leite ich die Spannungsversorgung durch das parallele Anschlusskabel um und führe das USB-Stromkabel aus dem Sub-D25 LPT-Verbinder. Das lässt sowohl den LPT Stecker als auch den USB-Stecker an beiden Enden am PC und es geht nur ein Kabel ab, das zum VNWA (abgesehen vom Audiokabel).

**Hinweis:** Im LPT-Modus, gibt die Software ein **high Level** auf dem LPT-Anschluss D7 beim Sweep-Anfang aus, und einen **low Level** beim Sweep-Ende. Dieses Signal ist nützlich, um einen Antenne-Rotor zu starten und zu stoppen, um eine Antenne-Strahlungsdiagramm-Messung durchzuführen.

**Anmerkung :** Ich habe äußerst langsame Signalanstiegszeiten auf einer neuen PCI LPT Schnittstellenkarten beobachtet. Das ist ein Problem, den VNWA zu steuern. Wenn Sie auf eine unzuverlässige Kommunikation zwischen PC und VNWA, im LPT Modus, beobachten, brauchen Sie einen Signalkonditionierer, der die Digitalimpulse schärft.

## VNWA2 USB Interface

### Functionality of the DG8SAQ USB_VNWA Interface




Das linke Schema zeigt das grundsätzliche Design des DG8SAQ VNWA USB-Interface. Es stellt die Verbindung zum Host-PC her, mit einem einzelnen USB-Kabel und führt sowohl die Kontrolle, als auch die Datenerfassung durch. Zur gleichen Zeit stellt es die Strom-Versorgung her, für das VNWA vom PC, über das USB-Kabel.

Das USB-Signal des Host- PCs wird in den USB Hub gespeist, der 3 USB-Schnittstellen zur Verfügung stellt. Einer von ihnen wird verwendet, um den on-Board-USB-Sound-Codec an zu schließen, welche die VNWA Audiosignale erfasst. Das zweite USB-Hub-Interface schließt den VNWA Kontroller an, ein Mikrokontroller, der für das Sweep-Timing und die DDS-Kontrolle sorgt, damit der Host PC von einer Menge von Echtzeit-Aktionen entlastet wird, wie den LPT.Mode. Das dritte USB-Hub-Interface ist nicht erforderlich und somit verfügbar für benutzerdefinierten Gebrauch, wie einen USB-Stick oder ein zweites Sound-Codec.

**Warnung: Das freie USB-Hub-Interface ist nur für Low-Power-Geräte, wie eine Maus oder einen Memory-Stick beabsichtigt. Sie könnten Ihren PC und / oder Ihre DG8SAQ USB_VNWA Schnittstelle beschädigen, wenn Sie High Power USB Geräte anschließen, weil keine Strombegrenzung / Kontrolle innerhalb des DG8SAQ USB_VNWA Interface durchgeführt wird!**

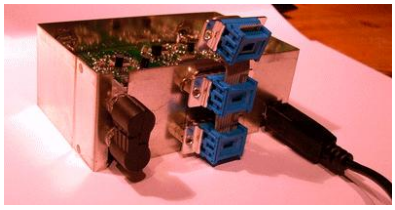
**Anmerkung :** Das freie USB-Hub-Interface unterstützt nicht die volle Geschwindigkeit, so dass Durchsatzraten zu den Memory Sticks, auf 1MByte/s beschränkt sind.

### Connecting the DG8SAQ USB_VNWA Interface to the VNWA and to the host PC

Das DG8SAQ USB_VNWA Interface verbindet einfach, mit einem **einzelnen Standard-USB-Kabel,** den Host-PC an. Das Interface ist geprüft worden, mit PCs mit USB1.0 und USB2.0-Schnittstellen zu arbeiten.

Es gibt zwei Möglichkeiten, das DG8SAQ USB_VNWA Interface an den VNWA anzuschließen:

**1. External connections**



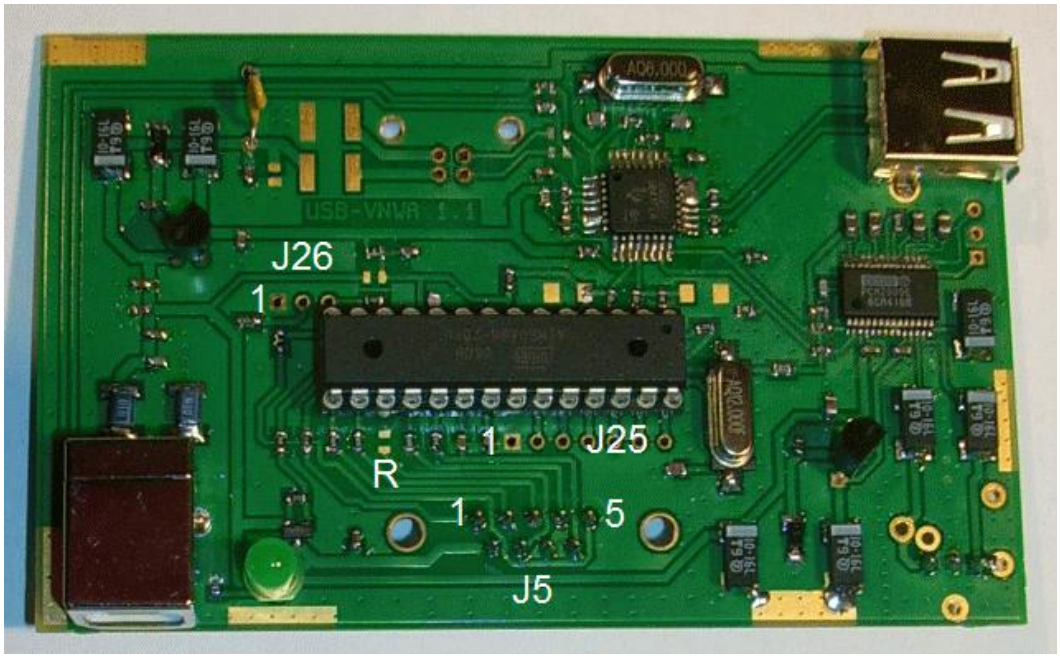
Wie im Bild oben gesehen werden kann, können die Audio- und Datenverbindungen über die externe-3.5-mm-Stecker und den Sub-D9 Verbinder gemacht werden. Das erlaubt, den ursprünglichen LPT Mode zum VNWA USB-Support, zu aktualisieren. Außerdem kann das VNWA und die USB-Schnittstelle in verschiedenen Kästen untergebracht werden. Beachten Sie, dass der obere nicht benutzte Sub-D-Verbinder, an meinem Flachkabel, für diagnostische Zwecke verwendet wird.



Die neusten VNWA Boards unterstützen, dass Direkteinstecken des USB Interface, wie oben gesehen werden kann. Die Sub-D-Verbinder und Audiostecker werden in diesem Fall durch passende 2.5 mm interne Platinenverbinder, ersetzt. Es sind keine zusätzlichen äußeren Verbindungen erforderlich, für das USB-Kabel zum Host-PC.

**Optional External Connections:**

Das **Steuersignal für den S-Parameter-Test**satz ist auf dem USB_VNWA-Interface am Pin 3 / J26 oder alternativ Pin 7 / J5 (Sub-D9) verfügbar und stellt den passenden Widerstand zur Verfügung R=680 Ohm (nicht platziert auf dem Board, unten) :




**Pinning overview of J26:**

Pin 1: Ground
Pin 2: 5V DC (durch 47 Ohms internen Widerstand zum Schutz)
Pin 3: S-Parameter Test Set Steuersignal.

Von der Firmware v4.12 aufwärts, ist ein **Rotor-Start/Stopp**signal, auf dem AVR-Port C0, durchgeführt worden (=Pin 23), der zugänglich ist auf J25 Pin 2. Der Pin wird **high** am Anfang eines Sweeps und wieder **low**, wenn das Sweep beendet wird. Das Signal kann verwendet werden, um einen Antenne-Rotor für Antenne-Strahlenmuster-Messung zu kontrollieren.

**Pinning overview of J25:**

Pin1: Ground
Pin2: Rotor Start/Stop Signal
Pins 3...7:nicht benutzt

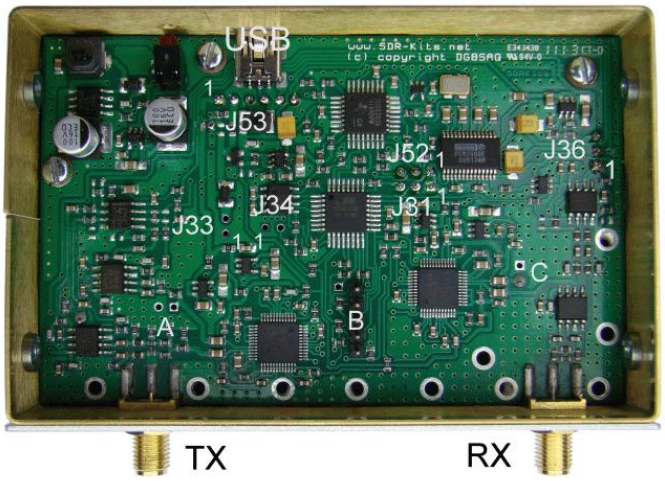
**VNWA3**







Der VNWA3 kombiniert den VNWA2 und die USB-Schnittstellen-Funktion auf einer einzelnen 100x60 mm² Platine:




Der VNWA3 benötigt nur ein einzelnes USB-Kabel, um an einen PC angeschlossen zu werden. Dennoch bietet es vielen Hardware Interfacing Optionen an:

**VNWA3 Pinning**

**J31** Kontroll-Port
Pin 1: Masse

Pin 2: Rotor Start/Stop Steuersignal
Pin 3: S-Parameter Testset Steuersignal

**J33** Externe Spannungsversorgung
Pin 1: Masse
Pin 2: externe +5V VNWA spannungsversorgung

**J34** Externer Takt
Pin 1: Masse
Pin 2: Interner Takt-Ausgang oder externer Takt-Eingang (1kOhm Impedanz, 400 mVpp Ausgang oder -6dBm...+3dBm / 50 Ohms Eingang)

**J36** Aux Audio Ausgang
Pin 1: RX Ausgang
Pin 2: Masse
Pin 3: Referenzsignal Ausgang

**J52** Aux USB Port
Pin 1: Masse
Pin 2: USB Hub Port 2 D+
Pin 3: USB Hub Port 2 D**J53:**
Pin 1: externe DDS Eingangsspannung (+2.7...5V, 0.3A), siehe Fußnote 1)
Pin 2: geschalteter +5V Spannungsausgang
Pin 3: USB Kabel Masse
Pin 4: USB Kabel D+
Pin 5: USB Kabel +5V
Pin 6: USB Kabel D**A:**
RF DDS Testpunkt

**J53:**
Pin 1: externale DDS Spannung in (+2.7...5V, 0.3A), siehe Fußnote 1)
Pin 2: geschaltet +5V power out
Pin 3: USB Kabel Masse
Pin 4: USB Kabel D+
Pin 5: USB Kabel +5V
Pin 6: USB Kabel D

**A:**
RF DDS Test Punkt

**B:**
Sockel nur für Produktionszwecke, keine Benutzerfunktion.

**C:**
LO DDS test point

**VNWA3E**







## 1. Introduction:

VNWA3E wurde früher VNWA3 + genannt, aber beide sind dasselbe Produkt. Der DG8SAQ VNWA3E ist der umgebaute VNWA3 mit dem VNWA3 Expansion Board, die zusätzliche Funktionen, wie folgt, zur Verfügung stellt:

- 2. Audiocodec, das S11 und S21 Messungen erlaubt, in einem einzelnen Sweep, statt 2 Sweeps durchgeführt zu werden.

- USB-Strom-Verbrauch nahm von 0.41A ohne Erweiterungskarte auf 0.33A ab, trotz zusätzlichem Stromverbrauch des 2. Audiocodecs, auf der Erweiterungskarte.

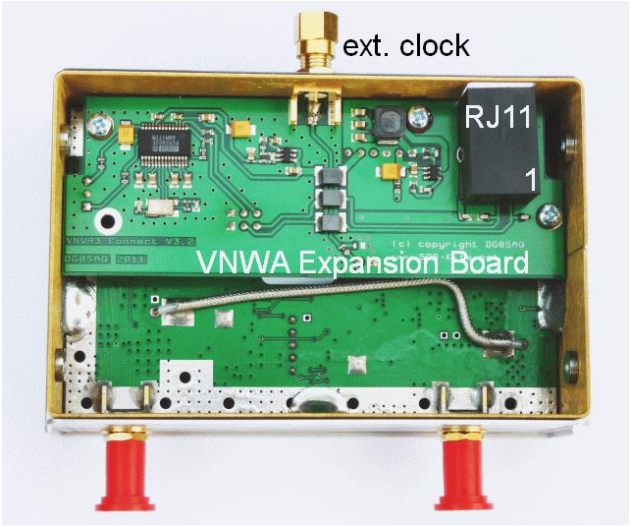
- RJ12 Stecker, der die VNWA3 Steuersignale und Gleichstromversorgung für die Außenwelt zur Verfügung stellt.

- Optionale SMA Buchse, um die vervielfachten 12 MHz intern TCXO zur Verfügung zu stellen oder einzuspeisen eine externe 36 MHz Takt-Quelle.

**Anmerkung :** Alle VNWA3 Instrumente können zu VNWA3E aktualisiert werden. Beraten Sie sich http://www.sdr-kits.net/ für Details.

## 2. VNWA3 Expansion Board

Die VNWA3 Erweiterungskarte rastet in mehrere der VNWA3 Verbindern ein. Keine zusätzlichen Verbindungen sind erforderlich. Die Erweiterungskarte enthält ein zusätzliches Audio-Codec, eine Schalteinheit für den DDSes, der mehr als kompensiert den Strom-Verbrauch des zusätzlichen Codec (siehe Fußnote 1), und ein RJ12 Verbinder, der die VNWA3 Steuersignale von außen zugänglich macht.




**RJ12 Anschluss-Übersicht:**
Anschluss 1: Rotor-Steuersignal für Start und Stopp
Anschluss 2: nicht angeschlossen
Anschluss 3: S-Parameter-Test Set Steuersignal
Anschluss 4: nicht angeschlossen
Anschluss 5: Intern 5V Gleichstrom-Versorgung oder extern 5V Spannungseingang, siehe Fußnote 2)
Anschluss 6: Masse

**Signaldetails:**

| RJ12 pin | Signal Description | Cable colour | Remarks: (see also VNWA helpfile for info on options) |
|---|---|---|---|
| Pin 1: | Rotor start/stop control signal Output 0V or 3.3V DC - 680 Ohm Series Resistor | white | Output signal, normally +0V. When VNWA sweep is active Output signal is +3.3V DC – This signal can be used to start and stop Rotor Engine. |
| Pin 2: | Not Connected | black | |
| Pin 3: | S-Parameter Test set Control Signal (output) | red | 0 or 3.3V Logic DC Signal from AVR via 680 Ohm series resistor. See Helpfile for configuration details |
| Pin 4: | Not Connected | green | |
| Pin 5: | Internal 5V DC Power out or External 5V Power In (See Note 1) | yellow | A maximum of about 100mA may be drawn from internal power provided PC USB Hub can supply 500mA. See Note 1; when using external power |
| Pin 6 | Ground | blue | VNWA Ground Connection |

**Hinweis 1:** Für den Betrieb des VNWA3 von einem externen 5 V DC-Netzteil, muss ein 0-Ohm-Wider-stand entfernt werden. Siehe Fußnote 2
**Hinweis 2: Die** Kabelfarben beziehen sich auf die Farben des optionalen RJ12 Kabels von SDR-Kits.

**Optional External Clock input/output**

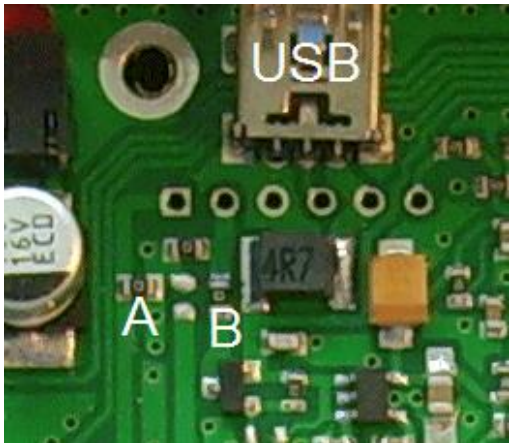
Eine optionale SMA Buchse kann eingebaut sei, um einen externen-36-MHz-Takt anzuschließen oder den internen vervielfachten Systemtakt anzuzapfen. Nach dem das VNWA 3 Expansion Board eingebaut ist, wird der SMA Stecker in das runde 8-mm-Loch eingesetzt, vorausgesetzt dass die VNWA3 Seriennummer 2201 oder höher ist.
> Schneiden Sie, mit einem Skalpell, ein rundes Loch in die Rückseitenmarkierung und montieren Sie die SMA Buchse.
>Löten Sie eine kurzen Draht zwischen dem SMA Mittelpin und der PCB-Leiterbahn. Das Löten einer Masse-Verbindung ist nicht erforderlich.

Wenn die SMA Buchse nicht verwendet wird, wird es empfohlen, eine SMA –Blindkappe aufzuschrauben, um Strahlung zu verhindern und Beschädigung des SMA Anschlusses.

**Specification of the VNWA Reference Clock output or External Clock input:**

> Interner Taktausgang: TCXO 12 MHz*x (x=2.. 8) 2ppm - 1kOhm Impedanz, 400mVpp Ausgang
> Externer Referenz Takt: ideal 36 MHz (=> VNWA2 Funktionalität erreicht) mit dem Pegel von-6dbm... +3dBm / 50 Ohm

**Fussnoten**
1) Wichtig! Für die Versorgung mit externer DDS Gleichstromquelle z.B. von der Erweiterungsplatine, muss der **Nullohm-Widerstand A** entfernt werden, von der VNWA3 Platine, siehe Bild unten.
2) Wichtig! Für die Versorgung des VNWA3 von einer externen 5V Gleichstromquelle , muss der **Nullohm-Widerstand B** entfernt werden, von der VNWA3 Platine, siehe Bild unten.




## 3. Configuring VNWA3E Audio Codec

3.1.1 Stecken Sie den VNWA3E mit dem Expansion Board, in den USB-Port des PCs, ein. Starten Sie die VNWA Anwendung, und wählen Sie "File" und "Setup" "USB Settings" und führen "Test USB-Interface" aus, um sich zu versichern, dass der VNWA betriebsbereit ist.

3.1.2 Wählen Sie die Registerkarte (tab) "Audio Level" aus und klicken Sie die Box "Auxilary Audio Capture Device Available", in der Abb. 1 an, das anwendbar ist für das Windows XP Betriebssystem. Das wird die Konfiguration des Auxilary Audio Capture Device zeigen. Ändern Sie die Einstellungen, wie gezeigt, in der Abb. 1.

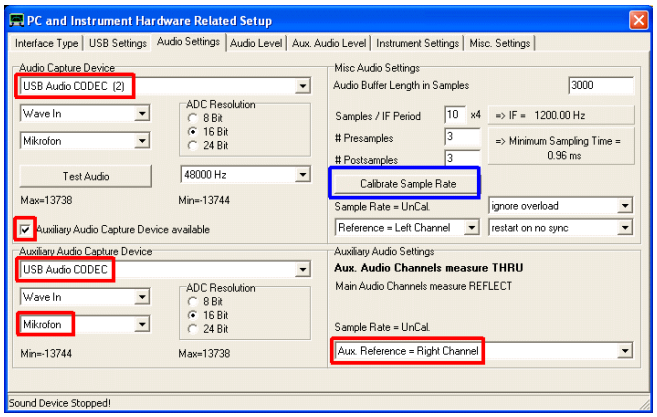


Abb. 1. Konfiguration des Auxiliary Audio Capture Device

Fehlersuche:
Wenn die "Auxiliary Audio Capture Device available" checkbox in der Abb. 1 **NICHT** gezeigt wird, dann exit die VNWA Anwendung und fügen Sie die Zeile AuxAudio=1 in die Datei VNWA.ini ein, mit einem Texteditor und startet dann die VNWA Anwendung wieder.
**Anmerkung:** Mit dem VNWA 3, mit Zusatzplatine ausgestattet, sind jetzt zwei USB-Codec-Devices, a) USB-Audio-Codec und b) USB-Audio-Codec 2. Das VNWA3 on-Board USB-Codec muss das **Main Capture Device** sein, weil es fest angeschlossen ist, an den Multiplex-Schalter. Die Konfiguration wird im folgenden Schritt getan:

3.1.3 Drücken Sie den Button "Calibrate Sample Rate", wie in der Abb. 1 angezeigt wird. Wenn die Sample Rate Calibration scheitert (Der erste Puls wird nicht entdeckt), dann wechseln Sie die beiden USB-Audio-Codec-Device und prüfen wieder (.z.B. Audio Capture wird "USB-Audio-Codec" und Aux.-Audio-Capture wird "USB-Audio-Codec 2").
3.1.4 Wählen Sie jetzt die Registerkarte (tab) "Audio-Level" aus, und wählen Sie "Reflect" Modus ohne Abschluss

des TX-Port, und überprüfen das blaue Main-Reference-Signal und das blaue Reflected-Signal, wie gezeigt in der Abb. 2. Sorgen Sie sich nicht, über das hellere rote Aux-Audio Signal, das ebenfalls sichtbar sein kann.

**Anmerkung:** Wenn die Sinuswellen geclippt sind (Vista oder Windows 7), dann muss das Recording Level, des relevanten USB-Audio-Codec geändert werden. Überprüfen Sie auch, ob das USB-Audio-Codec auf Stereo 48000Hz gesetzt ist.

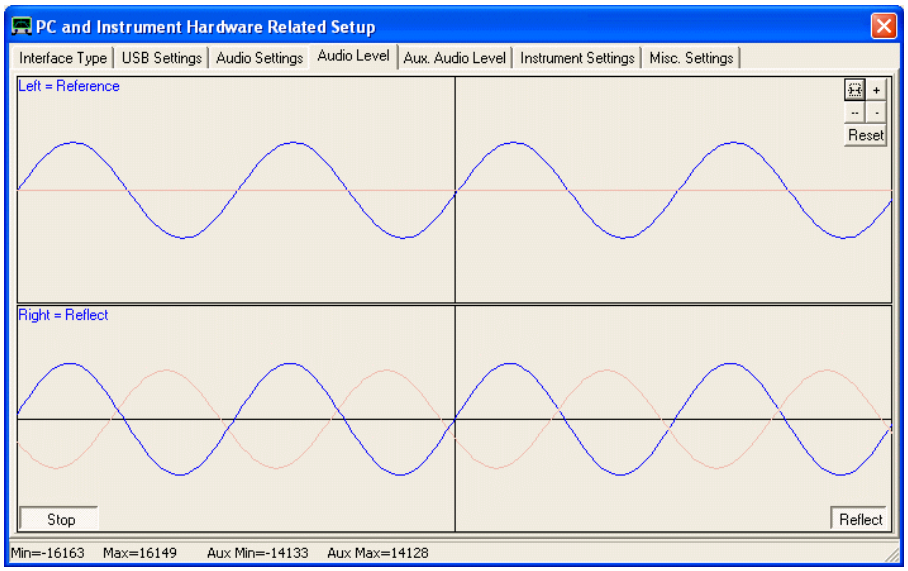



Abb. 2. Audio Level mit dem TX-Port nicht terminiert ( nicht abgeschlossen) (volle Reflektion)

3.1.5 Verbinden Sie die TX- und RX-Ports mit einem kurzen Koaxkabel und überprüfen die reflektierte Sinuswelle, in der Abb. 1. jetzt erscheint eine schwach blaue Linie.

3.1.6 Wählen Sie als nächstes die Registerkarte (tab) "Aux Audio Level" aus und kontrollieren Sie die Anzeige, wie in der Abb. 2. gezeigt wird.

**Anmerkung:** Wenn die Sinuswellen geclippt sind (Vista oder Windows 7), dann muss der Recording Level des relevanten USB-Audio Codec geändert werden. Überprüfen Sie auch, ob das USB-Audio-Codec auf Stereo 48000Hz gesetzt ist.

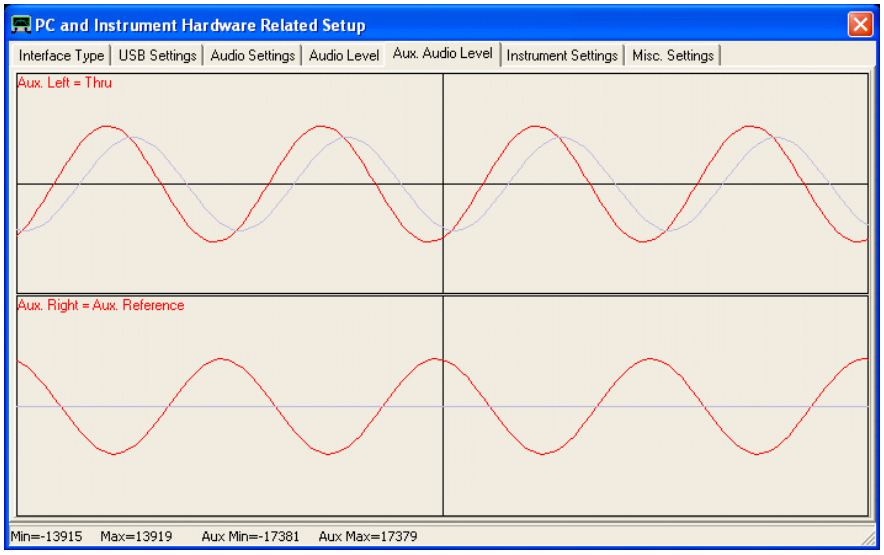



Abb. 2. Aux.- Audio-Level mit TX- und RX-Ports verbunden

Troubleshooting: Wenn die oben genannte Anzeige nicht erhalten wird, dann überprüfen die USB-Audio Settings in der Abb. 1. und führen Sie Schritt 3.1.3 noch einmal durch.

**Getting Started**
**Start up Procedure**

## Steps to operate the DG8SAQ VNWA instrument

1) Vorbereitung der VNWA Hardware für die Verbindung
2) Software und Treiberinstallation
3) Softwarekonfiguration
4) Anpassung von Sweep-Einstellungen
5) Instrumenten-Kalibrierung
6) Das Durchführen einer Messung

**Installation**
**Automatic driver and software installation**

Von der VNWA Softwareversion V35.0 aufwärts ist eine **automatische Installer-Datei (VNWA-installer.exe)** verfügbar, die Sie automatisch führen wird, durch die Installation der VNWA Software, des USB-Treibers und des Help-File-Systems. Es kann herunter geladen werden von http://www.sdr-kits.net/vnwasoftware/.
Ab der VNWA-Softwareversion V36.2.z, wird die VNWA-Software Sie, von Anfang an, führen durch ein automatisches Setup, siehe Seite "Automatic Configuration of the Software for Usage with a DG8SAQ VNWA (Auto-Setup)".
Softwarebeta-Versionen müssen noch manuell installiert werden, einfach die alte VNWA.exe im Installations-verzeichnis durch die neue ersetzen oder manuell, eine getrennte neue Installation schaffen.

Beachten Sie, dass Sie mehrere Installationen, in verschiedenen Verzeichnissen, zur gleichen Zeit, haben können, die sogar mehrere VNWAs, simultan angeschlossen, zur gleichen Zeit, bedienen können.

**Warnung:** Wenn Sie den automatischen Installer auf **64-Bit-Betriebssystemen** verwenden, wird es empfohlen, dass Sie NICHT in geschützte Systemverzeichnisse wie "c:\Program Dateien" oder "c:\Program Dateien (x86)" installieren. Weil Sie dann keine Administratorrechte über die installierten Dateien haben, könnte VNWA nicht im Stande sein, auf seine Ini-Dateien zuzugreifen, und Sie könnten nicht im Stande sein, eine alte VNWA.exe Version manuell zu ersetzen, durch eine neuere.

**Warnung:** Ein ähnliches Problem könnte entstehen, wenn Sie vorhaben**, VNWA in einem Nichtadministrator-Benutzeraccount auszuführen**:
In diesem Fall sollten Sie nicht VNWA als Administrator, nach der Softwareinstallation, starten. Überzeugen Sie sich, beim Erststart, die VNWA Software im nicht Administrator-Account auszuführen, wenn Sie in der Zukunft dieses vorhaben. Das wird sicherstellen, dass sich nicht privilegierter Benutzer, Eigentümer der Ini-Dateien sind, die durch VNWA auf den ersten Programm-Start erzeugt sind. In anderer Weise wird die VNWA Software nicht erlauben, die Ini-Dateien bei der Programmbeendigung zu aktualisieren.

Ein ausführlicher Installationsguide für den automatischen Installer kann von hier herunter geladen werden:

http://sdr-kits.net/documents/VNWA3-installation.pdf

**Manual software and driver installation**

**Anmerkung :** Es ist gute Praxis**, regelmäßig Sicherheitskopien Ihrer Daten** auf Ihrem PC zu machen, besonders vor der Installation von Treibern. Die Installation der VNWA Software und Treiber ist keines wegs gefährlicher, als Installation einer anderen Windows Software. **SDRKits und der Autor (DG8SAQ) werden dennoch, für jeglichen Schäden oder Datenverluste nicht verantwortlich sein.**

Zu Zeit wird die USB-Version des VNWA durch alle Windows-Versionen von Windows 98 bis zum letzten Windows 7 64 Bit unterstützt. Wenn der VNWA über einen LPT-Anschluss, statt eines USBs, ‚kontrolliert werden soll, werden allgemein nur 32 Bit Windows-Systeme unterstützt.

**Befragen Sie bitte die "Driver Compatibility Table and Driver Installation".**

Die letzten Treiberdateien und Softwareupdates sind immer von der **VNWA Newsgroup von Yahoo** verfügbar.

Wenn Sie die VNWA Anwendung ohne VNWA Hardware verwenden wollen, können Sie gerade mit **der Installation des VNWA Anwendung fortfahren**.

**Driver Compartibility Table and Driver Installation**

## USB-Support

Dank Fred PE0FKOs gibt es einen **allgemeinen signierten LibUSB Treiber, der für alle Windows-Versionen verfügbar ist, von** Windows98 bis Windows7 64 Bit.
Beachten Sie, dass Sie **VNWA V33.0 oder neuer und Firmware v4.6 oder neuer verwenden müssen, um diesen signierten Treiber zu verwenden**. Für früher Firmware-Versionen verwenden Sie nicht, signierte LibUSB Treiber (nur installierbar auf 32-Bit-Systemen).

**Wichtig für die Vista/ Windows 7 64-Bit-Benutzer: Nur VNWA Firmware v4.6 oder neuere und VNWA Software v33.0 oder neuer werden unterstützt.**

**Wichtig für Windows 8 Benutzer: Nur VNWA Firmware v4.6 oder neuer und VNWA Software v36.2 oder neuer wird unterstützt.**
Windows 8 / 64 bit benötigt **VOR** der Installation das **Amateur Radio Root Certificate** für die Treiber-Installation. Der automatische VNWA-Installer kümmert sich darum.

Wenn Sie Ihren VNWA nach dem April 2010 erhalten haben, haben Sie bereits Firmware v4.6 oder höher erhalten. Wenn Sie mit einer funktionsfähige VNWA Installation arbeiten, können Sie auch Ihre Firmware-Version mit der VNWA Software in "**setup-USB settings**" überprüfen, durch drücken von "**Test USB**" . Nachdem der Test erfolgreich durchgeführt wurde, wird die Firmware-Version unten in der Statuszeile angezeigt. Befragen Sie Kapitel, "Upgrading VNWA Firmware to v4.6" für Details..

**Installation examples:**
Beispiel 1: Installation des LibUSB Treibers auf Windows XP (englische Screenshots)
Beispiel 2: Installation des LibUSB Treibers auf Windows 7 (größtenteils englische Screenshots)
Beispiel 3: Installation des LibUSB Treibers auf Windows XP (deutsche Screenshots)
Beispiel 4: Installation des LibUSB Treibers auf Windows 7 (deutsche Screenshots)

## LPT Support

LPT Mode wird NICHT untersützt von Windows 8.

### LPT support compatibility table

| | Windows | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Windows Driver | 98 | 2000 | XP 32 bit+64 bit | Vista + W7 32 bit | Vista + W7 64 bit |
| zlportio | no | ☑ | XP 32 bit only! | ☑* | not installable |

* only, if program started with administrator rights

**Anmerkung :** Um LPT Support zu ermöglichen, müssen Sie die Treiberdatei **zlportio.sys** in Ihr VNWA Programmverzeichnis kopieren.

**Anmerkung :** Wenn Sie die VNWA USB-Schnittstelle nicht verwenden und Sie nicht vorhaben, den LibUSB Treiber zu installieren, müssen Sie die Datei **libusb0.dll manuell zur Verfügung stellen**. In diesem Fall, müssen Sie libusb0.dll Version vom LibUSB Treiberpaket, in Ihr VNWA Programmverzeichnis kopieren.

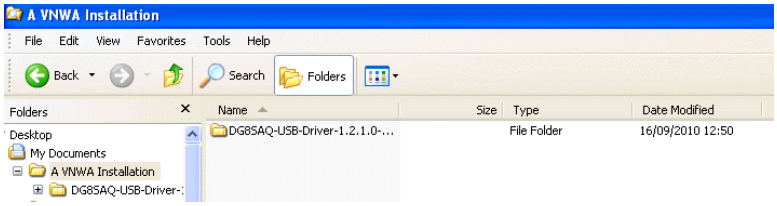
**Anmerkung :** Da die Paralleldrucker-Schnittstelle (LPT) ausstirbt, wird der LPT Support für 64-Bit-OSes nicht mehr durchgeführt.

Wenn Sie nicht vorhaben, den USB-Treiber zu installieren, können Sie mit der Installation der VNWA Anwendungssoftware fortfahren.

**Example 1: Installation the LIBUSB driver on Windows XP ( English Screenshots)**

**Anmerkung :** Dieser Schritt ist nur erforderlich, wenn die **DG8SAQ USB_VNWA** Schnittstelle verwendet wird. **Lassen Sie diesen Schritt aus, wenn Sie Ihren VNWA über den Paralleldrucker-Anschluss kontrollieren.**

a) Laden Sie herunter und packen Sie, die LibUSB Treiberdateien, zu einem leeren Verzeichnis aus:




b) Schließen Sie die DG8SAQ USB_VNWA Schnittstelle mit Ihrem PC an. Das VNWA-Board braucht nicht, an das Interface-Board, angeschlossen zu werden. Windows wird "Gefundene Neue Hardware" melden und wird bitten, einen Treiber zu installieren.

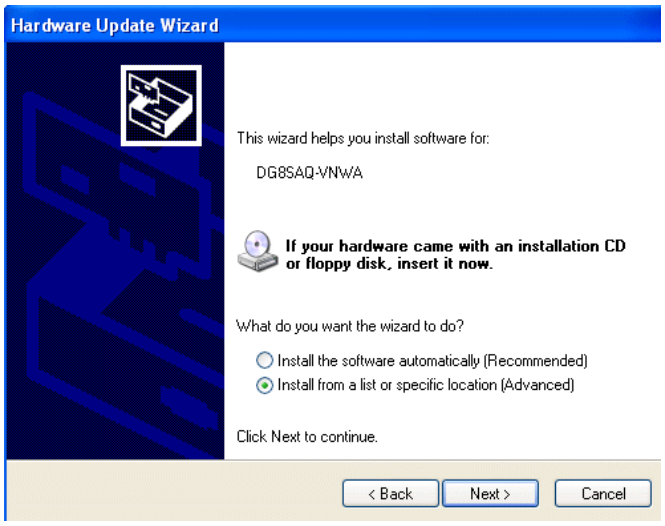



**Hinweis:** Im Falle dass Windows Ihre USB_VNWA-Schnittstelle nicht entdeckt, fahren Sie fort, mit dem USB Troubleshooten-Guide. Im Falle dass Windows die Treiberinstallation nicht automatisch startet, fahren Sie fort mit der manuellen Treiberinstallation über Windows Device Manager, wie im Beispiel 2 beschrieben wird: Installation des LibUSB Treibers auf Windows 7 (größtenteils englische Screenshots).

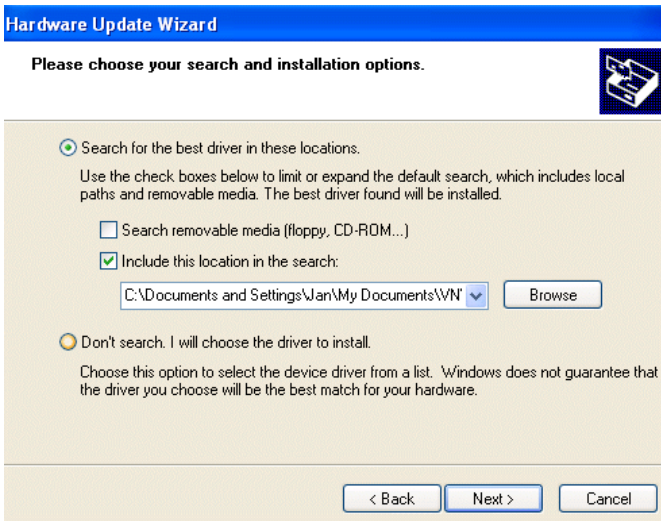
c) Klicken Sie "nein, nicht dieses Mal(not this time)" und drücken Sie "fortsetzen (next)", um dieTreibersuche im Web zu verhindern.

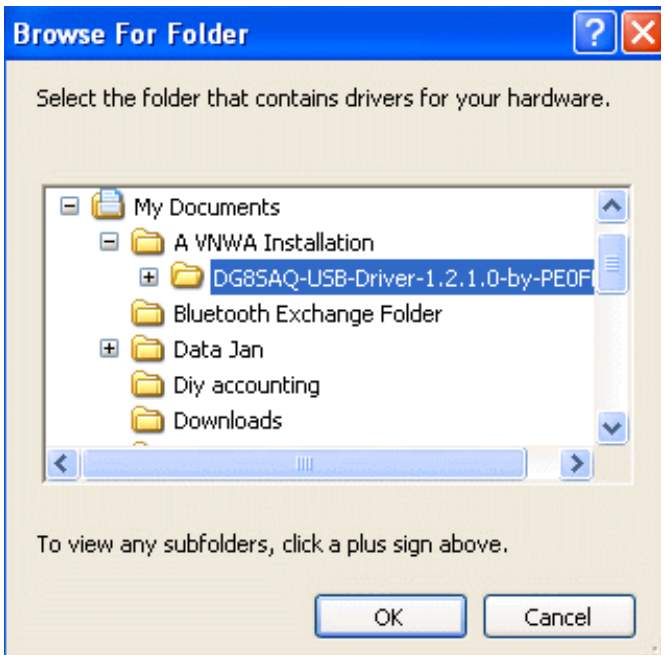



d) Klicken Sie auf "Install from a list or specific location (Advanced)" und drücken Sie " continue" , um Ihren Treber von der Festplatte zu installieren.



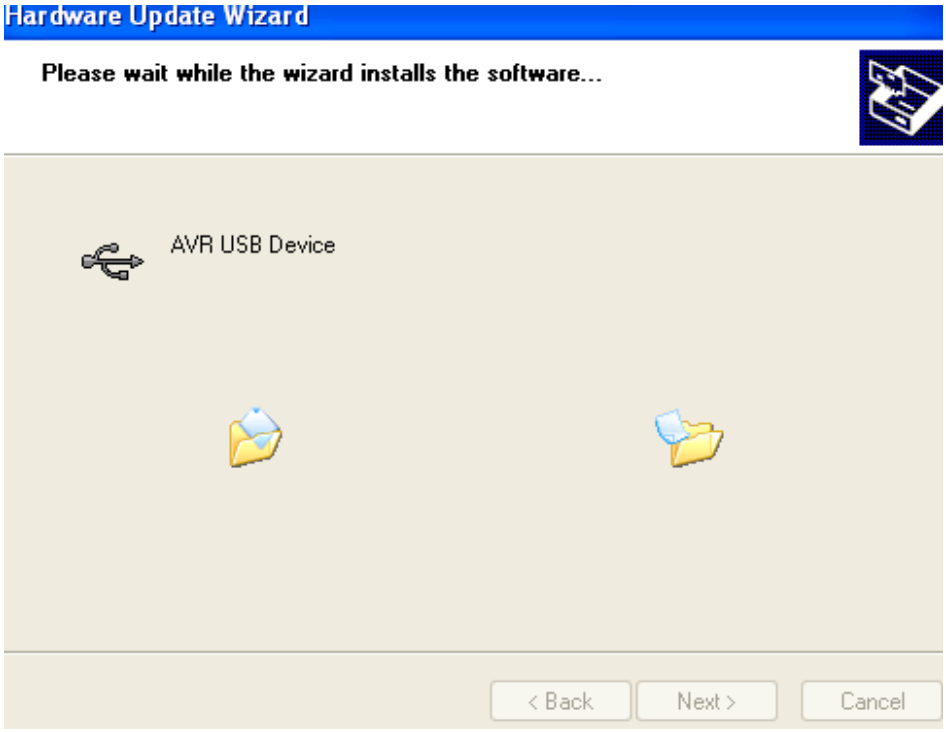

e) Durchsuchen Sie für den Pfad zu Ihren Treiberdateien.....



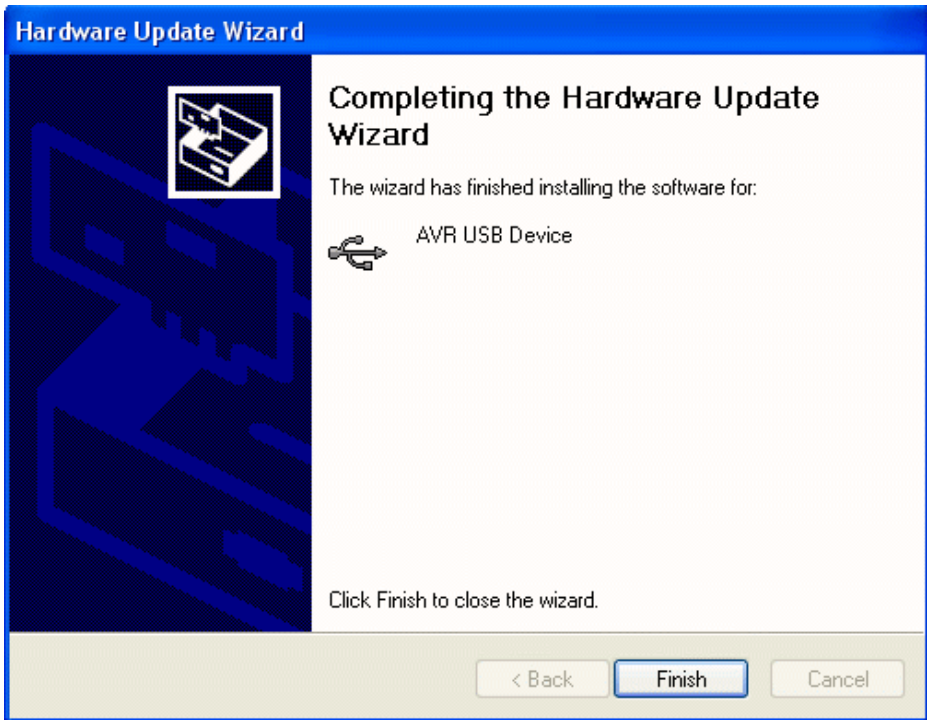




bestätigen Sie Pfad mit ok... und drücken Sie > **next**, auf dem vorherigen Fenster.

f) Der Treiber wird installiert...




Schließlich werden Sie über die erfolgreiche Installation benachrichtigt. Drücken Sie "Finish", und Sie können die USB_VNWA-Schnittstelle auf Ihrem Computer verwenden.




Jetzt werden Sie alle veranlasst, die VNWA Anwendungssoftware zu installieren.

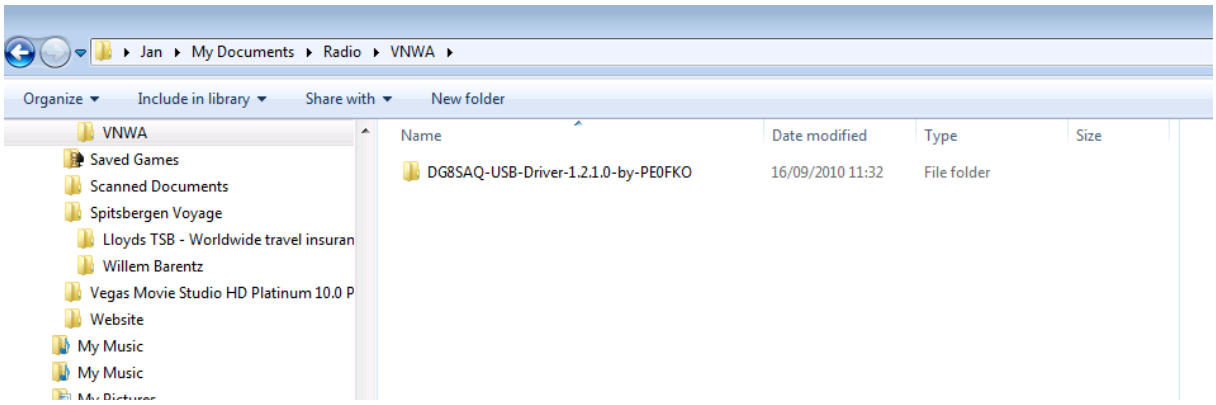
**Example 2: Installation the LIBUSB driver on Windows 7 (Mostly English Screenshots)**

**Anmerkung S:** Dieser Schritt ist nur erforderlich, wenn die **DG8SAQ USB_VNWA** Schnittstelle verwendet wird. Lassen Sie diesen Schritt aus, wenn Sie Ihren VNWA über den Paralleldrucker-Anschluss kontrollieren.

**Anmerkung : Sie brauchen VNWA Softwareversion V33.0 oder höher und Firmware-Version v4.6 oder neuer, um mit dem signierten LibUSB Treiber, zu arbeiten.**
Siehe Kapitel **"VNWA Firmware zu v4.6"** darauf **aktualisieren**, wie man Ihre Firmware aktualisiert.

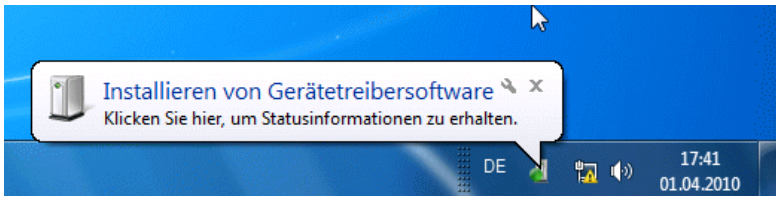
**Anmerkung ,** das folgende Schritt für Schritt- Installationsverfahren beschreibt, für Windows 7 / Windows-Vista-Rechner, auf denen vorheriger noch kein Installations-Versuch gemacht worden ist, einen VNWA Treiber zu installieren. Wenn Sie vorher versucht haben, verschiedenen USB Treiber für den VNWA, zu installieren, **überzeugen sich, dass alle vorher installierten Treiber Reste von Ihrem System völlig entfernt wurden**.

**0. Download and unpack the LibUSB driver files to any empty directory your hard disk.**

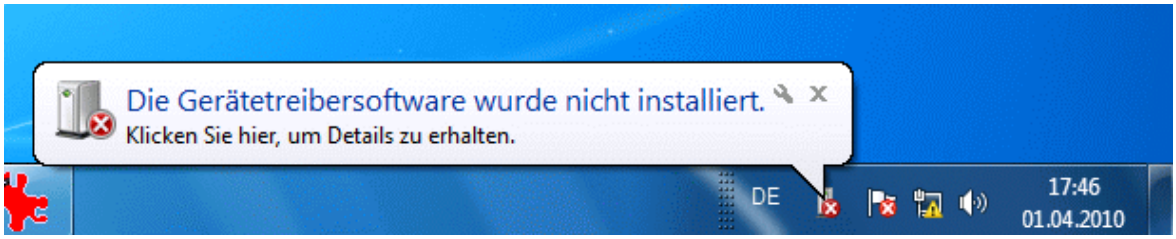



**1. Connect your VNWA to a USB port of your computer**

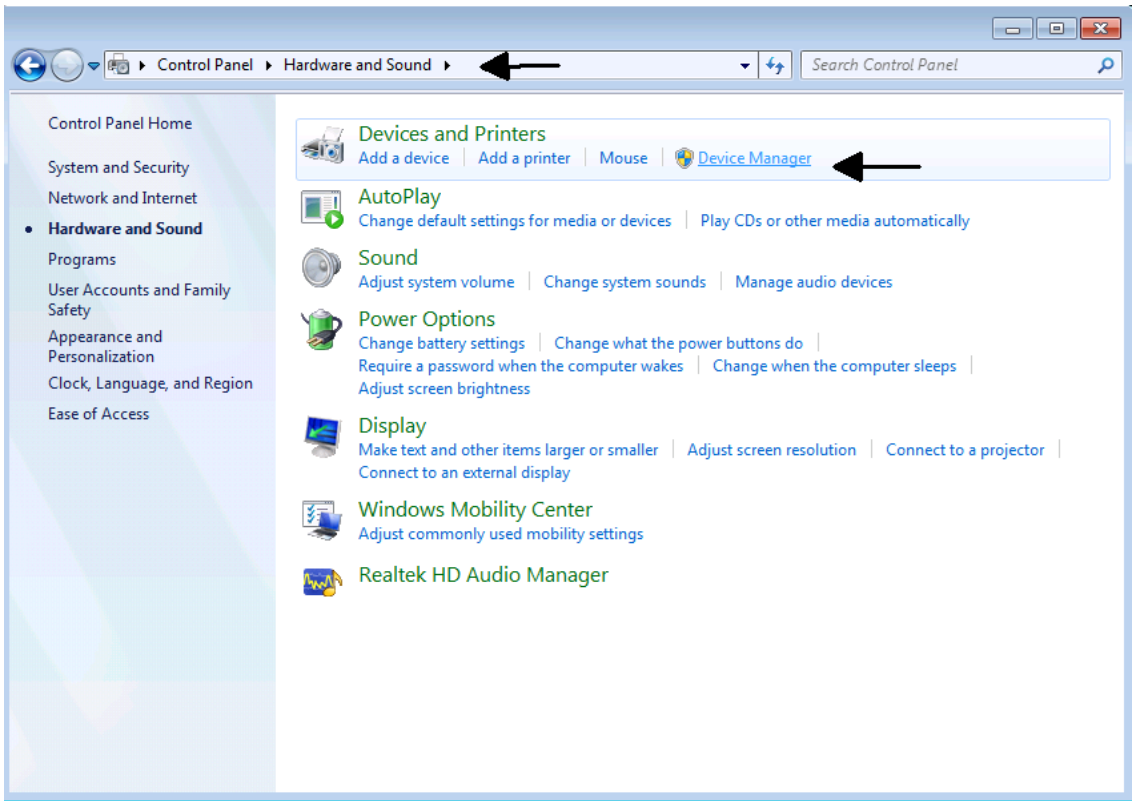
Windows 7 wird versuchen, USB-Treiber für den VNWA zu installieren...




... aber es wird scheitern, weil es keine Treiber finden kann.

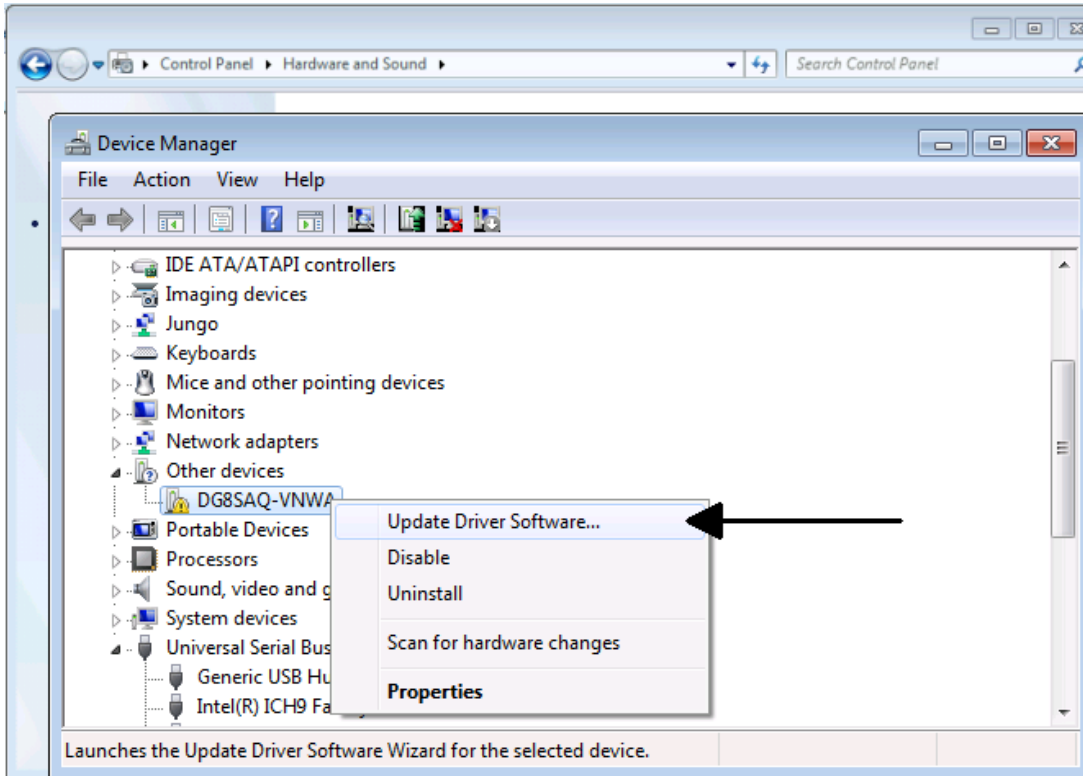



**2. Open your device manager**



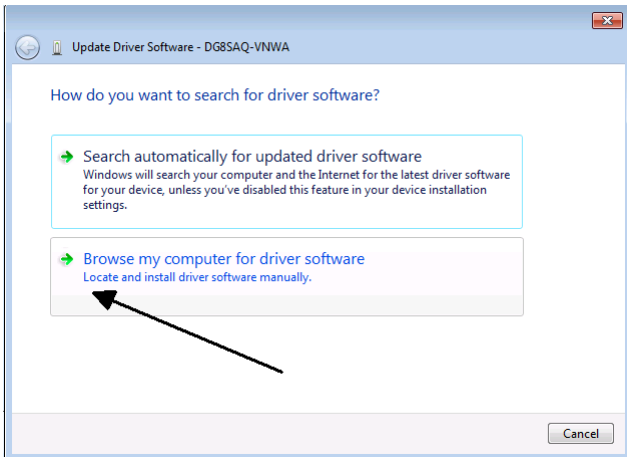

Sie werden den VNWA als bis jetzt nicht funktionelles DG8SAQ-VNWA Device unter "anderen Devices" sehen:

### 3. Right-click DG8SAQ-VNWA and select "update driver software"

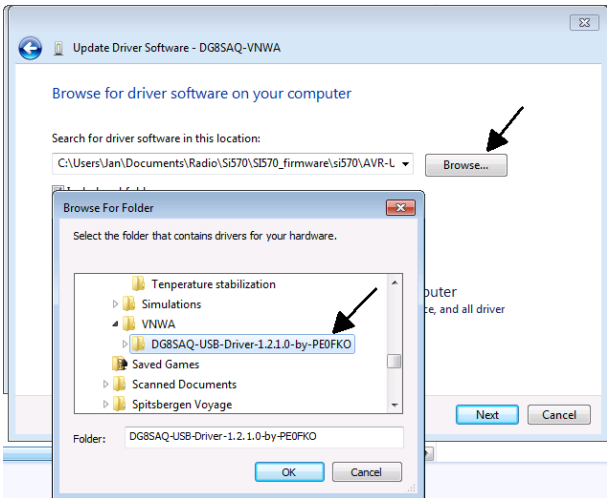



Windows 7 wird Sie fragen, wie Sie gern nach Treiberdateien suchen würden.

### 4. Select "Browse my computer for driver software"




## 5. Select the unzipped directory which contains the drivers...

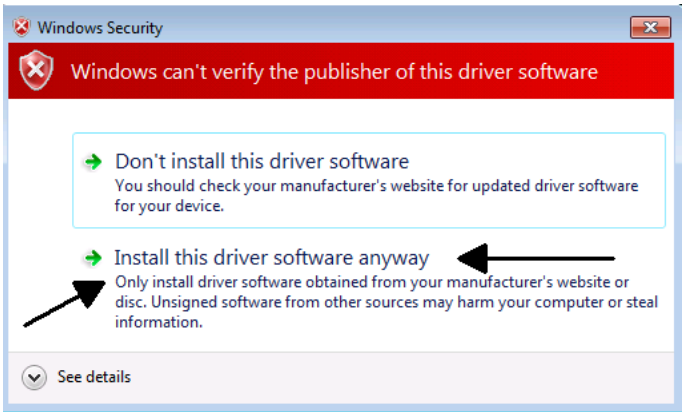



... und drücken Sie als nächstes.

Windows 7 wird eine Sicherheitswarnung herausgeben, die warnt, dass "der Herausgeber der Treibersoftware konnte nicht verifiziert werden".

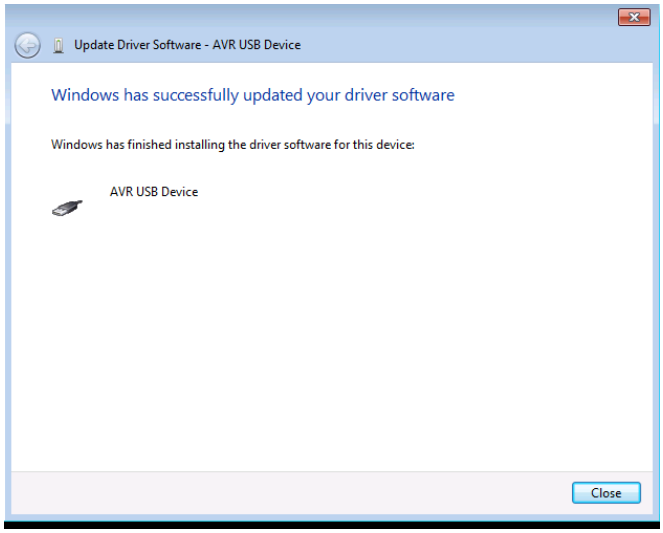
Wenn auch der USB-Treiber signiert ist, wird Windows 7 eine Sicherheitswarnung herausgeben, die besagt, dass "der Herausgeber der Treibersoftware nicht verifiziert werden konnte". Das ist in Ordnung und kein Problem.

Wenn Sie wünschen, kann die Warnung vermieden werden, durch installieren des Root-Zertifikates, vor der Treiberinstallation, aber das ist nicht erforderlich, um den Treiber zu installieren und auszuführen.



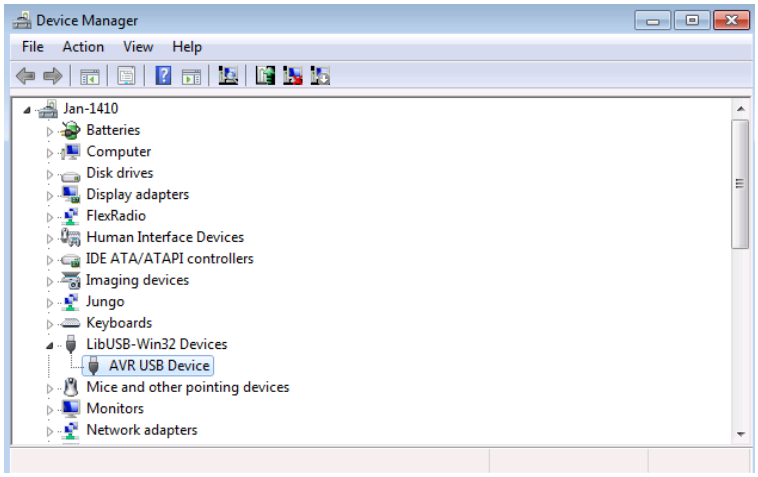
### 6. Select "install this driver software anyway ..."

... und Windows 7 wird starten, die Treibersoftware zu installieren. Das könnte ein paar Minuten dauern, bis es getan ist:




### 7. Press the close button

Der USB-Treiber wird jetzt installiert, und das VNWA Device ist betriebsbereit, wie im Device Manager gesehen werden kann, wo der VNWA sich zeigen wird, als AVR USB Device:

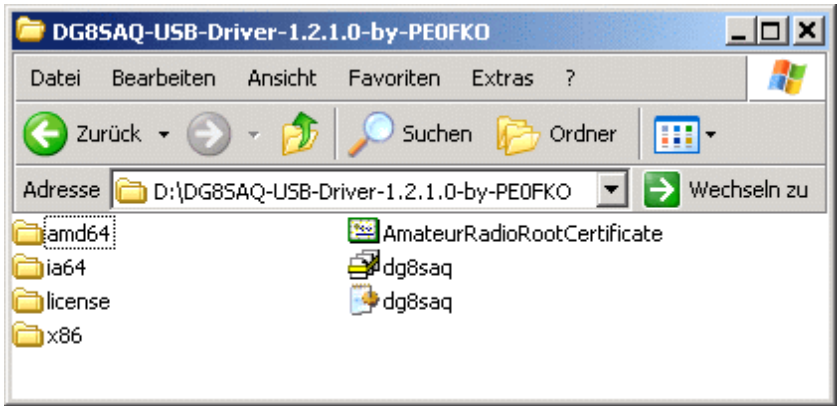



Jetzt werden Sie alle veranlasst, die VNWA Applikationssoftware zu installieren.

**Example 3 Installing the LIBUSB driver on Windows XP (German Screenshots)**

**Anmerkung:** Dieser Schritt ist nur erforderlich, wenn die **DG8SAQ USB_VNWA** Schnittstelle verwendet wird. **Lassen Sie diesen Schritt aus, wenn Sie Ihren VNWA über den Paralleldrucker-Anschluss kontrollieren.**

a) Laden Sie herunter und packen Sie die LibUSB Treiberdateien zu jedem leeren Verzeichnis aus:




b) Verbinden Sie die DG8SAQ USB_VNWA Schnittstelle mit Ihrem PC. Das VNWA Board braucht nicht an das Interface Board, angeschlossen zu werden.
Windows wird "neue Hardware gefunden(new hardware found)" melden und bitten, einen Treiber zu installieren.

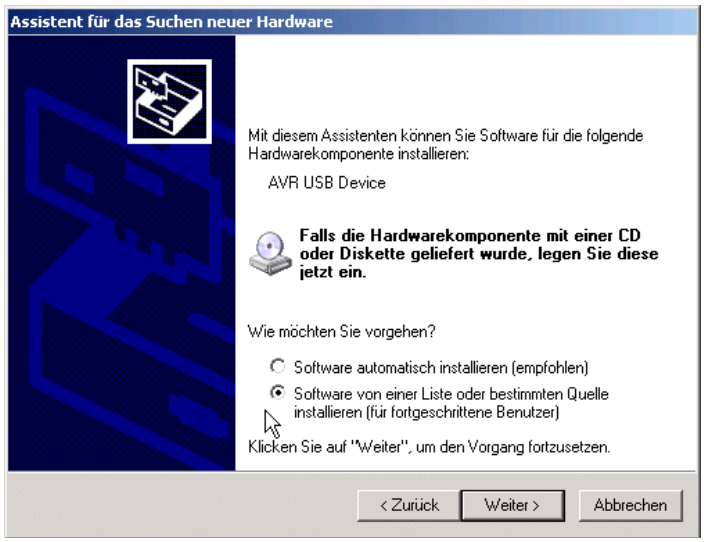



**Hinweis:** Im Falle dass Windows Ihre USB_VNWA-Schnittstelle nicht entdeckt, fahren Sie fort mit dem USB Troubleshooten-Guide. In dem Falle, dass Windows dieTreiberinstallation nichtautomatisch startet, fahren Sie mit der manuellen Treiberinstallation über Windows Device Manager fort, wie im Beispiel 4 beschrieben wird: Installation des LibUSB Treibers auf Windows 7 (deutsche Screenshots).

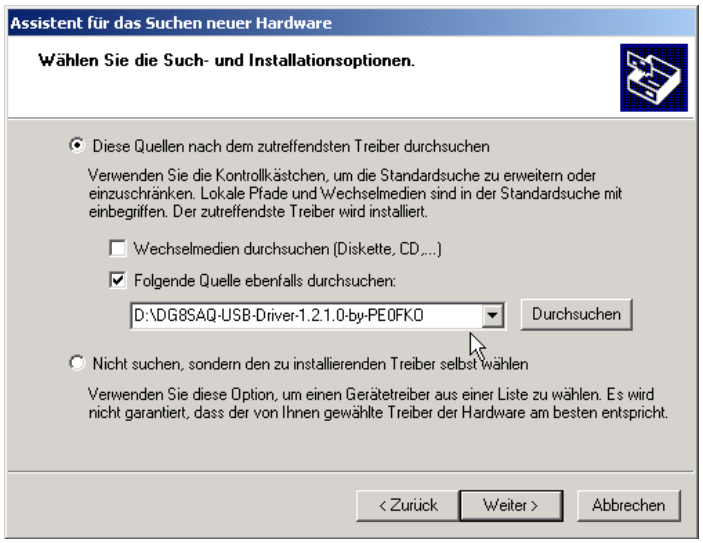
c) Klicken Sie "nein, nicht dieses Mal" und drücken Sie "weiter (continue)", um die Treibersuche im Web zu verhindern.



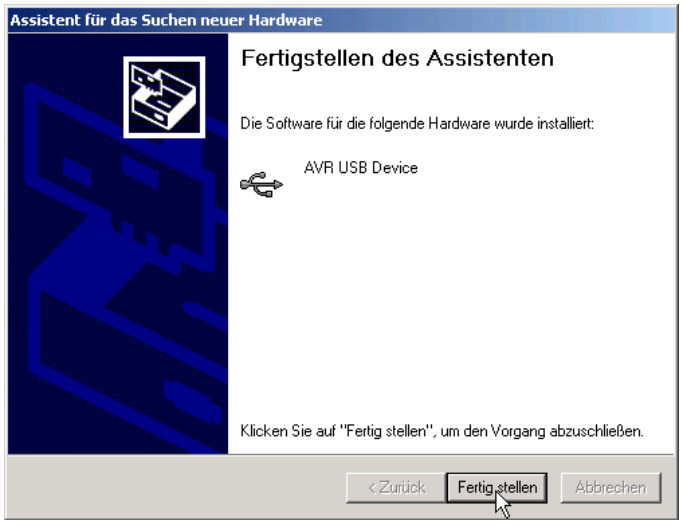

d) Klicken Sie "installieren von der Liste...", und drücken Sie "weiter (continue) " , um den Treiber von Ihrer Festplatte zu installieren.




e) Geben Sie den Pfad zu Ihren Treiberdateien ein, und drücken Sie "weiter (continue)".




f) Der Treiber wird installiert. Schließlich werden Sie über die erfolgreiche Installation benachrichtigt. Drücken Sie "Fertig stellen( finish)", und Sie können das VNWA_USB Interface auf Ihrem Computer verwenden.




Jetzt werden Sie alle veranlasst, die VNWA Applikationssoftware zu installieren.

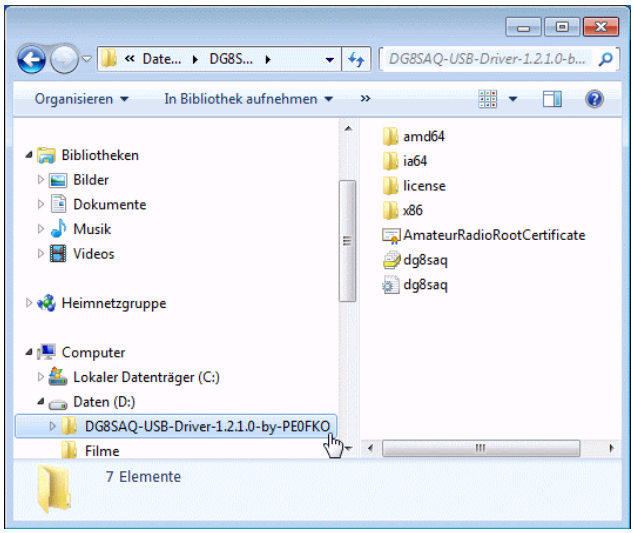
**Example 4: Installation the LIBUSB driver on Windows 7 (German Screenshots)**

**Anmerkung:** Dieser Schritt ist nur erforderlich, wenn die **DG8SAQ USB_VNWA** Schnittstelle verwendet wird. Lassen Sie diesen Schritt aus, wenn Sie Ihren VNWA über den Paralleldrucker-Anschluss kontrollieren.

**Anmerkung: Sie brauchen die VNWA Softwareversion V33.0 oder höher und Firmware-Version v4.6 oder neuer, um mit dem signierten LibUSB Treiber zu arbeiten.**
Siehe Kapitel **"Upgrading VNWA Firmware to v4.6",** wie Sie Ihre Firmware aktualisieren.

**Anmerkung:** Im Folgende wird Schritt für Schritt beschrieben, das Installationsverfahren auf Windows 7 / Windows-Vista-Rechnern, wo kein vorheriger Versuch gemacht worden ist, einen VNWA Treiber zu installieren. Wenn Sie vorher versucht haben, verschiedenen USB Treiber zu installieren für den VNWA **überzeugen sich, alle vorher installierten Treiber Reste, von Ihrem System, völlig zu entfernen**.

**0. Laden Sie herunter und entpacken Sie LibUSB Treiberdateien zu einem leeren Directory Ihrer Festplatte.**

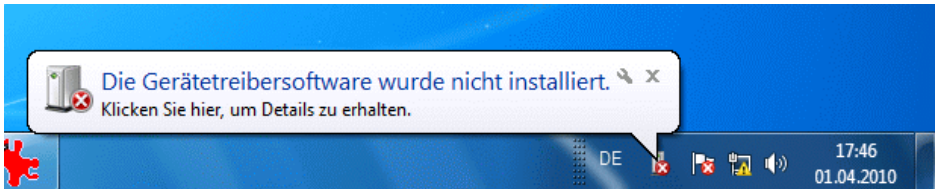



**1. Verbinden Sie ihren VNWA mit einer USB Schnittstelle auf Ihrem Computer**

Windows 7 wird versuchen, USB-Treiber für den VNWA zu installieren...

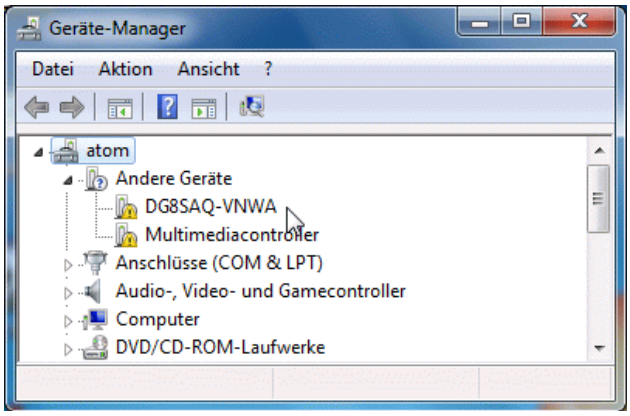



... aber es wird scheitern, weil es keine Treiber finden kann.

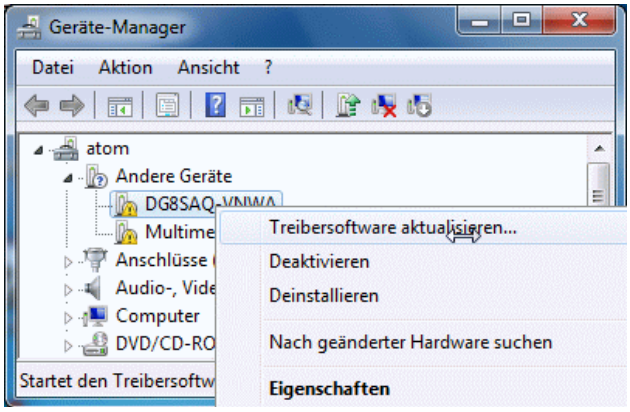



**2.Öffnen Sie Ihren Hardware Manager**

Sie werden den VNWA als bis jetzt nicht funktionelles DG8SAQ-VNWA Device unter "other Devices" sehen:




### 3. Rechts-Klicken auf DG8SAQ-VNWA und wählen Sie "Update Driver Software"

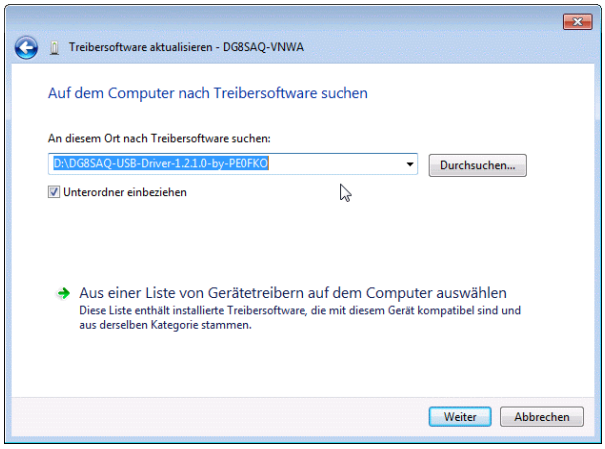



Windows 7 wird Sie fragen, wie Sie gern nach Treiberdateien suchen würden.

### 4. Wählen Sie "search on computer for driver files"

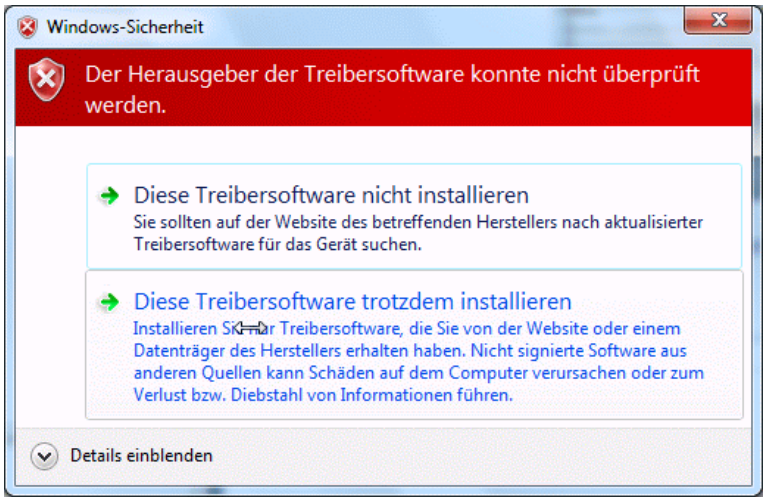



### 5. Wählen Sie das Directory , welches die gepackten Treiber enthält...



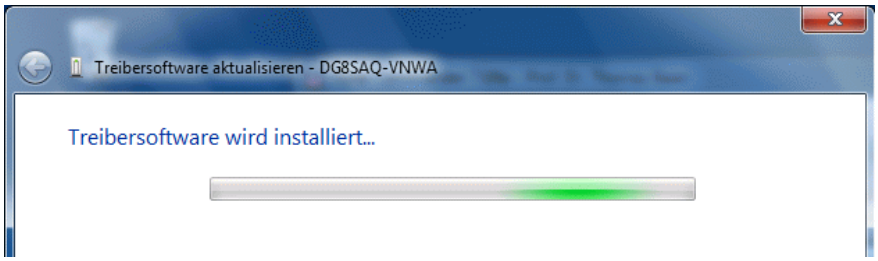
... und Drücke auf **weiter (continue)**.

Auch wenn der USB-Treiber signiert ist, wird Windows 7 eine Sicherheit ausgeben, die warnt, dass "der Herausgeber der Treibersoftware nicht verifiziert werden konnte". Das ist in Ordnung und kein Problem.
Wenn Sie wünschen, kann die Warnung unterdrückt werden, durch das Installieren des Root-Zertifikat vor der Treiberinstallation, aber das ist nicht erforderlich, um den Treiber zu installieren und laufen zu lassen.

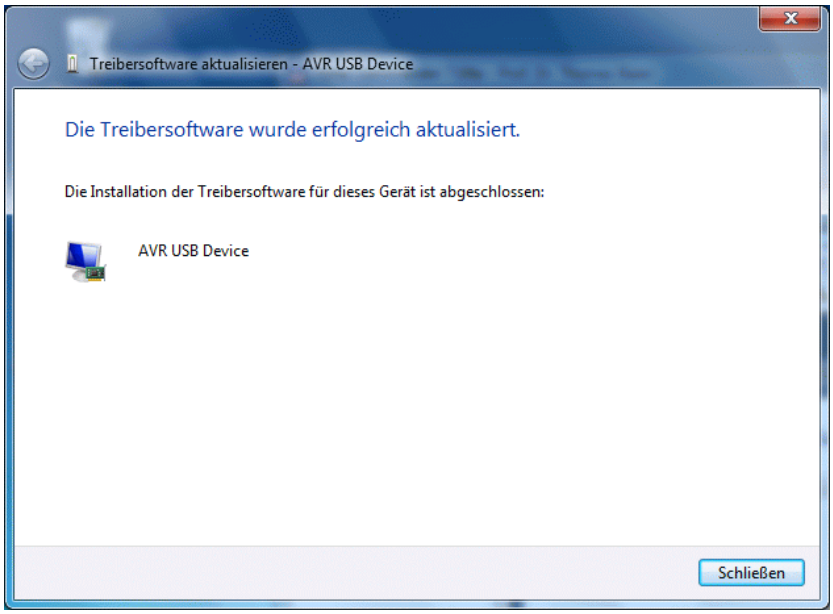



### 6. Wählen Sie "install anyway ..."

... und Windows 7 wird starten, um die Treibersoftware zu installieren.

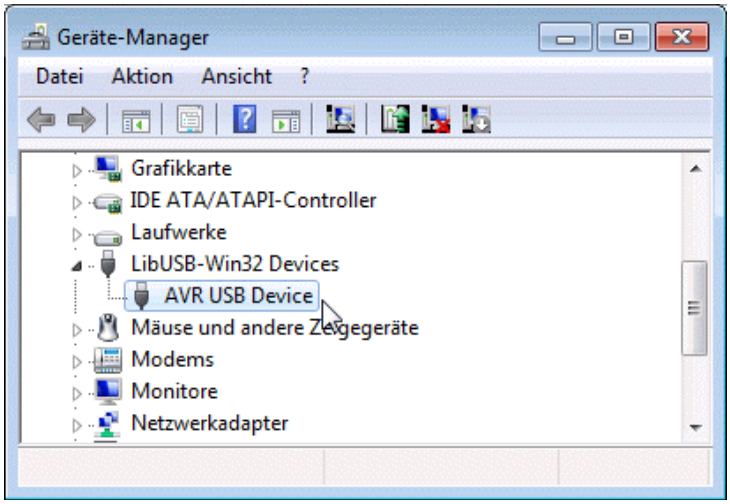



Das könnte ein paar Minuten dauern, bis getan:



**7. Drücken Sie die close Schaltfläche**

Der USB-Treiber wird jetzt installiert, und das VNWA Device ist betriebsbereit, wie im Hardware-Manager gesehen werden kann, wird der VNWA als AVR USB Device angezeigt:




Jetzt ist alles getan, um die VNWA Anwendungssoftware zu installieren.

**Manual installation of the VNWA application**

Die VNWA Hardware wird von der **VNWA Anwendungssoftware** kontrolliert. Die Installation der Software ist einfach, indem die Datei VNWA.exe in jedes beliebige Verzeichnis kopiert werden kann, dass Sie als Programmverzeichnis verwenden möchten.

Sie können sogar die VNWA Anwendung auf einen Memorystick installieren, der an dem extra VNWA-USB-Port Ihres VNWA2 bleiben kann. Der Vorteil des Tuns besteht darin, dass wenn, Sie den VNWA von einem Computer zu einem anderen bewegen, Sie auch alle Ihre Einstellungen und Kalibrierungsdateien mitnehmen.

**Windows-Vista/ Windows 7/Windows 8 Bemerkung:** Auf Windows-Vista / Windows 7 oder 8 ist das "program files" Dateiverzeichnis auf der System-Partition ist besonders schreibgeschützt. Da die VNWA Anwendung viele Dateien (Ini-Dateien, Kalibrierungsdateien...) in diesen Programm-Ordner schreibt, wird es empfohlen**, die VNWA Anwendung NICHT in irgendein Systemverzeichnis zu installieren, wie "Programm-Files "**, um Konflikte zu vermeiden. Verwenden Sie jeden Ordner, zu dem Sie normalen Zugang haben.

**Installation**

Sie sollten mit einem leeren Programm-Ordner anfangen, in den Sie unzippen die VNWA Anwendung **VNWA.exe**, die LPT -Treiberdatei **zlportio.sys**, wenn LPT Support gewünscht wird und das Help-File-System **"VNWA.HLP"** und **"VNWA.cnt"**. kein spezielles Softwareinstallationsverfahren ist erforderlich, weil die Dateien bereit lauffähig sind. Die VNWA Anwendungen machen keinen Gebrauch, von der Windows-Registrierung.




Wenn Sie eine **Schlüsseldatei (Key file)** (*vnwakey*.ini oder *vnwakey*.txt) zusammen mit Ihrer VNWA Hardware von SDR-Kits erhalten haben, kopieren Sie es in dasselbe Installationsverzeichnis. Von der Softwareversion 35.0 aufwärts, wird der VNWA nach einer Schlüsseldatei beim ersten Programm-Start suchen, nach der Installation und die Schlüsselinformation lesen. Auf diese Weise müssen Sie den Schlüssel nicht manuell eingeben.

**Anmerkung:** Wenn Sie noch keinen USB-Treiber für den VNWA installiert haben, dann müssen Sie die Datei **libusb0.dll** vom LibUSB Paket in dieses Verzeichnis kopieren.

**Anmerkung:** Sie müssen **Administrator-Rechte** haben, um die Anwendung im **LPT** -Mode auszuführen. Wenn Sie versuchen, mit niedrigen Rechtenarbeiten, können Sie keinen LPT Treiber laden. Sie können auch keinen Treiber laden, auf Systemen, die nicht den LPT Treiber zlportio.sys unterstützen (z.B. Win98 und alle 64-Bit-Windows-Versionen).

**Anmerkung :** Sie können **ein Piktogramm** zu Ihrem Desktop **hinzufügen**, indem Sie Rechtsklicken auf VNWA.exe und ***copy*** auswählen. Dann Rechts-Klicken Sie an auf Ihren Windows-Desktop und wählen **einfügen**.

**Windows-Vista / Windows 7 oder 8 Anmerkung:** Befragen Sie bitte **"Configuring and running the VNWA application under Windows Vista or Windows 7 oder 8"** für die spezielle Vista / Windows 7/8 Probleme. Beachten Sie, Windows-Vista und Windows 7/8 verlangen, dass Sie das VNWA Audiodevice, innerhalb von Windows auf Stereooperation setzen, und dass Sie manuell den Recording Level regulieren müssen.

Jetzt sind Sie bereit, Ihren DG8SAQ VNWA zu kontrollieren. Siehe **Konfigurationsguide** für Details .

Wenn Sie einen N2PK VNA mit der VNWA Anwendung kontrollieren wollen, dann müssen Sie eine zusätzliche Datei schaffen, mit dem Namen **N2PK.ini,** mit beliebigem Inhalt im Programm-Ordner. Sie können dass tun, indem Sie z.B. *Echo> n2pk.ini* auf der Konsole tippen. Wenn Sie Ihren N2PK VNA über **die USB-Schnittstelle von Dave Robert G8KBB** kontrollieren wollen, müssen Sie die Dateien **delphivna.dll** und **vnadll.dll** in Ihrem VNWA Programmverzeichnis zur Verfügung stellen. Konfigurationsinstruktionen, für einen N2PK VNA zu kontrollieren, kann hier gefunden werden.

**Description of Files in Installation Folder**

**Der automatische VNWA-Software- Installer erzeugt die folgenden Subdirectory Files in dem VNWA-Programm-Verzeichnis.**

Die Farben beziehen sich auf die folgenden Kategorien:

- Verpflichtend für den Gebrauch durch VNWA
- Nur gebraucht für Spezial-Anwendungen
- Nicht benötigt durch VNWA-Anwendungen

**Directories:**

./firmwares Directory enthält alle veröffentlichte Firmware. Wird nur gebraucht für Firmware-Upgrades

**Files:**

CodecIF.dll Audio level control interface dll für Windows Vista, 7, 8. Wenn nicht unterstützt, Recording-levels müssen manuell gesetzt werden, über Windows .
delphivna.dll Interface dll für N2PK-VNA, wird nicht gebraucht für DG8SAQ VNWA
DelZip190.dll zipper dll, wird gebraucht zum Packen von Debug Info, nicht gebraucht, wenn Debug-Emailer-Funktion nicht benutzt wird
gfx_dll.dll dll wird gebraucht zum Laden von Hintergrundbildern. Nicht gebraucht, wenn keine benötigt werden
helpfile change history.txt Help-File Change History, wird nicht benötigt
logo.bmp SDRKits logo, VNWA läuft auch ohne diese Datei.
svg_dll.dll dll wird gebraucht zu Laden von Hintergrundbildern im *.svg Format. Nicht gebracht, wenn keine benötigt werden
unins000.dat Uninstaller data base, nicht benötigt für VNWA-Operation
unins000.exe VNWA Application uninstaller, nicht benötigt für VNWA-Operation
VNWA.cnt Help file Tabelle vom Inhalt, nur gebraucht, wenn Help-File benutzt wird.
VNWA.exe VNWA Application
VNWA.hlp VNWA help file, wird nicht benötigt für VNWA-Operationen
VNWAKey.ini VNWA Lizenzschlüssel, wird gebraucht für VNWA-Hardware-Operationen

**Nach dem erstmaligen Ausführen und Beenden der VNWA-Anwendung, werden die folgenden zusätzlichen Dateien erstellt.**

Die Farben beziehen sich auf die folgenden Categorien:
- Wird erzeugt nach jeder Programmbeendigung
- Recreation kann unterdrückt werden

FList.csv Listed sweep frequency list. Darauf wird nur beim Programmstart zugegriffen und wenn ein gelisteter Sweep bearbeitet wird.
MemorySpaces.dat Speicher für Data Spaces, Erzeugung und Zugriff kann deaktiviert werden
Paths.ini Links zu Directories, die vom Benutzer besucht wurden in open/save Dialogen, werden hier gespeichert. Dateien werden nur einmal beim Programmstart gelesen.
PreSetup.* Satz von Dateien, die ein Backup enthalten vom Instrumentenstatus vor Eingabe von Setup. Wird nur erzeugt, wenn Setup geöffnet wird. Erzeugung kann unterdrückt werden.
VNCommon.ini Allgemeine Software-Einstellung. Wird nur einmal beim Programmstart gelesen.
VNWA.cal Bestehende Instrumenten-Calibration. Wird nur einmal beim Programmstart gelesen
VNWA.ini DG8SAQ VNWA Hardware related Settings. Wird nur einmal beim Programmstart gelesen.
VNWA.mul DG8SAQ VNWA2 Clock Multiplier-Table für Auto-Clock.Wird nur einmal beim Programmstart gelesen.
VNWA3.mul DG8SAQ VNWA3 Clock Multiplier-Table für Auto-Clock mit festem Premultiplier. Wird nur einmal beim Programmstart gelesen.
VNWA3A.mul DG8SAQ VNWA2 Clock Multiplier-Table für Auto-Clock mit Auto-Premultiplier. Wird nur einmal beim Programmstart gelesen.

Abhängig vom ausgewählten Instrument und Modus, können die folgenden zusätzlichen Kalibrierungsdateien erzeugt werden:

| | |
|---|---|
| VNEB.cal | Kalibration für „external bridge“ Modus |
| VN2B.cal | Kalibration für „internal+external bridge“ Modus |
| VNIV.cal | Kalibration für „RF-IV mode“ |
| SA.cal | Kalibration für „Spectrum Analyser“ Modus |
| n2pk.cal | Kalibration für „N2PK VNA“ Instrument |

Wenn in einem der oben genannten Betriebsarten eine Master-Kalibration durchgeführt wurde, wird eine zusätzliche Master-Kalibrationsdatei erzeugt, im Format *.cal, mit einem benutzerdefinierten Master-Kalibrations-Dateinamen.

**Wird das Setup-Fenster, in der VNWA-Anwendung, das erste Mal geöffnet, dann wird ein Set von Dateien angelegt mit dem Namen Presetup.* .**

Diese Dateien repräsentieren den sogenannten Instrumenten-Status, d.h. die kompletten Instrumenten-Einstellungen, zum Zeitpunkt bevor Setup-Änderungen eingegeben wurden. So kann ein falsches Setup rückgängig gemacht werden, durch ein manuelles Aufrufen (retrieve), dieses Instrumenten-Status. Beachten Sie, dass diese Presetup.* Dateien jedes Mal aktualisiert werden, wenn Sie in das Setup-Menü gehen. Die automatische Erstellung dieser Dateien kann deaktiviert werden im Menü **Setup-Misc. Setting**- Abschnitt **Special Settings**.

Ein grundlegender Instrumenten-Status enthält folgende Dateien.( als Beispiel gezeigt MyState.*)

| | |
|---|---|
| MyState.bck_mdat | Kopie von MemorySpaces.dat ( nicht für PreSetup gespeichert) |
| MyState.bck_mul | Kopie von VNWA.mul |
| MyState.bck_mul3 | Kopie von VNWA3.mul |
| MyState.bck_mul3a | Kopie von VNWA3a.mul |
| MyState.bck_vcal | Kopie von VNWA.cal |
| MyState.bck_vncom | Kopie von VNCommon.ini |
| MyState.bck_vnwa | Kopie von VNWA.ini |

In folgenden, zusätzlichen Modus können Kalibrationsdateien in den Instrumenten-Status aufgenommen werden, falls verfügbar.

| | |
|---|---|
| MyState.bck_vmcal | Kopie vom VNWA Modus Master Calibration |
| MyState.bck_vebc | Kopie von VNEB.cal |
| MyState.bck_vmebc | Kopie vom „external bridge“ Modus Master Calibration File |
| MyState.bck_ve2c | Kopie von VN2B.cal |
| MyState.bck_vme2c | Kopie vom „internal+external bridge“ Modus Master Calibration File |
| MyState.VNIV.cal | Kopie von VNIV.cal |
| MyState.bck_vmivc | Kopie vom „RF-IV mode“ Modus Master Calibration File |
| MyState.bck_scal | Kopie von SA.cal |
| MyState.bck_smcal | Kopie vom „Spectrum Analyzer“ Modus Master Calibration File |
| MyState.n2pk.cal | Kopie von n2pk.cal |
| MyState.bck_nmcal | Kopie von „N2PK VNA” Instrument Master Calibration File |

Der Benutzer kann die zusätzliche Datei erstellen:

| | |
|---|---|
| N2PK.ini | N2PK VNA allgemeine Hardwareeinstellungen |
| links.url | vom Benutzer anpassbare Internet-Links für das Help-Home Menü |

Wenn eine E-Mail Debug-Information gesendet wird oder Software-Updates aus dem Internet herunter geladen werden, soll folgendes Verzeichnis erstellt werden:

| | |
|---|---|
| tmp | das Verzeichnis wird die zusammengestellten Debug-Informationen enthalten oder heruntergeladene Dateien. |

Der Internetzugang kann durch Deaktivieren der automatischen Prüfung auf Softwareupdates unterdrückt werden Im Remute-Control Modus wird der Internetzugang automatisch gesperrt.

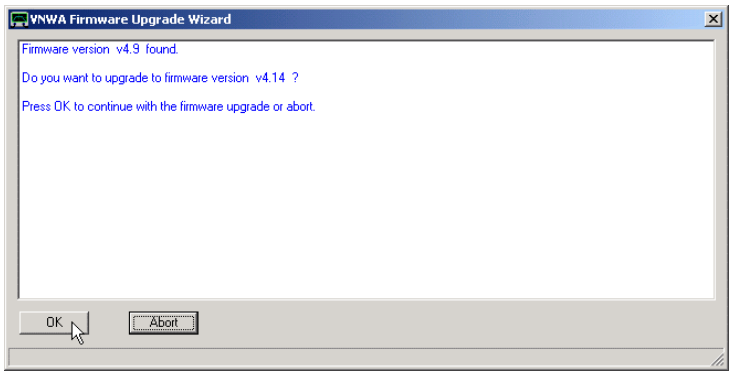
**Automatic Firmware Upgrade- the Wizard (Assistent)**

Hinweis: Beachten Sie bitte die neuste Update Prozedur Firmware 5.16 oder 5.19 auf 5.22. Siehe Anhang

Von der VNWA Softwareversion VNWA 35.5 aufwärts, wird die VNWA Firmware, die Version automatisch, bei jeden Programm-Start überprüfen.
Wenn die Firmware ein Update verlangt, schlägt die Software vor zu starten, das **Automatic Firmware Upgrade Wizard (**Assistent**)**:




Nach dem Drücken von "OK" wird der Assistent gestartet:

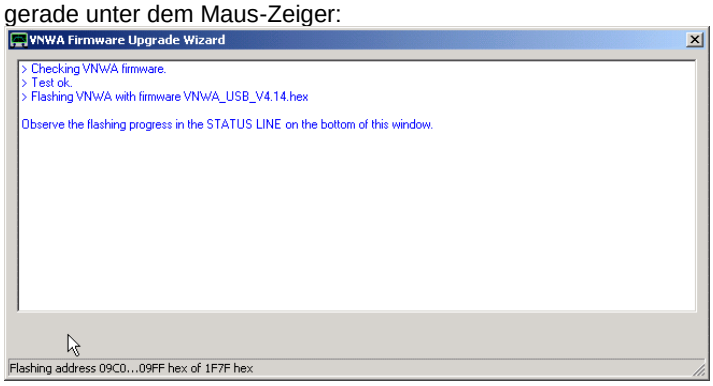



Beachten Sie, dass der Assistent Sie automatisch, durch die erforderlichen Schritte führt, Ihre Firmware zu aktualisieren. Der Assistent beaufsichtigt auch Ihre Handlungen, durch überprüfen, ob Sie seinen Instruktionen ausführen und durch verhindern von unpassenden Steuerungen.

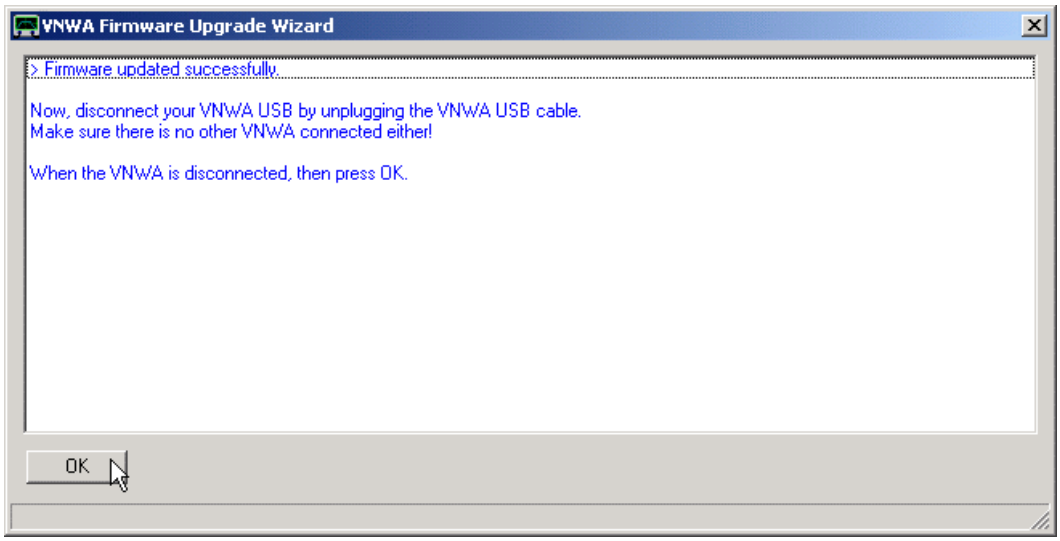
**Zusammenfassend, ein Firmware-Upgrade mit dem Assistent, ist völlig selbsterklärend und vollkommen sicher.**

Wenn Sie bereit sind, den Upgrade Prozess zu starten, kopiert der Assistent automatisch die richtige Firmware in Ihren VNWA, vorausgesetzt, Sie haben den VNWA mit dem automatischen Selbst-Installer installiert. In diesem Fall, weiß die Software, wo man nach den Firmware-Dateien sucht. Wenn diese an der erwarteten Speicherstelle nicht gefunden werden, werden Sie gebeten, die Firmware-Hex-Datei manuell ausfindig zu machen.

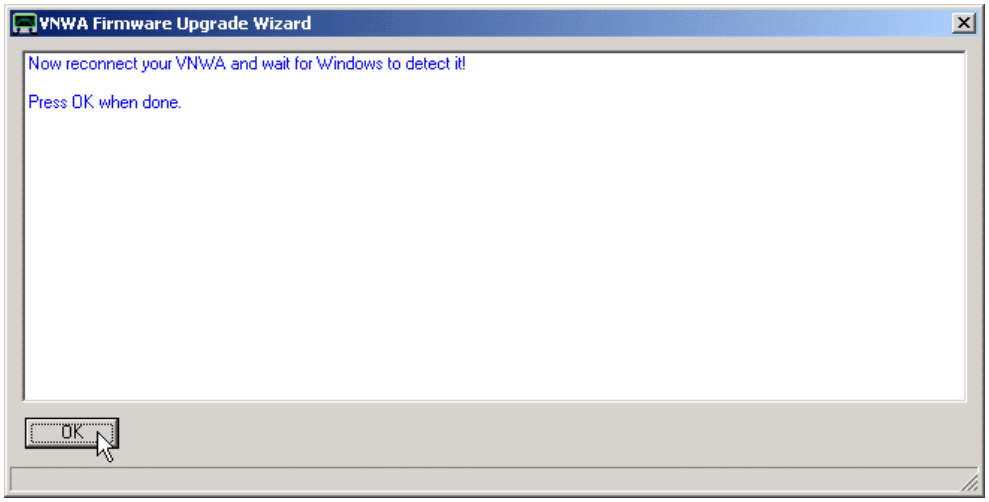
Der Flash- Prozess kann überwacht werden, durch Beobachten der untersten Statuszeile des Assistenten, gerade unter dem Maus-Zeiger:




Sobald der Flash- Prozess vollendet wird, müssen Sie Ihren VNWA neu starten, indem Sie die Verbindung trennen...




... und wieder verbinden:




Der Assistent wird sowohl das Trennen als auch das Windows-Wiederverbinden an den VNWA überprüfen, so ist es unmöglich, hier einen Fehler zu machen.

Wenn die geflashte Firmware-Version endgültig getan ist, wird der Assistent geschlossen...




... sonst startet der Update-Prozess automatisch wieder, um die folgende, höhere Version, zu erhalten.

**Manually upgrating VNWA firmware to 4.14**

**WICHTIG:** Zum Flashen **müssen** Sie **die VNWA Version verwenden, die die neuste Firmware-Version unterstützt**, um das Flashen, zu zulassen, z.B. nur **VNWA33.q unterstützt Firmware v4.7 und neuer**. **Es wird empfohlen, dass Sie Ihre VNWA Software auf die neueste verfügbare Version aktualisieren, um Kompatibilität Probleme, zu vermeiden.**

Allgemein ist das Upgraten von einer Firmware-Version auf eine neuere, sehr fortschrittlich, siehe für Details hier. Der Übergang von der Firmware-Version v4.2 bis v4.6 und von 4.6 bis 4.8, ist als einige Abteilungen ein bisschen komplizierter, weil einige Abschnitte der Firmware, reprogrammiert werden müssen, die standardmäßig schreibgeschützt sind. Deshalb müssen mehrere Codes hochgeladen werden in der richtigen Reihenfolge, die die geschützten Abteilungen das MCU reprogrammierbar machen, NACHDEM der Code hoch läd. Die ist nicht gerade übliche Upgrade Prozedur, wird im Folgenden beschrieben.

**Anmerkung :** Alle **Kalibrierungsdateien bleiben gültig,** auch nach dem Firmware-Update! Es gibt keinen Grund, das Firmware-Update nicht zu tun.
**Anmerkung: Powercycle bedeutet: Spannungsversorgung aus- und wieder einschalten!**

**Zu erst, eine Zusammenfassung der notwendigen Schritte:**
- Flash v4.3
- powercycle USB-Schnittstelle
- scannen Sie USB-Bus wieder
- Flash v4.5
- schließen Sie VNWA Anwendung
- powercycle USB-Schnittstelle
- installieren Sie neuen USB-Treiber
- scannen Sie USB-Bus wieder
- lassen Sie v4.7 flashen (nicht funktionell, aber erforderlich, um v4.8 hoch zuladen... 4.13)
- powercycle USB-Schnittstelle
- scannen Sie USB-Bus wieder
- Flash v4.14
- powercycle USB-Schnittstelle
- scannen Sie USB-Bus wieder

Beachten Sie, flashen von v4.4, v4.8... v4.13 kann übersprungen werden. Wir gehen direkt von v4.3 nach v4.5 und von v4.7 nach v4.14.

**DETAILED DESCRIPTION, READ CAREFULLY:**

**Anmerkung : Sie brauchen eine arbeitene VNWA Installation, um dieses Firmware-Update zu tun!**
**Anmerkung : Sie brauchen eine VNWA Softwareversion V35.0 oder höher dieses Update durchzuführen und Firmware v4.5 oder neuer, zu verwenden. Es wird empfohlen, immer die letzte VNWA Softwarerelease zu verwenden, um ein Firmware-Update durchzuführen.**
**Anmerkung : Das Firmware-Update zu v4.5 wird die Installation eines neuen USB-Treibers** nach dem Firmware-Update **verlangen**.

**1. Check what firmware version you are currently running.**

Sie tun das, indem Sie das "**Test USB**" Merkmal in Setup-USB Settings benutzen. Das Ergebnis wird in der untersten Statuszeile angezeigt:



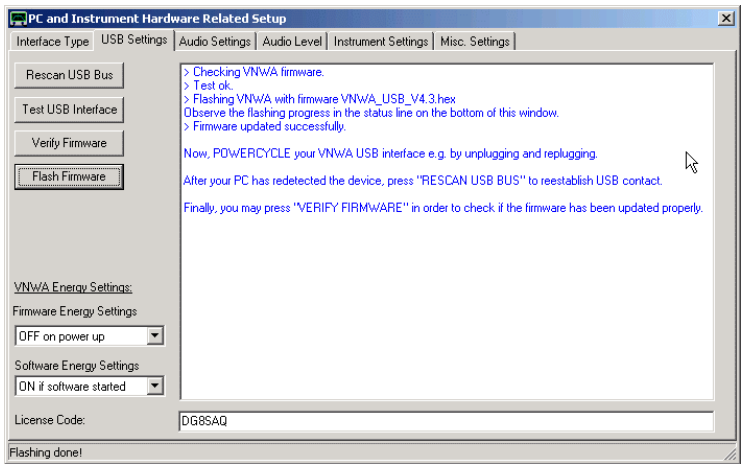

Es kann in der untersten Statuszeile gesehen werden (siehe Maus-Zeiger oben), dass die Firmware-Version v4.2 läuft. Wenn Ihre Firmware Version ist neuer, dann gehen Sie zum passenden Schritt weiter.

## 2. Flash-Firmware v4.3.

Drücken Sie den "Flash Firmware" Button und laden Sie die Firmware v4.3:

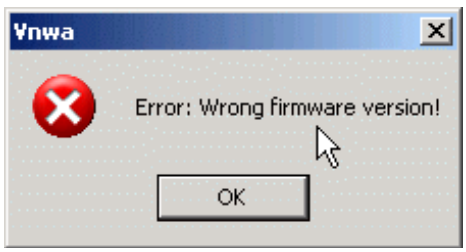



Nach dem Drücken des "**Open**" Button, können Sie den blinkenden Fortschritt, in der untersten Statuszeile des Setup Window, beobachten. Nachdem der blinkende Prozess zu Ende ist, werden Sie weitere Instruktionen auf dem Bildschirm sehen:




a) **Powercycle** die USB-Schnittstelle, um eine Reset-Bedingung für den AVR Kontroller zu erzeugen. Das ist notwendig , um weitere interne Reprogrammierungshandlung von v4.3 aus, zu triggern.
b) **Rescan USB Bus**. Das ist notwendig, um Kontakt zwischen der VNWA Anwendung und der USB-Schnittstelle wieder herzustellen, nachdem Hardware Reset in a).

**Anmerkung :** Wenn Sie " **Verify Firmware**" aufrufen, nach Powercycling und Rescanning des USB-Busses, werden Sie eine Fehlernachricht sehen:




Das ist vollkommen in Ordnung und prüft, dass die Firmware sich selbst modifiziert hat, nachdem Power Reset. Jetzt ist es Zeit zu:

## 3. Flash firmware v4.5

Das wird getan, wie beschrieben im Schritt 2. Beachten Sie, dass wir v4.4 auslassen.
**Anmerkung :** V4.5 wird wieder einige Teile der USB-Kernroutinen modifizieren, nachdem Power Reset. Deshalb...

**4. Completely close the VNWA application and powercycle the USB interface e.g. by unplugging and replugging your VNWA.**

Das getan, wird **Windows den VNWA als ein neues Gerät anerkennen** und nach einem neuen Treiber fragen, um ihn zu installieren.
Sie sollten den **signed LibUSB Treiber** jetzt installieren.
Befragen Sie die Treiberkompatibilitätstabelle, um Information darüber zu sammeln, wie man den signierten LibUSB-Treiber in Ihrem System installiert.

Nach der erfolgreichen Treiberinstallation, **starten Sie den VNWA wieder**.
**Anmerkung : Sie brauchen VNWA Softwareversion V33.0 oder höher, um die Firmware v4.5 oder höher, zu verwenden.**
Gehen Sie zu "Setup-USB Settings". Wenn Sie versuchen, die Firmware v4.5 nachzuprüfen, wird dass, auf eine Fehlermeldung wie für v4.3, hinauslaufen. Wieder ist das vollkommen ok und bestätigt, dass die Firmware sich wieder modifiziert hat, nachdem letzten Power Reset. Jetzt werden Sie gesetzt...

**5. Flash firmware v4.7, power-cycle VNWA and press "Rescan USB Bus"**

Beachten Sie, dass wir Firmware v4.6 auslassen können. Nach Rescanning v4.7 wird eine Warnung aufgeklappt: **"firmware non functional, Flash with functional firmware"**. Das ist vollkommen in Ordnung. V4.7 kann nicht mit dem VNWA arbeiten, aber es ist notwendig v4.8... v4.14 zu laden.

**6. Flash firmware v4.14, power-cycle VNWA and press "Rescan USB Bus"**

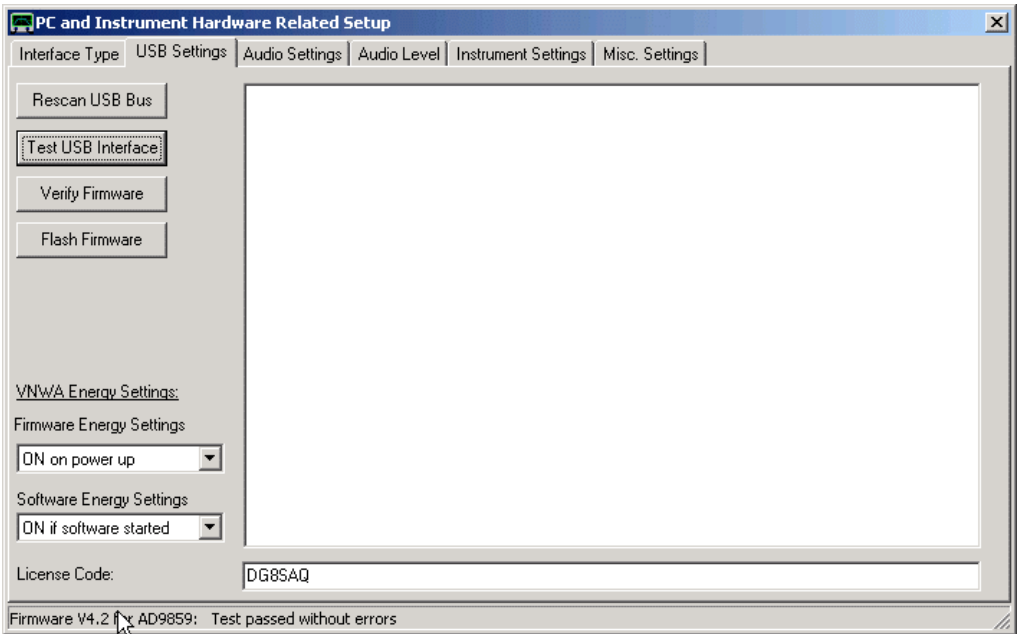
Beachten Sie, dass wir gerade von v4.7 bis v4.14 gehen können. Jetzt sind Sie bereit, Ihren VNWA mit der letzten Firmware zu verwenden.

**General Manual Firmware Upgrade Procedure**

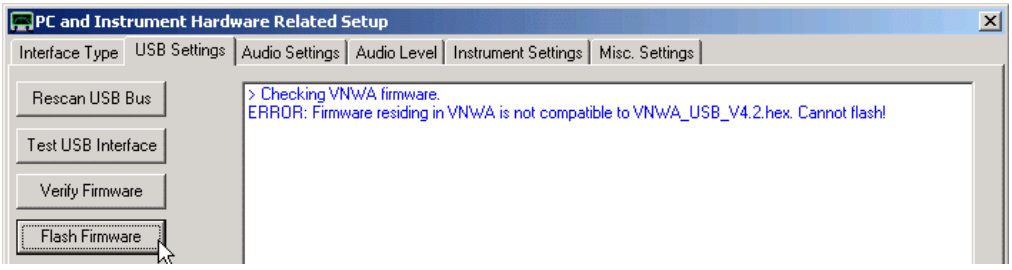
**Anmerkung :** Das Flashing-Verfahren ist sehr sicher. **Vermeiden Sie** dennoch **Spannungsfehler während des Flashens**!
**Anmerkung :** Alle **Kalibrierungsdateien bleiben gültig,** auch nach dem Firmware-Update! Es gibt keinen Grund, einen Firmware-Update nicht zu, wenn eine neue Firmware verfügbar ist.

**1. Check the firmware version you are running:**

Sie tun das, indem Sie das "**Test USB**" Funktion anwenden, in den Setup-USB Settings. Das Ergebnis wird in der untersten Status Zeile angezeigt:

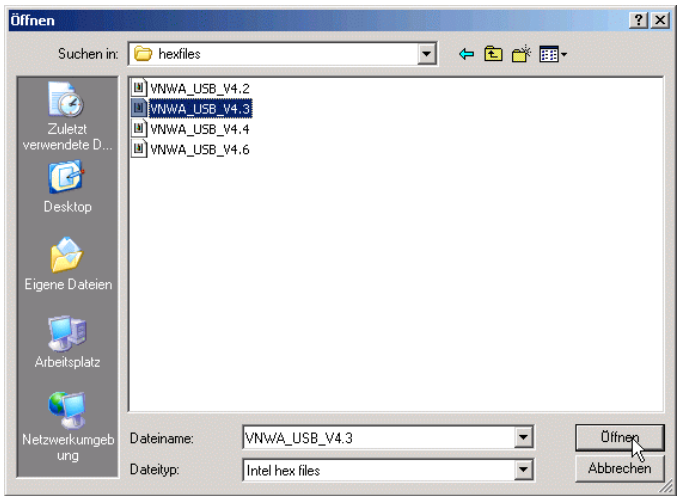



Es kann in der untersten Statuszeile gesehen werden (siehe Maus-Zeiger oben), diese Firmware-Version v4.2 läuft.
**Anmerkung :** Nicht alle Firmware-Versionen sind mit einander kompatibel, d. h. nicht jede Firmware-Version kann überschrieben werden mit jeder anderen Firmware-Version. Grundsätzlich müssen Sie upgraten in der Reihenfolge der laufenden Firmware-Version.
Wenn Sie versuchen, eine inkompatible Firmware zu flashen, können Sie nichts beschädigen, aber Sie werden die folgenden Fehler-Nachricht sehen:

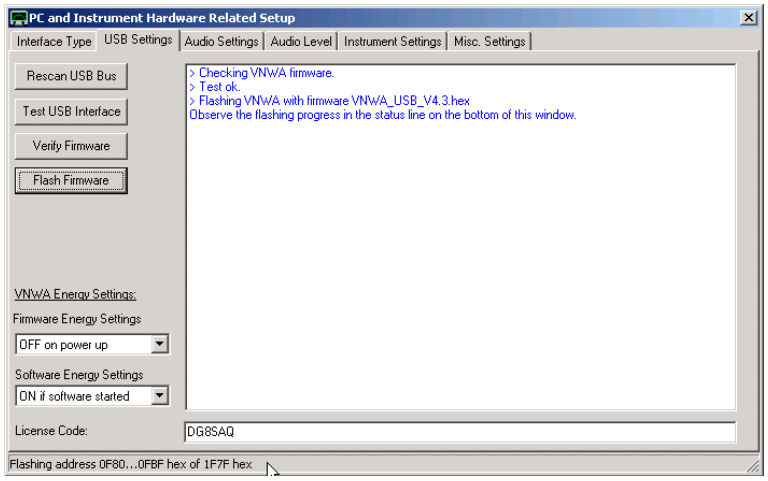



**2. Flash new firmware:**

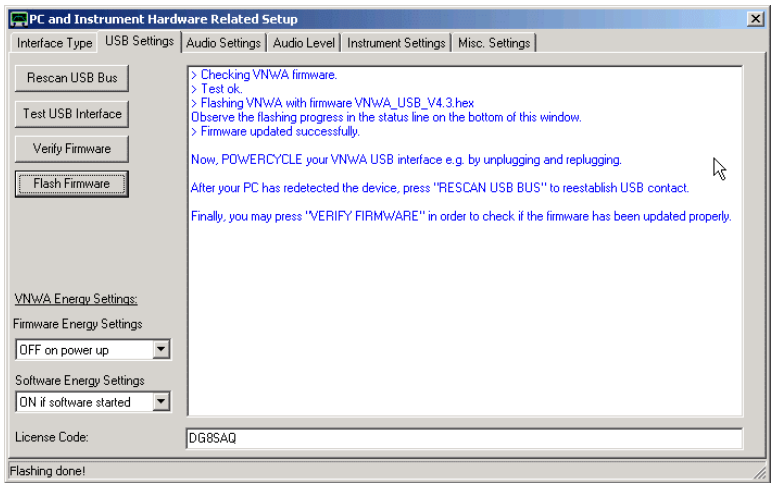
Drücken Sie den **"Flash Firmware"** Button und wählen Sie die gewünschte Firmware-Version aus:




Nach dem Drücken des "**Open**" Buttons, können Sie den blinkenden Fortschritt, in der untersten Statuszeile des Setup Windows, beobachten:

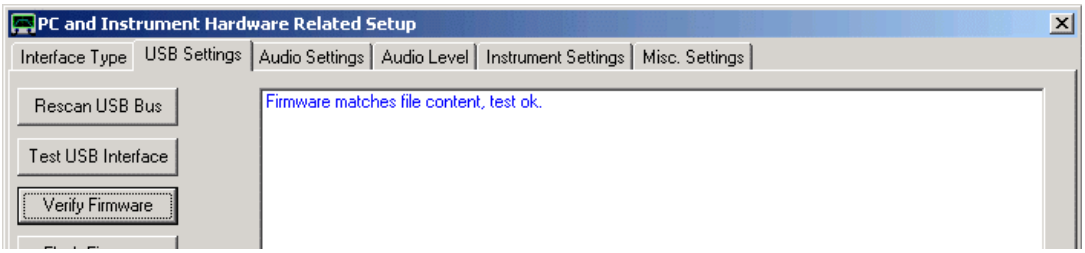



Nachdem der Flashing Process zu Ende ist, werden Sie weitere Instruktionen auf dem Bildschirm sehen:




a) **Powercycle** die USB-Schnittstelle, um eine Reset-Bedingung für den AVR Kontroller zu erzeugen. Das ist notwendig, um Stabilität zu gewährleisten. Einige Firmware-Versionen (v4.3, v4.5) brauchen auch dieses Hardware-Reset, um einige weitere interne Reprogrammierungsaktionen zu triggern.

b) **Rescan USB Bus**. Das ist notwendig, um  den Kontakt wieder herzustellen, zwischen der VNWA Anwendung und der USB-Schnittstelle, nach einem Hardwarereset in a). Durch Schließen und Wiederöffnen des VNWA Anwendung wird dasselbe erreicht, jedoch kann ein Rescanning des USB-Busses, dadurch vermieden werden.
c) Optional können Sie das Firmware-Update überprüfen, indem Sie den **"Verify Firmware" button** drücken und auswählen der Datei, die die verglichen werden soll mit der Firmware , die sich in der VNWA-Schnittstelle befindet. Erfolgreich prüfen wird diese Prozedur den Output:




**Anmerkung : Einige Firmware-Versionen können** nicht überprüft werden, nach dem Flashen (sie werden einen Vergleichsfehler produzieren), weil sie sich selbst Reprogrammieren werden, nach dem Power-Cycling. Zur Zeit sind diese v4.3, v4.5 und v4.7.

**Anmerkung : Firmware Version v4.5 verlangt die Installation eines neuen USB-Treibers.**

**Software Updates**
**VNWA Software Updates**

Die **VNWA Software Updates** können entweder alle manuell durchgeführt werden via der SDR-Kits Software Update Webpage https://www.sdr-kits.net/index.php?route=web/pages&page_id=30_30 oder innerhalb von VNWA, unter Benutzung des Main Menu "File - Software Updates".

**Automatic Configuration of the Software for Usage with a DG8SAQ VNWA (Auto-Setup)**

Von VNWA Softwareversion V36.2.z aufwärts, steht ein automatischer Setup-Assistent zur Verfügung. Er wird automatisch gestartet, beim ersten Programmaufruf nach der Installation, sofern die VNWA Hardware angeschlossen ist.
Im Folgenden wird eine typische Konfiguration für einen Windows-8 Computer geladen, der sich sehr ähnlich verhält zu Windows7 und Vista. Hinweise werden auf Unterschiede zu Windows XP, hinweisen.

1. **Connect the VNWA hardware and launch the VNWA application**.

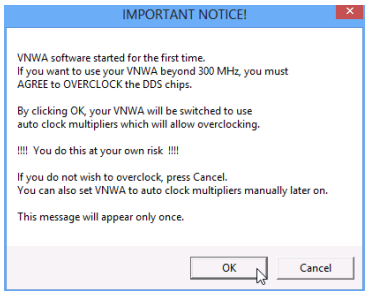
Wenn Sie nicht bereits den Lizenz-Code während der Software-Installation eingegeben haben, stellen Sie sicher, dass Sie Ihren Lizenz-Code zur Hand haben.

Verbinden Sie die VNWA-Hardware mit Ihrem Computer, über ein USB-Kabel und geben Sie Ihrem Computer eine Minute Zeit, um die automatische Konfiguration der VNWA Hardware-Treiber, durchzuführen.
Dann starten Sie die VNWA-Software durch einen Doppelklick auf das VNWA-Symbol auf dem Desktop (oder nach manueller VNWA.exe Installation):



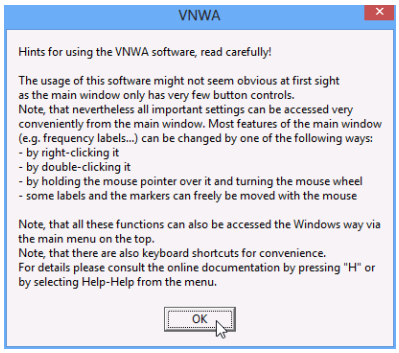

**2. First information**

Um Ihren VNWA über den gesamten Frequenzbereich (bis zu 1,3 GHz und darüber hinaus) verwenden zu können, müssen die DDS-Chips, im Inneren, übertaktet werden. In der langen Geschichte des VNWA wurden mehrere tausend DDS-Chips übertaktet und wir haben nicht einen einzigen Ausfall beobachtet. Sie übertakten jedoch immer noch, auf Ihr eigenes Risiko**.**

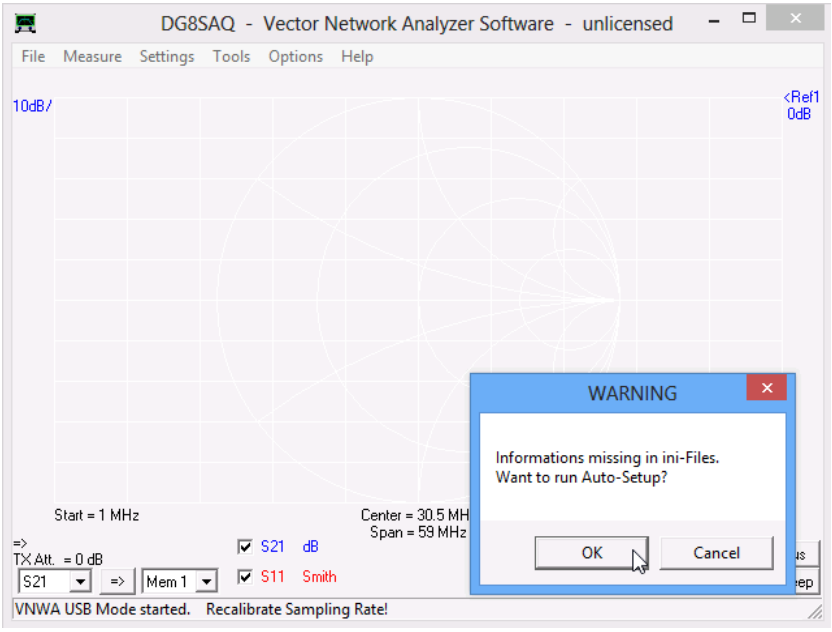



Drücken Sie OK, wenn Sie dem Übertakten zustimmen. Klicken Sie auf Abbrechen oder schließen Sie das Fenster mit der X-Taste, wenn Sie nicht übertakten wollen.

Als nächstes werden einige nützliche Hinweise gezeigt, über erste nicht so offensichtlich Wege, um die Software zu betreiben:



Auch dieses Fenster wird nur einmal angezeigt. Schließen Sie es, nachdem der OK-Taste oder mit der X-Taste zu lesen.
Das VNWA-Main-Window erscheint und die Software erkennt, dass ein Setup erforderlich ist:



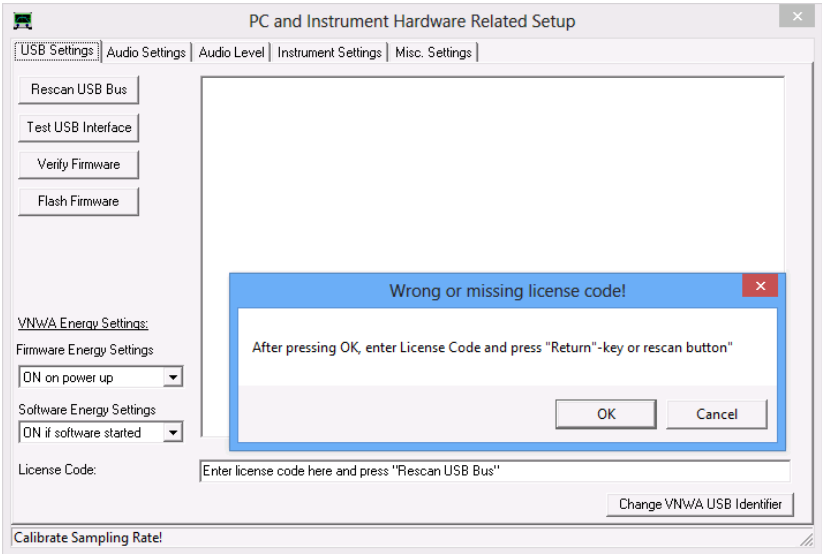

Mit Abbrechen oder Schließen des Warnfensters mit der X-Taste, bricht das geführte Setup ab und aktiviert das Main Window.
Um mit dem geführten Setup fortzufahren, drücken Sie OK .

### 3. Automatic setup, entering license code

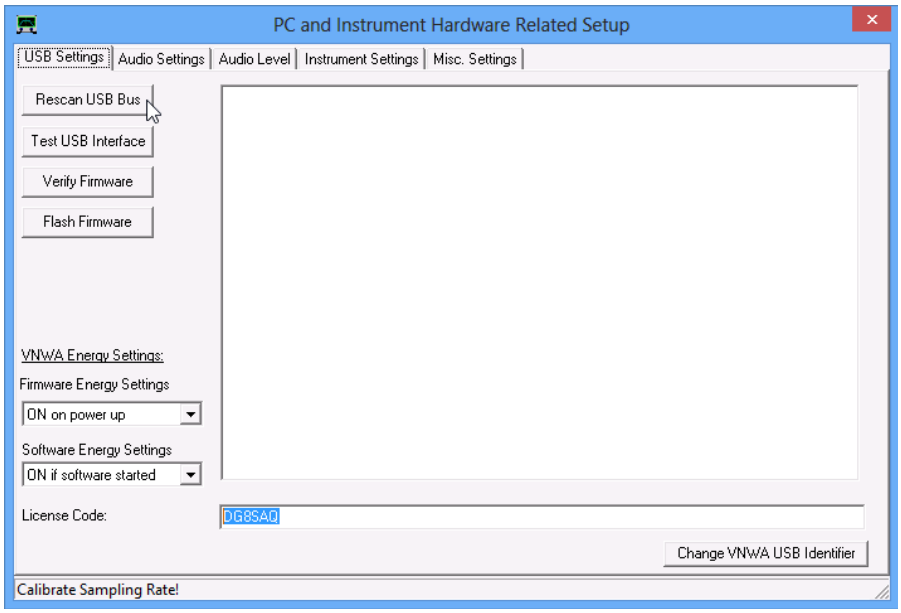
Hinweis: Sie können die geführte Installation, zu jedem Zeitpunkt, durch **nicht** die Taste OK drücken oder durch Schließen der Dialoge oder des Setup-Fensters, mit der X-Taste, unterbrechen. Auto-Setup kann neu gestartet werden, indem Sie zu "Audio-Setting" gehen und die "Auto-Setup Audio Devices"-Taste drücken, unten links.

Wenn ein Lizenz-Code zuvor, während der Software-Installation, eingegeben wurde, wird der nächste Schritt automatisch übersprungen und der Setup-Prozess wird in Abschnitt 4 fortgeführt.

Wenn kein Lizenz-Code zuvor eingegeben wurde, dann werden Sie aufgefordert, dieses jetzt zu tun:




Bestätigen Sie die Meldung mit OK, dann geben Sie Ihren Lizenz-Code ein ...

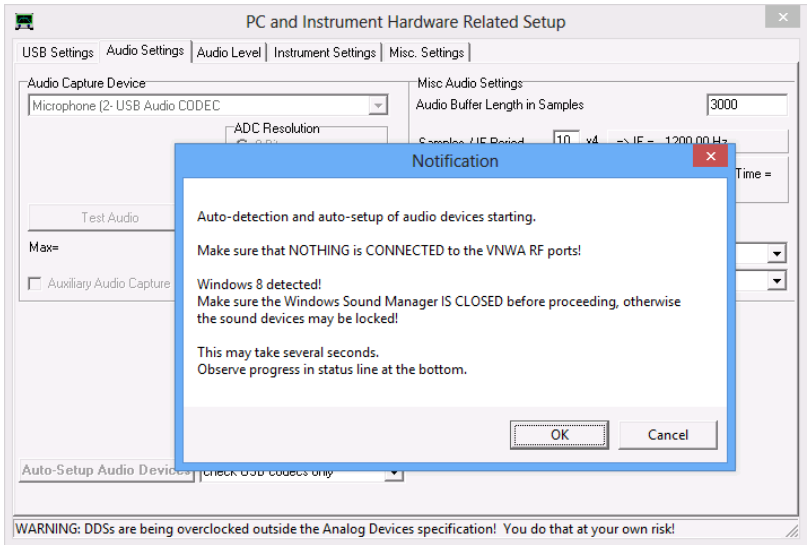



... und durch Drücken der Return-Taste auf der Tastatur oder durch Drücken der "Rescan USB Bus"-Taste schließen Sie die Eingabe ab.
Wenn der eingegebene Lizenzschlüssel nicht korrekt ist, werden Sie nochmals aufgefordert, einen korrekten Lizenzschlüssel einzugeben.
Wenn der Schlüssel korrekt ist und Verbindung zum VNWA Hardware festgestellt werden konnte, dann fährt der Setup-Assistent mit dem automatischen Audio-Setup fort:

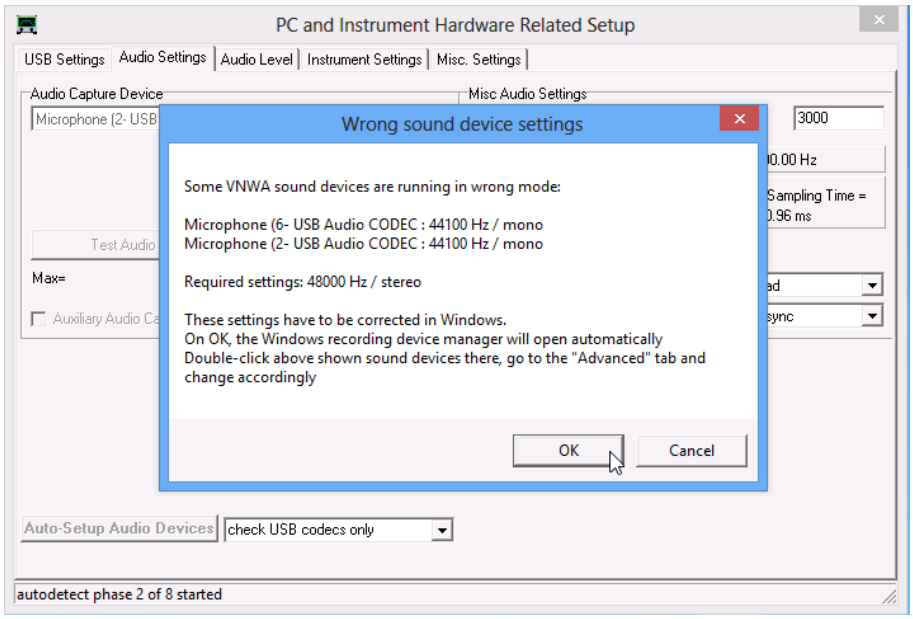
### 4. Audio-device-setup

Stellen Sie sicher, dass nichts an den VNWA TX-und RX-Ports angeschlossen ist, bevor Sie mit der automatischen Erkennung von Audio-Geräten fortfahren.

Auch habe ich bemerkt, dass auf einigen Windows 8 Installationen, die Sound-Devices nicht geöffnet werden können, während das Windows-Sound Device Control-Fenster geöffnet war. So stellen Sie sicher, dass es geschlossen ist, bevor Sie fortfahren.

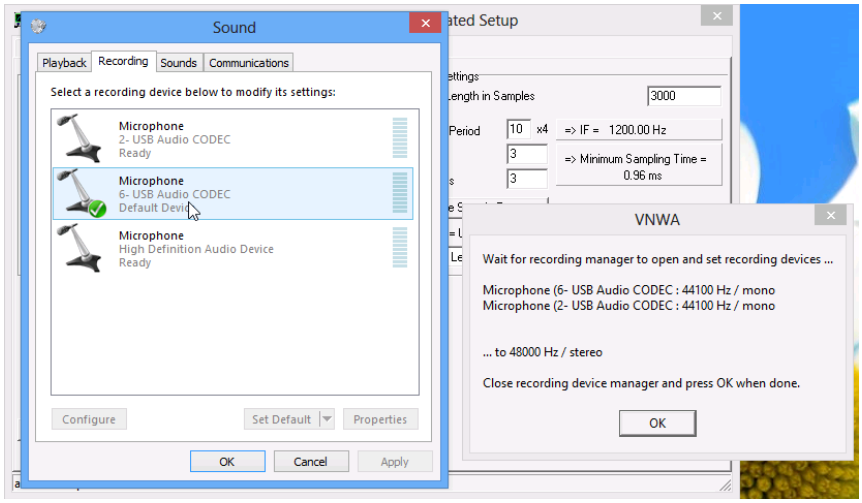



Nach dem Sie geprüft haben, dass nichts mit den VNWA RF Ports verbunden ist, drücken Sie  OK.

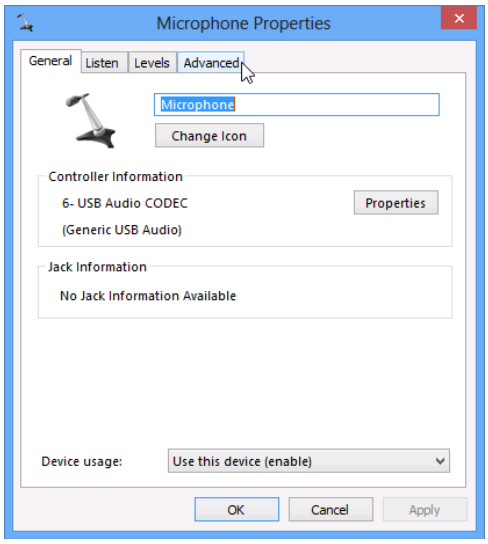



In diesem Beispiel habe ich einen VNWA3E angeschlossen, der zwei Sound-Devices enthält. Wenn ein VNWA3 verwendet wird, wird nur ein Audiogerät erkannt werden.

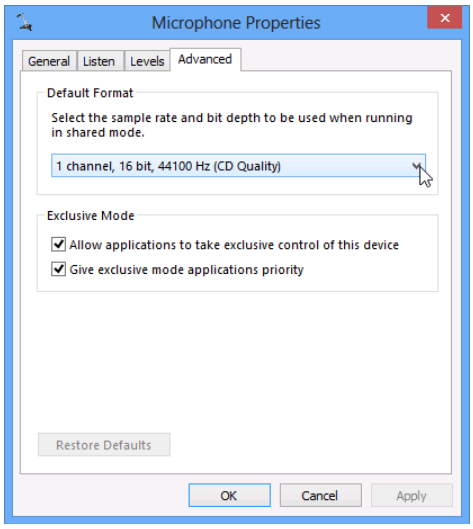
Für Windows Vista und neuere Versionen, werden die VNWA Sound Recording Devices an den 1. Kanal / 44100 Hz, bei der ersten Verbindung mit dem PC, eingeschaltet werden. Die VNWA Software merkt das und bittet Sie, dieses zu ändern. Da Windows nicht zulässt, dass Benutzer-Code, diese Einstellungen zu ändern, werden Sie aufgefordert, sie in dem Windows Sound Manager zu ändern, der sich automatisch öffnet. Beachten Sie, dass dieses Problem nicht bei Windows XP und älteren Systemen auftritt.
Drücken Sie OK und beachten Sie ein weiteres Benachrichtigung Fenster und der Windows-Sound-Manager geöffnet sich:



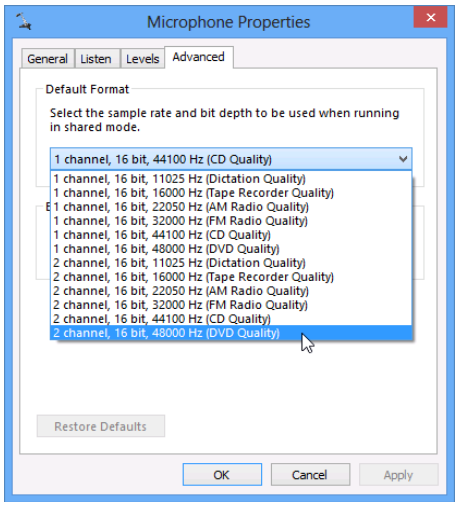

Doppelklicken Sie auf diese Sound-Geräte in Sound Manager, die in dem Mitteilungs- Fenster angezeigt werden. Auf diese Weise wird der Windows-Sound-Device Eigenschaften-Manager geöffnet:



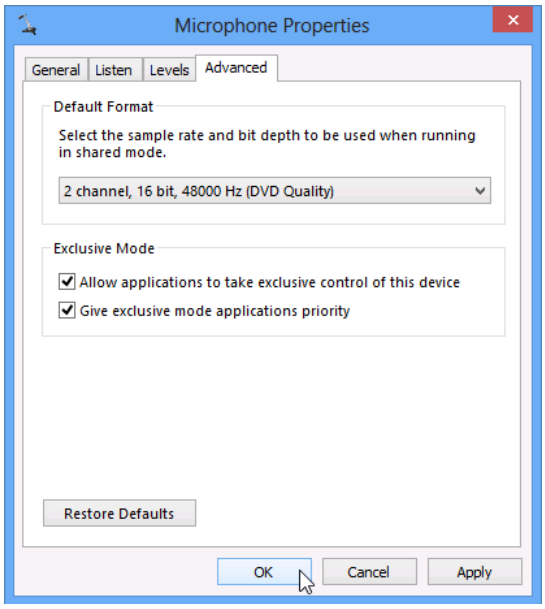

Gehen Sie zu der **Advanced** Registerkarte, ...



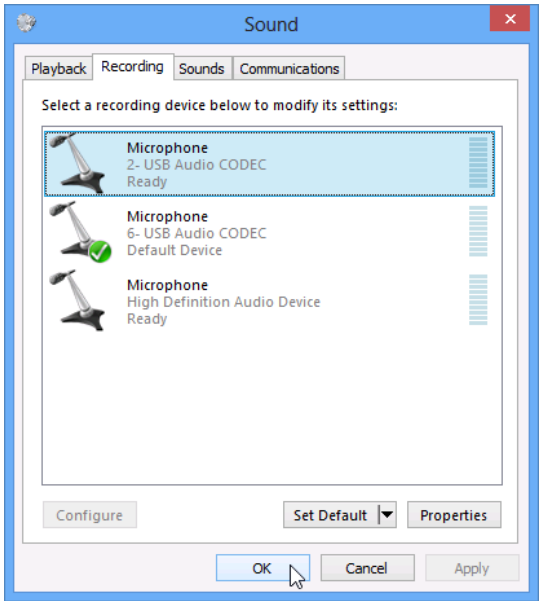

... und ändern Sie die bestehende Einstellung von ( 1 channel 44100 Hz) ...



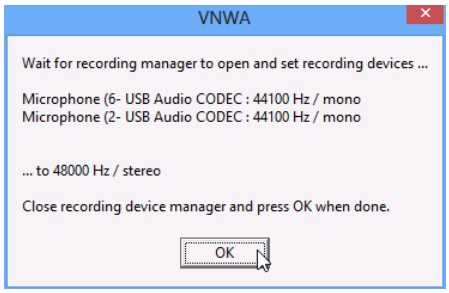

... zu 2 channels 48000 Hz.




Press OK ...




... und wiederholen das mit dem zweiten Sound Device. Dann schließen Sie den Windows Sound Devices Manager durch drücken von OK...

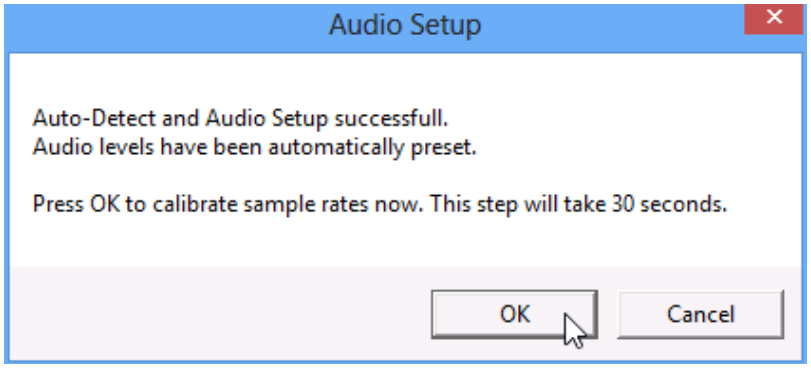



.. und schließen Sie die obere Mitteilung durch Drücken der Taste OK.
Wenn Sie nicht alle Sound-Devices richtig eingestellt haben, oder wenn Sie eine falsche Einstellung vorgenommen haben, dann beginnt das obige Verfahren automatisch wieder.

Nachdem alle Sound-Devices richtig konfiguriert sind, wird die automatische Erkennung starten. Beachten Sie die Fortschritte in der unteren Statuszeile des Setup-Fensters:

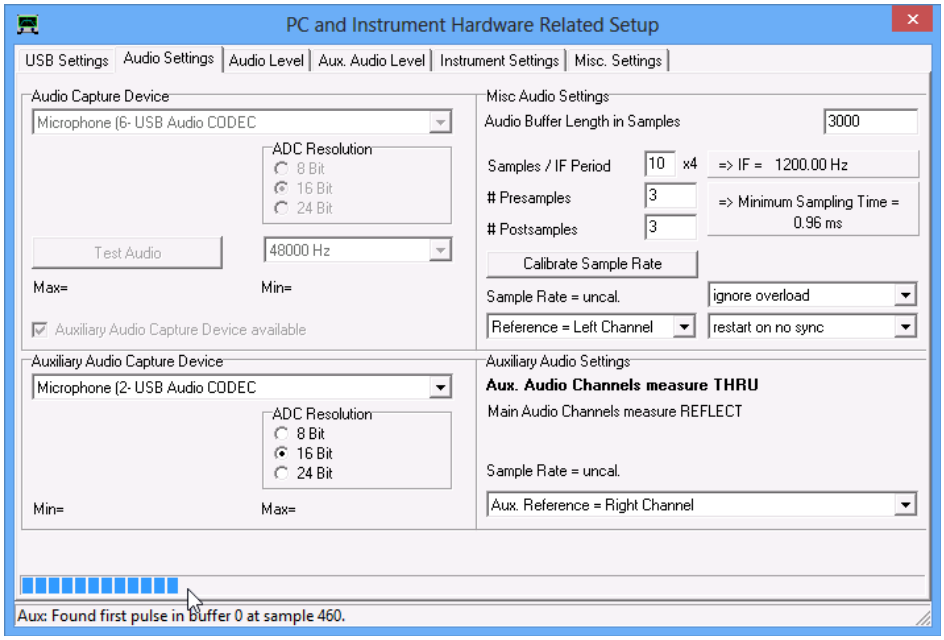



Der erfolgreiche Abschluss des automatischen Erkennungs-Prozesses endet mit der automatischen Korrektur des Audiodevice-Setup und einer Benachrichtigung des Benutzers:

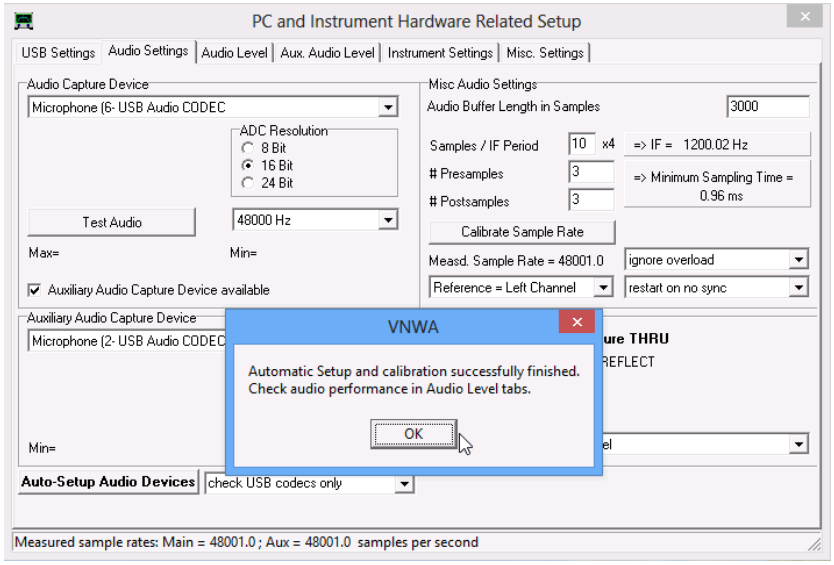



Beachten Sie, dass von der VNWA Softwareversion V36.2.z aufwärts, die Software in der Lage ist, den Codec Recording-Level, für die Windows-Versionen Vista und später, regeln kann, sofern die Codec-Interface Library CodecIF.dll richtig installiert ist (das automatische Installationsprogramm erledigt dies, bei manueller Installation muss die Datei in das Programmverzeichnis kopiert werden). In diesem Stadium sind die Pegel bereits auf die richtigen Werte gesetzt worden.

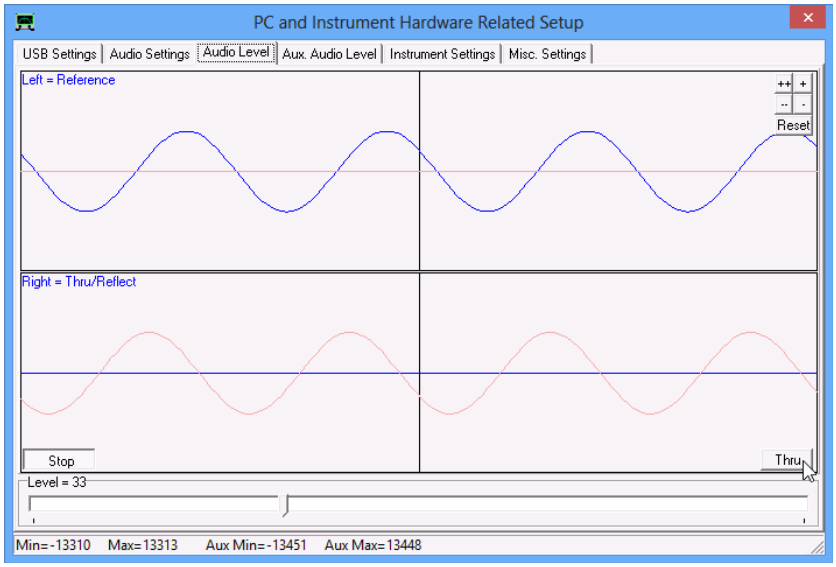
Alles, was noch zu tun ist, ist die genauen Codec Sample-Rates zu bestimmen. Dieser Sample-Rate- Kalibrier-schritt startet automatisch nach der Bestätigung mit der OK-Taste. Beobachten Sie, die Fortschrittsanzeige bewegt sich langsam nach rechts, wie die Messung :




Nach erfolgreichem Abschluss werden Sie benachrichtigt. Bitte beachten Sie auch die genau bestimmten Sample-Rates in der unteren Statuszeile des Setup-Fenster. Wenn diese Werte stark voneinander abweichen oder von der nominalen Samplerate von 48000 Hz, dann ist es ratsam, diesen Kalibrierungs- Schritt später manuell zu wiederholen, indem Sie die "Calbrate Sample Rate"-Taste, auf der rechten Seite des Audio-Settings, drücken.



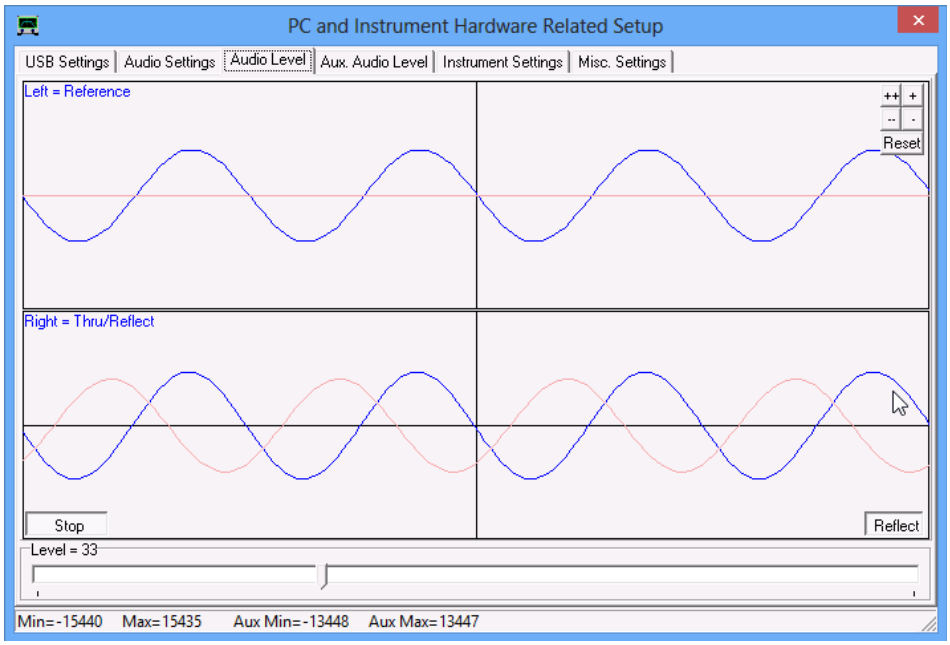

Nach dem Schließen des Benachrichtigungs- Fenster mit OK, wird ein Audio-Test gestartet und die Software schaltet automatisch auf die Audio-Level-Registerkarte:



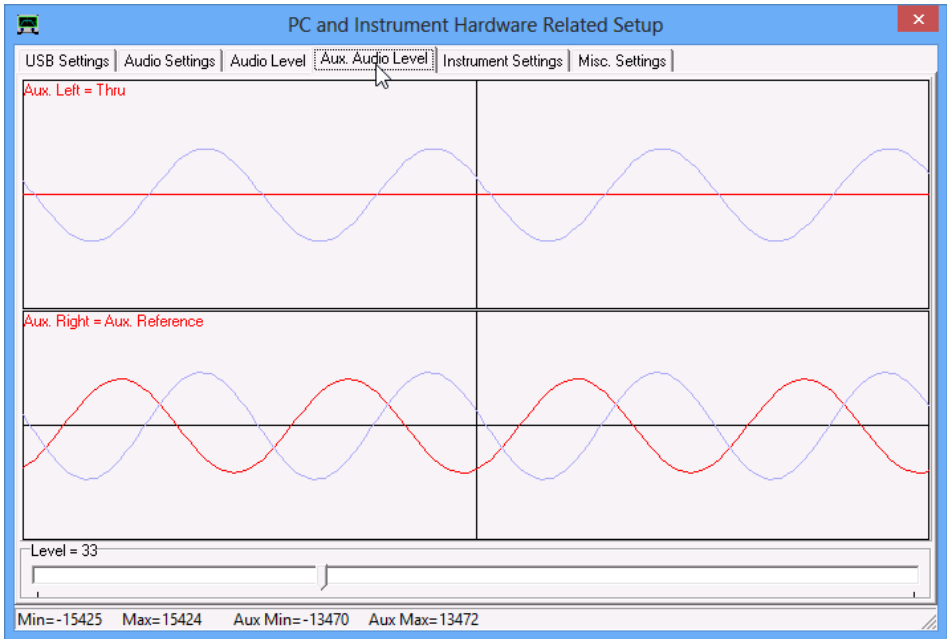

Hier können Sie die VNWA Signale sehen, wie sie den Codec erreichen. Mit den ersten Standardeinstellungen sehen Sie Sinus-Wellen, die nur eine sehr langsame Phasenverschiebung über die Zeit, zeigen sollten. Wenn sie sich ziemlich schnell bewegen, bedeutet dies, dass der vorherige Kalibrierungs- Sample- Schritt ausgefallen ist und sollte wiederholt werden.
Beachten Sie, dass dieser Audio-Test später manuell wiederholt werden kann, indem Sie auf die Registerkarte Audio Level gehen und Drücken der Start / Stopp-Taste auf der unteren linken Seite.
Beachten Sie, dass, wenn Sie die **Number of Sample Points per IF Period** zu einem sehr niedrigen Wert verändert haben, dann kann die Form der Sinus-Wellen trapezförmig / dreieckig werden. Das ist vollkommen ok.

In obigen Screenshot sehen Sie das blaue Haupt Referenzsignals und das schwach rote Auxilliary Referenz-signal (Aux-Signal nur für VNWA3E ). Die Signalpegel sind voreingestellt auf ca. 50% der vollen Skala, die die empfohlene Einstellung ist.
Beachten Sie, dass VNWA 36.2.z und später, bietet einen einzigen Lautstärkeregler auf der Unterseite, die den Recording Level des Main-Audio-Device, für alle Windows-Versionen Vista und später, kontrolliert. Windows-Versionen XP und früher bieten zwei Schiebern (getrennt für linken und rechten Kanal) oder keine Abhängigkeit von der Verfügbarkeit der Hardware-Ebene Kontrolle. Es gibt kein Thru-Signal (rot und blau flache Linien) weil nichts an den VNWA RF-Ports angeschlossen ist.

Beim Umschalten der Thru-Modus-Taste auf den Reflect- Mode, durch Drücken, erscheint ein zweites, blaues Sinus-Signal, die das reflektierte Signal darstellt:

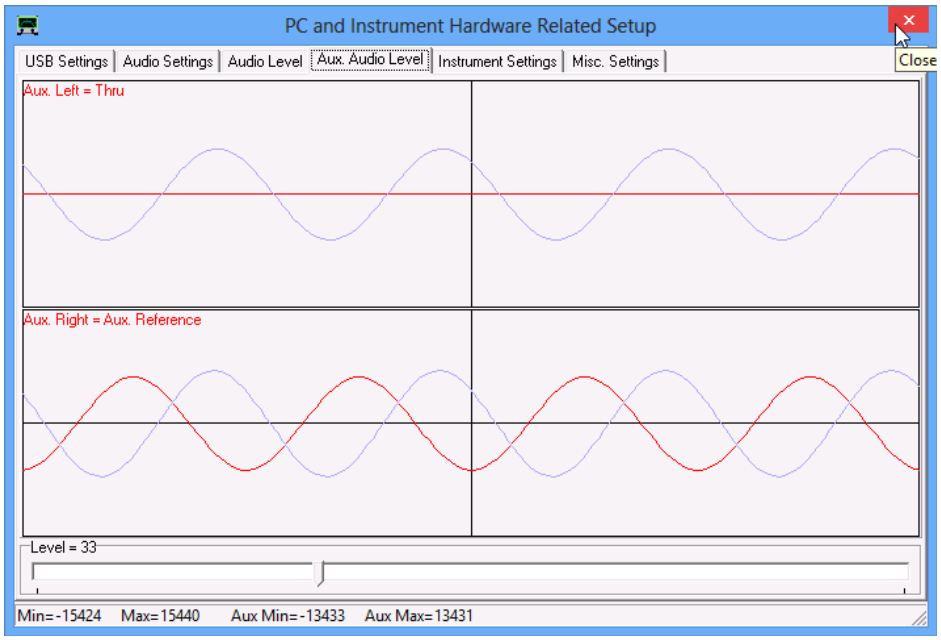



Beachten Sie, dass die roten Aux-Signale unverändert bleiben. Der Pegel des Aux-Signals kann von dem Lautstärkeregler auf der Unterseite der Aux Audio Registerkarte gesteuert werden:



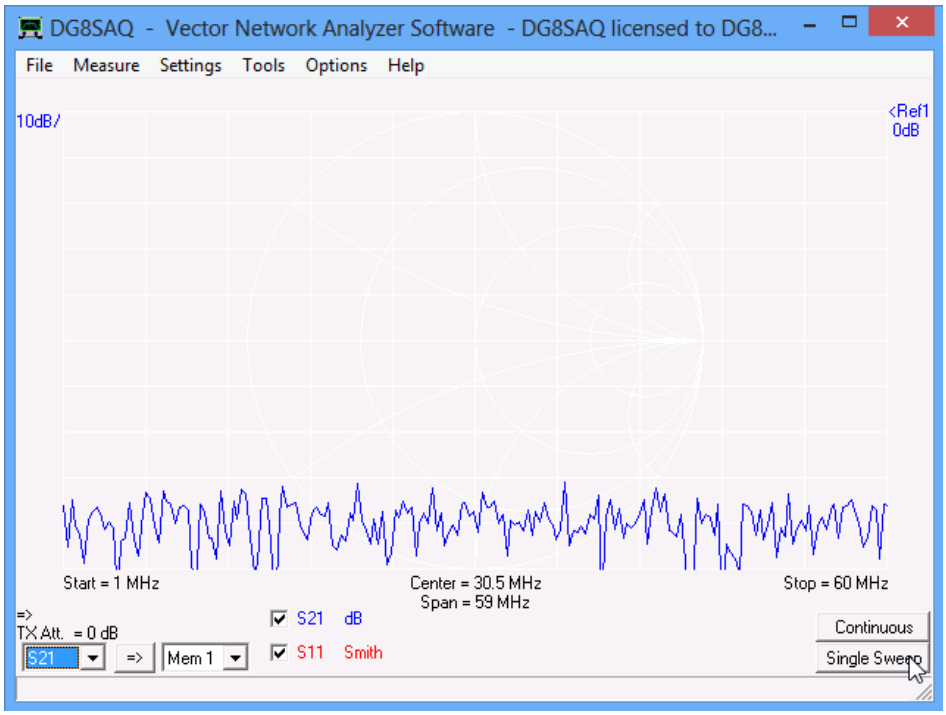

Manuelles Ändern der Levels sollte nicht notwendig sein, da die von Auto-Setup voreingestellten Levels die empfohlenen Einstellungen sind.

Nun, stoppen Sie den Audio-Test, indem Sie die X-Taste einmal anklicken...




... und schließen Sie das Setup-Fenster, indem Sie auf die X-Taste erneut drücken, so geht es zurück auf das VNWA Main Window.

**Das Instrument Hardware-Setup ist nun abgeschlossen und Sie sind wieder im VNWA Main Window**. Das Gerät ist bereit für den ersten Durchlauf (Sweep).
Probieren Sie es aus, indem Sie auf die Single Sweep-Taste drücken:



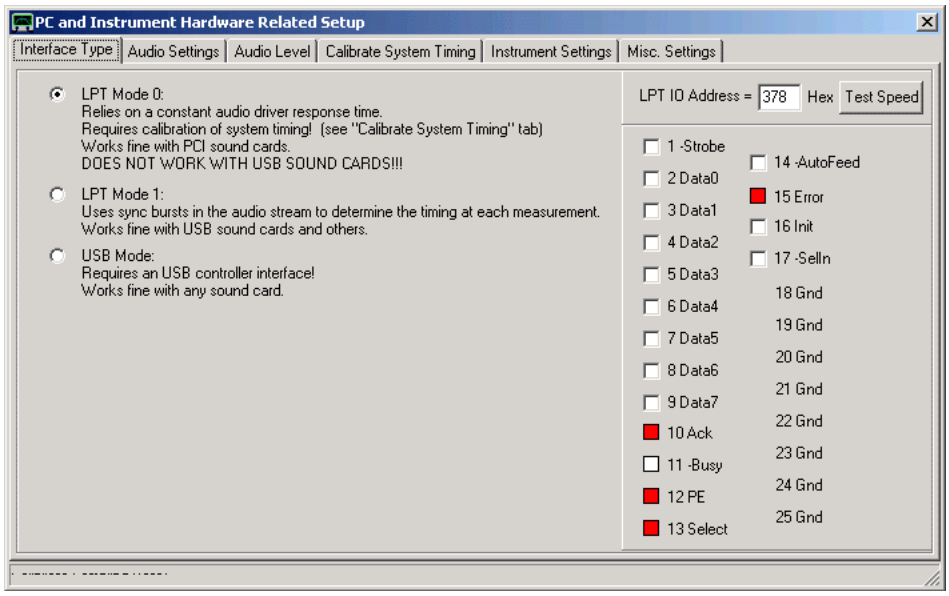

Die S21 Transmissionsmessung zeigt eine rauschende Linie, da kein RX-Eingangssignal vorhanden ist. Das S11 Reflektions-Signal liegt außerhalb des Bildschirms, wenn das Instrument noch nicht RF kalibriert ist.

Siehe Seite **Instrument Calibration,** um etwas über HF-Kalibrierung zu lernen.

**Configuration**
**Manual Configuration the Software for Usage with a DG8SAQ VNWA**

## Starting the Software, Choice of Interface

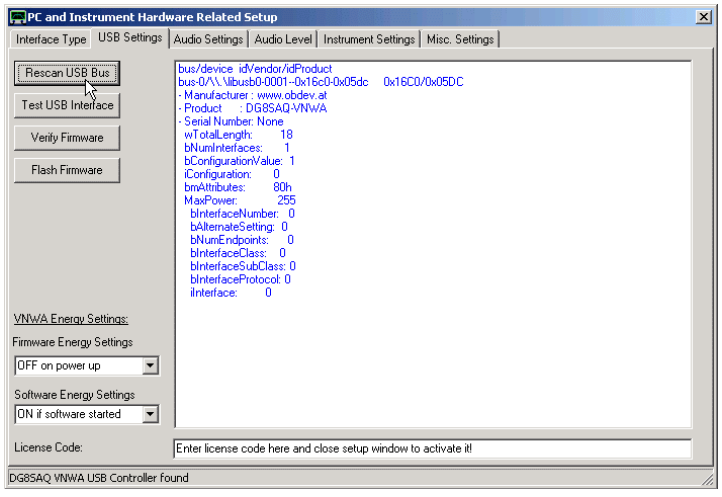
Um die VNWA Software zu starten, Doppel-klicken Sie auf VNWA.exe. Schauen Sie hier nach besonderen Einstellungen für Windows-Vista.
Beim Programm-Start sollten sich zwei Fenster öffnen. Einer, sieht aus wie dieser:




Überprüfen Sie den gewünschten Schnittstelle-Typ. Überzeugen Sie sich, die richtige Adresse Ihres LPT-Anschlusses einzugeben(378hex ist am üblichsten Wahl, siehe Ihr PC-BIOS). Der Button"Test LPT" erlaubt Ihnen, die Geschwindigkeit Ihres LPT-Anschlusses zu bewerten. Sie sollten Werte zwischen ungefähr 1us und 2us pro Byte erhalten. Das ist kein Funktionalitätstest der LPT-Anschlusshardware, obwohl! Sie wirklich die LPT Hardware prüfen können, mit dem feature auf der Rechten. Sie können ändern den Status der LPT-Leitungen und die Änderungen mit einem Scope beobachtungen. Sie können auch einen Echoprüfungs-Verbinder machen und die Änderungen auf den Eingangs-Leitungen beobachten.
**Anmerkung : USB zu LPT Konvertern nicht funktionieren,** für diese Anwendung wegen der Latenz des USB-Übertragungsprotokolls.

**Bevor Sie den *USB-Mode* auswählen, müssen Sie die USB_VNWA-Schnittstelle eingesteckt haben!**
Wenn Sie den **USB-Mode** auswählen, verschwinden die LPT-Testeigenschaften, und das **USB-Settings tab** erscheint.

## USB Settings (only applicable to the USB_VNWA interface)



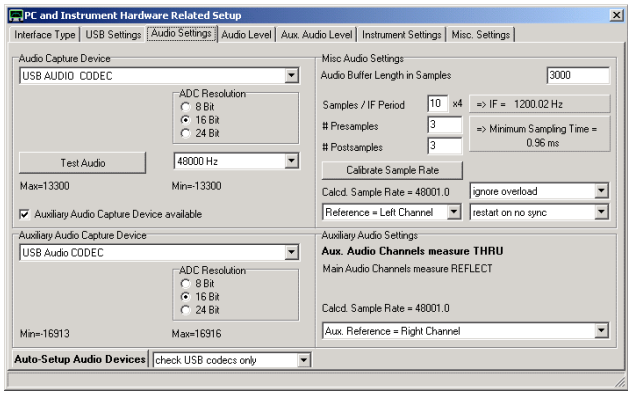

Drücken Sie **Rescan USB Bus**, um zu sehen, ob der USB-Treiber und die USB_VNWA-Schnittstelle richtig detektiert werden. Sie sollte in diesem Fall im oben gezeigten Bildschirm zu sehen sein.

**Note:** Bevor, Sie fortfahren, müssen den **Lizenzcode** ins unterste Feld eingeben, den Sie zusammen mit Ihrem USB_VNWA Schnittstelle erhalten haben. Danach **müssen Sie schließen und das Hardware-setup window wiedereröffnen**, um den Lizenzschlüssel zu aktivieren!

Nach der Aktivierung können Sie **Test USB-Schnittstelle** drücken, um eine fehlerfreie Kommunikation nachzuprüfen.

## Audio Settings

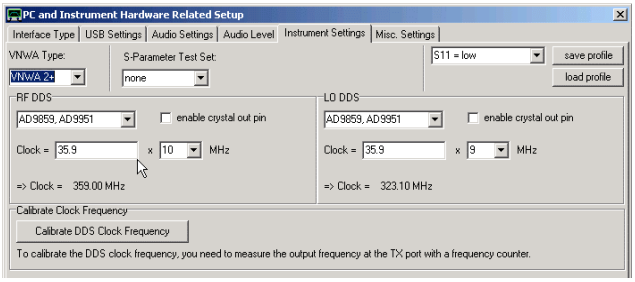
Als nächstes gehen Sie zur **"Audio Settings"** Registerkarte:




Wählen Sie Ihr bevorzugtes Audio Capture Device, auf der linken Seite, aus. 48 Kilohertz ist eine gute Wahl, für die Sampling Rate, die durch alle modernen Soundkarten unterstützt wird. Niedrigere Sampling Rates können für Niederfrequenz-Messungen vorteilhaft sein, aber beschränken die Sweep-Geschwindigkeit. Die angezeigten "Misc Audio Settings" sind eine gute Wahl. Wenn Sie eine langsame CPU haben, könnten Sie wollen, die Audio Buffer Length zu vergrößern. Das führt zu weniger Grafikupdates.

## Instrument Settings / External Hardware

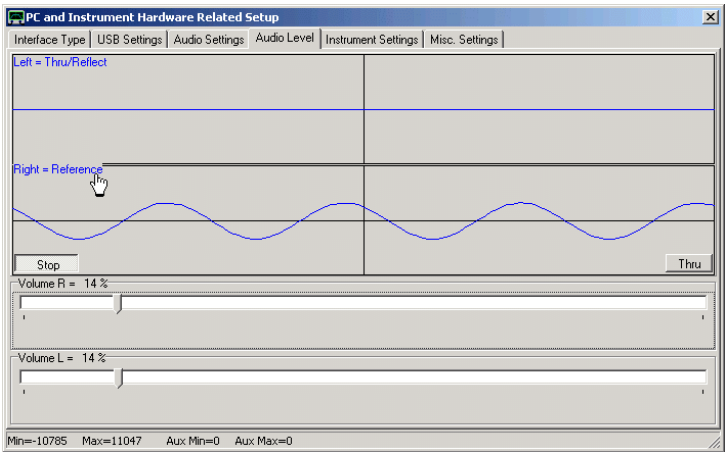
Als nächstes gehen Sie einige Registerkarten weiter vorwärts zu **"Instrument Settings"**:




Hier können Sie die Hardware innerhalb Ihres VNWA angeben. Wenn Sie eine andere Quarzfrequenz haben, modifizieren Sie die Daten, gemäß Ihrer Hardware. Die angezeigte Frequenz von 35.9 MHz wird ungefähr erhalten, wenn normale 12 MHz Quarz in dem 3. Oberton-Mode verwendet wird. Wenn Sie Ihre Clock-Oszillator-Frequenz des DDS kalibrieren wollen, drücken Sie den entsprechenden Button und folgen Sie den Instruktionen. Sie brauchen einen Frequenzzähler, um dieses zu tun. Beachten Sie, dass die zwei Frequenz-Multiplier sollten so wie hoch wie möglich und von einander verschieden sein. Wenn Sie den 600 MHz bis 1.3GHz-Frequenz-Bereich verwenden wollen, müssen Sie Multiplier-**Auto** auszuwählen. Wenn Sie dies tun, wird die im Voraus ausgefüllte Auto Clock Multiplier Table aufklappen. Wenn Sie es einfach als Ausgangsparameter schließen, sollte es in Ordnung sein. Jetzt ist Ihr PC bereit, Kontrolldaten an Ihren VNWA Board zu senden und es ist Zeit, um es zum PC anzuschließen, wenn Sie es bereits noch nicht getan haben.
**Anmerkung :** Mit den angezeigten Clock Multiplier Selection, bleiben Sie innerhalb der Analog Devices Spezifizierung des DDS, aber Sie können nur bis ungefähr 300 MHz messen.

## Adjusting the Audio Level (no adjustment available for the DG8SAQ USB_VNWA interface or for Windows Vista)

Gehen Sie zum **"Audio-Level"** Registerkarte und drücken Sie der Button "Test Audio". Sie könnten die Fenstergröße dafür vergrößern wollen, für eine bessere Sichtbarkeit. Sie sollten den folgenden Bildschirm sehen:

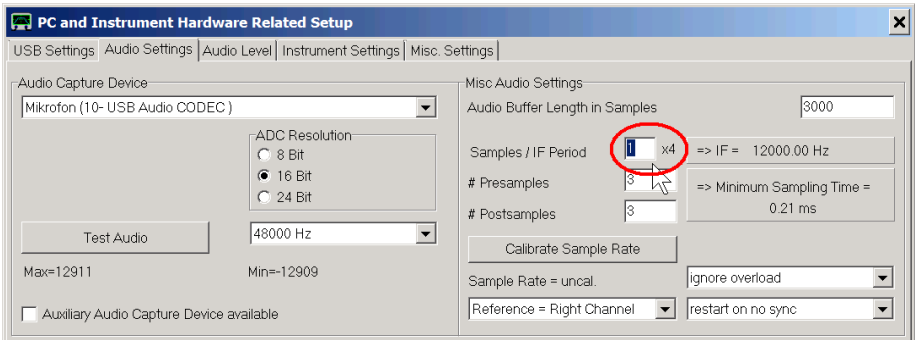



Linke und rechte Audiokanäle werden überwacht, während der VNWA auf eine feste Frequenz gesetzt wird. Auf dem oben gezeigten Bildschirm können Sie sehen, dass das Referenzsignal in dem richtigen Kanal ankommt (unterste Kurve, wenn es der linke Kanal in Ihrem Fall ist, überzeugen Sie sich, die Einstellung in den Audioeinstellungen für rechts zu ändern, blockieren Sie entsprechend). Stellen Sie die Lautstärkenschieberegler für den Reference Channel so ein, dass es keineswegs zu einer Begrenzung kommt. Eine gute Faustregel ist, die Lautstärke so einzustellen, dass der Amplitudenspanne 50 % abmisst, von der maximalen Amplitude. Der linke Kanal (oben) zeigt eine flache Linie, weil das Thru Signal Null ist, weil die VNWA Tx und Rx Ports von einander getrennt sind. Drücken Sie den rechten unteren Button, der "Thru" anzeigt. Es wird gewechselt, um Reflect anzuzeigen. Zur gleichen Zeit werden Sie das reflektierte Signal auf dem linken Kanal (oben) sehen. Regulieren Sie den Level mit dem entsprechenden Schieberegler für das Referenzsignal. Wenn Sie einen Short oder einen Loadwiderstand zum TX-Port anschließen, können Sie beobachten, wie sich die Amplitude und die Phase des reflektierten Signals ändern. Wenn Sie jetzt den TX-Port und den RX-Port, über ein koaxiales Kabel Zusammen schließen, sollte das reflektierte Signal verschwinden, weil der 50-Ohm-Eingangs-widerstand des RX-Ports, die RF Leistung nicht reflektiert. Wenn Sie den rechten Button wieder drücken, um sich das "Thru" zu zeigen, sollten Sie, stattdessen ein starkes Thru Signal sehen. Wenn seine Amplitude zu groß erscheint, reduzieren Sie es, mit dem entsprechenden Schieberegler. Vergrößern Sie die Amplitude zu dieser Zeit nicht, weil Sie, die reflektierte Signalamplitude auch vergrößern würden, die Sie bereits einreguliert haben.

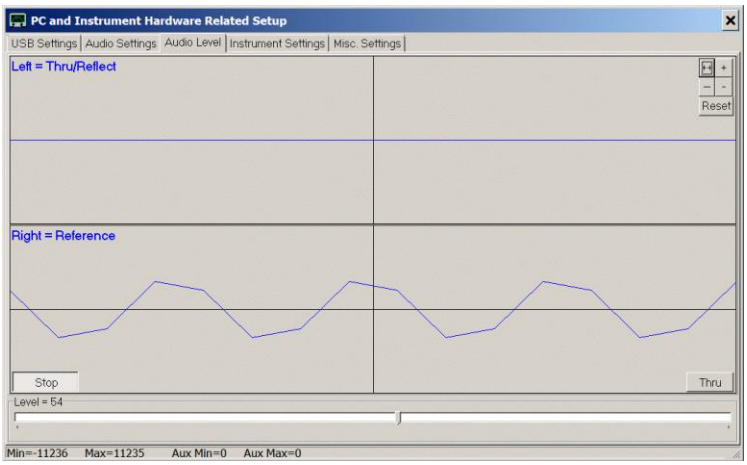
**Anmerkung :** Ein Schieberegler ist nicht verfügbar für die DG8SAQ USB_VNWA Schnittstelle oder für Windows-Vista!

Wenn Sie das getan haben, drücken Sie den Button "Test Audio" wieder, um die Aufnahme zu beenden.
Beachten Sie, dass die anderen Registerkarten, deaktiviert werden während das Sound Device aufnimmt! Außerdem können Sie nicht das das Setup Window schließen, während Sampling.

Beachten Sie, dass die Sinuskurve im obigen Screenshot mit der Standardeinstellung von 10x4 Samples pro IF Periode abgetastet wurde, die sie glatt und sinusähnliche aussehen lässt. Wenn Sie die Anzahl der Samples pro Periode IF 1x4 für ultraschnelle Sweeps erforderlich ist ...



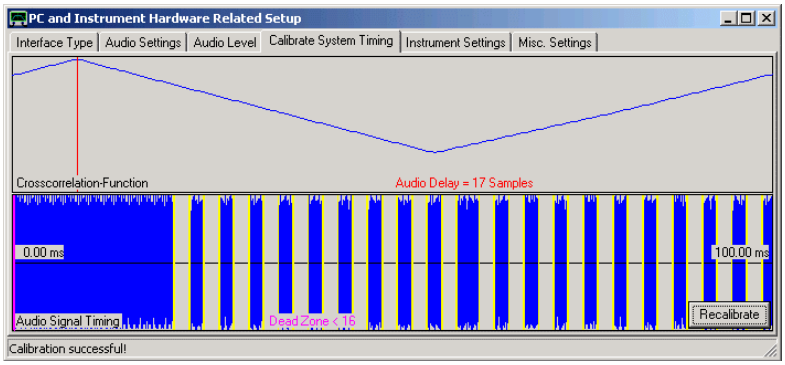

... wird die Sinuswelle eher dreieckig oder trapezförmig aussehen...




... Das ist völlig in Ordnung! Es ist noch eine Sinuswelle, die in dem Diagramm mit 4 Geraden zwischen 4 abgetastete Datenpunkte pro Periode angenähert wird. Beachten Sie, dass die letzten beiden Screenshots auf einem Windows7 Computer mit einem VNWA2 aufgenommen wurden.

### Audio Driver Timing Calibration (LPT Mode0 only) and Sample Rate Calibration

Wenn Sie den Schnittstellen-Typ "LPT Mode 0" am Anfang ausgewählt haben, müssen Sie als nächstes, die sound-driver latency kalibrieren. In diesem Fall, bewegen Sie den Maus-Zeiger zur Registerkarte **"Calibrate System Timing"** (für den LPT "Mode 1" Sie können diesen Schritt auslassen). Drücken Sie den Button "Recalibrate". Sie sollten das folgende Bild sehen:




Hier werden die DDSes ein- und ausgeschaltet und der Datenstrom wird analysiert, um die schaltenden Elemente wieder zurückgestellt. Die vertikalen gelben Linien sollten die Änderungen im blauen Audiostrom genau anpassen. Die Cross Correlation Function (top) sollte ein scharfes Maximum haben. Im oben gezeigten Beispiel ist ein Audiodelay von 17 Samples bestimmt worden. Drücken Sie den Recalibrate Button ein paar Male und beobachten Sie die berechneten Audiodelays. Wenn sie konstant sind, innerhalb von ungefähr +-1 Sample, dann ist die Arbeitsweise für Ihren PC ausführbar. Wenn nicht, dann müssen Sie "LPT Mode 1" ausführen.
Das Letztere ist für alle USB Audio-Device der Fall.

Als nächstes, müssen Sie die Soundkarten-Sampling rate kalibrieren. Gehen Sie zurück zum Registerkarte **"Audio Settings"** und drücken Sie den Button "Calibrate Sample Rate" in der rechten untern Hälfte des Window. Ein blauer Fortschritt-Balken, sollte seit ungefähr 30 Sekunden erscheinen. Wenn die Kalibrierung erfolgreich ist, sollten Sie die bestimmte Sample rate gerade unter dem Button zu sehen sein. Sie sollte sehr dicht an derjenigen sein, die in der entsprechenden Selection box angegeben ist. Der VNWA muss jetzt angeschlossen werden und gestartet, um diese Kalibrierung auszuführen.

### Master Calibration Filename and Debug Settings

Sie könnten das letzte tab **"Misc Settings"inspizieren wollen.**

Hier können Sie einen Dateinamen eingeben, der verwendet wird, um eine Iinstrument Master Calibration zu speichern, die geladen und automatisch interpoliert wird, im Falle dass keine Kalibrierung, für die aktuellen sweep-settings, durchgeführt worden ist.
**GREIFEN SIE NICHT IN DIE FEHLERSUCHPROGRAMM-EINSTELLUNGEN EIN, ES SEI DENN, DASS SIE GENAU WISSEN, WAS SIE TUN!** Die ganzen Fehlersuchprogramm Einstellungen müssen unchecked sein für eine richtige VNWA Operation.

Schließen Sie jetzt das Setup Window und schließen Sie das Main Window, den Button drückend. Das Schließen des Main Window wird veranlassen, dass die eingegebenen Daten, in Ini-Dateien gespeichert zu werden, die Sie jetzt in Ihrem VNWA Programmverzeichnis finden werden.




Diese Einstellung ist nur einmal, am ersten Programm-Start, erforderlich. Bei den nachfolgenden Programm-Starts, werden die notwendigen Daten lesen werden, von diesen Ini-Dateien und das Setup Menu wird automatisch nicht mehr ausgeführt. Aber Sie können noch herein gehen und die Einstellung manuell, modifizieren, über das Menü "Options-Setup".

**Configuration and running the VNWA application under Windows Vista or Windows7, 8 or 10**

Die folgenden Verfahren gelten für die 32-Bit- und 64-Bit-Betriebssysteme Vista, Windows7, Windows8 und Windows10. Für 64-Bit-Betriebssysteme wird ein spezieller USB-Treiber benötigt. Der automatische Software-Installer erledigt das automatisch. Wenn eine manuelle Treiberinstallation versucht wird, finden Sie auf der Seite **"Driver Compatibility Tables and Driver Installation"** weitere Informationen.

**Hilfssystem-Anmerkung:** Wenn Sie diesen Text auf einem Vista oder Windows7/8/10 Rechner sehen, haben Sie bereits herausgefunden, Ihr OS zu **konfigurieren, um alte Helpfile-Formate zu unterstützen**. Weil die Standard- Vista und Windows 7, 8 oder 10 *.hlp Help-Files NICHT unterstützen.

**LPT- Anmerkung:** Um LPT mode auf 32-Bit-Vista oder Windows 7 an zu verwenden, müssen Sie die VNWA Applikation mit Administrator-Rechte ausführen. Siehe hier für Details. Beachten Sie, dass Sie den **LPT mode auf 64-Bit-OSes nicht verwenden können,** weil die LPT-Treiber, die durch VNWA verwendet werden von Microsoft nicht digital signiert sind.

**USB-Audiocodec-Anmerkung:** Wenn Sie verwenden, das gebaute Audiocodec der **DG8SAQ USB_VNWA Schnittstelle**, müssen Sie sie **manuell das Audiocodec für die Stereooperation konfigurieren**.

## Vista / Windows 7 / Windows 8 help file issues

### Vista Help File Fix

Um diesen Helpfile auf einer Vista-Rechner anzusehen, müssen Sie das passende **WinHlp32.exe** herunterladen und installieren auf Ihrem Betriebssystem.

**Sie http://support.microsoft.com/kb/917607 für Details!**

### Windows7 Help File Fix

Schließlich hat Microsoft ein Reparatur-File für Windows7 zur Verfügung gestellt, um auch dieses Help-File-Format zu unterstützen. Um diesen Helpfile auf einem Windows7 Rechner anzusehen, Sie müssen herunterladen und installieren, das passende **WinHlp32.exe** für Ihr Betriebssystem.

**Sehen Sie nach im Windows-Hilfsprogramm (WinHlp32.exe) für Windows 7 für Details!**

Ein alternative Umgehung ist möglich: Sie müssen die Datei **WinHlp32.exe** von einem WindowsXP Rechner bekommen und sie dann kopieren in Ihr VNWA Softwareverzeichnis. Dann modifizieren Sie VNWA.ini mit einem Texteditor, die Zeile "HelpByExe=0" zu "HelpByExe=1".
Ist das getan, wird sich der Helpfile normalerweise aus VNWA öffnen lassen.
Dieses File fix, wird auch für Vista in der Kombination mit dem VNWA arbeiten, aber es wird Help-File-Probleme für die Drittsoftware nicht beheben.

### Windows 8 Help File Fix

Um diesen Helpfile auf einem Windows 8 Rechner zusehen, müssen Sie die passenden **WinHlp32.exe** herunterladen und auf Ihrem Betriebssystem installieren.

**Siehe http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=35449 für Einzelheiten!**

Dieses Fix ist getestet worden für Windows8 Enterprise, aber es ist berichtet worden, dass es auf Windows 8 Professional versagt. Ein Ausweg ist, winhlp32.exe manuell zu kopieren vom Windows XP System in das VNWA Installationsverzeichnis. VNWA36.2 und später erkennt automatisch das Programm und benutzt es stattdessen.

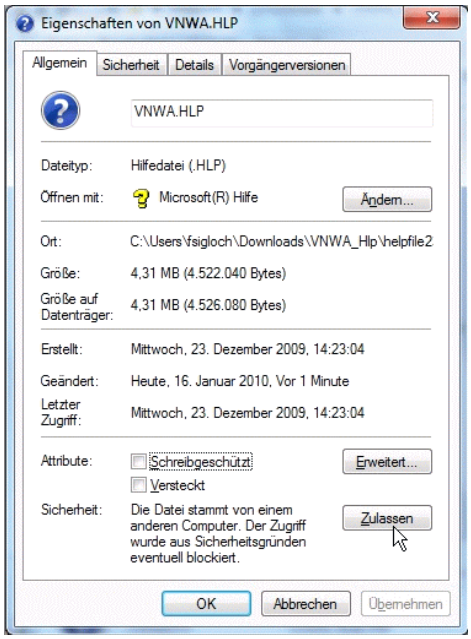
### Windows 10 Help File Fix

Heute unterstützt Microsoft das * .hlp-Hilfedateiformat offiziell nicht mehr, obwohl der Microsoft-Hilfedatei-Viewer winhlp32.exe weiterhin unter Windows 10 ausgeführt werden kann, aber Microsoft die Installation dieses Ansichtstools aktiv blockiert. Es gibt jedoch eine einfache Problemumgehung. Das Microsoft-Installationsskript Install.cmd für winhlp32 kann so geändert werden, dass das Installationsprogramm Windows 7 anstelle von Windows 10 als Betriebssystem ansieht, indem eine Zeile geändert wird, um "WindowsVersion = 7" festzulegen. Diese Vorgehensweise ist ausführlich im Funkamateur Magazin 10/2016 auf Seite 945 beschrieben. Dort können Sie die Patched-Installationsdateien herunterladen: http://www.funkamateur.de/tl_files/downloads/hefte/ 2016 / WinHelpWin10.zip.

Alternativ kann das Open-Source-Programm viewhlp.exe verwendet werden. Installationsverfahren sind im Kapitel **HELP -CONFIGURE HELP** beschrieben.

### Vista and Windows7/8 Security Settings to allow to open VNWA.hlp

Sogar nach dem Sie das Microsoft Help Fix installiert haben, können Sie nicht den Help-File mit WinHlp32 öffnen. In diesem Fall, wird das Help-File durch Windows aus Sicherheitsgründen, blockiert. Um sich das VNWA.hlp als sicher zu qualifizieren, **klicken Sie VNWA.hlp rechts an** und wählen Sie **Eigenschaften (Properties) aus**. Sie werden das folgende Fenster sehen.

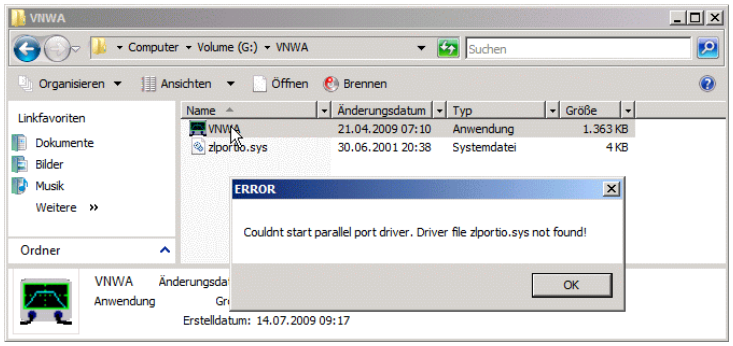



Ganz unten sehen Sie das Item (Teildatensatz)**Sicherheit (Security)** und eine Erklärung die, Ihnen sagt, dass der Dateizugriff blockiert wird.
**Drücken Sie den Zulassen (Release) -Button** rechts daneben (siehe Maus-Zeiger). Sie könnten diesen Schritt mit der Begleitdatei **VNWA.cnt** wiederholen müssen.

## Vista / Windows LPT mode issues

### LPT mode for Vista or Windows 7 (32 bit only!)

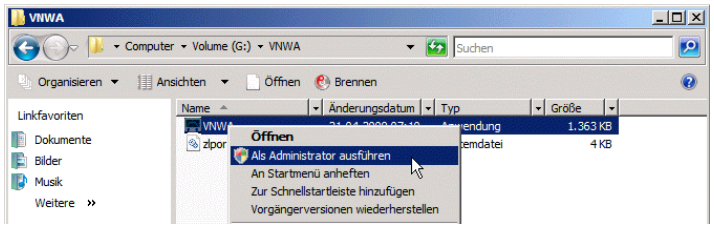
Wenn die VNWA Software in der Kombination mit dem LPT Treiber **zlportio.sys** auf einem Windows-Vista oder Windows7 Rechner angewendet wird, dann blockiert beim Standard Windows der Port-Treiber und nach dem Doppelklicken auf VNWA.exe, sehen Sie folgendes:




Es gibt zwei Lösungen zu diesem Problem:

Lösung 1:

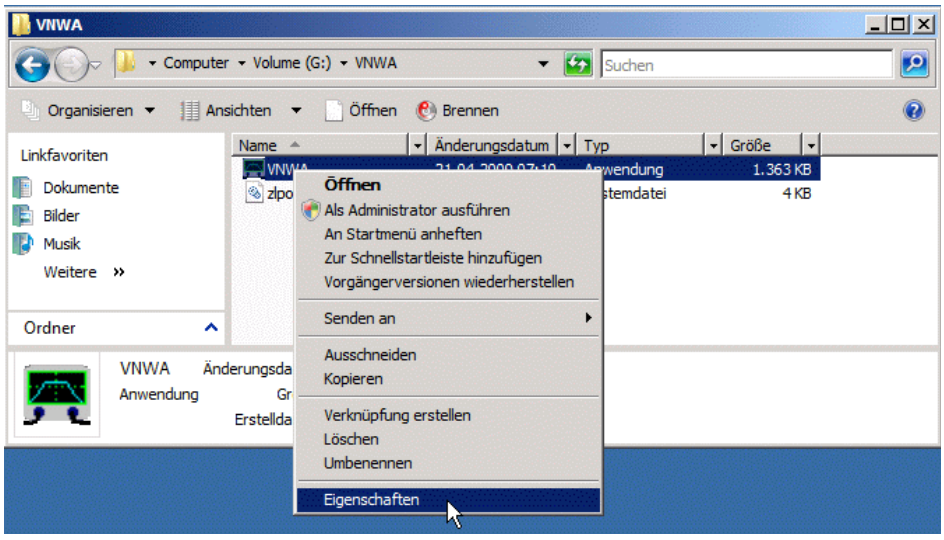
**Rechts-Klicken Sie auf** VNWA.exe und suchen Sie aus **"Als Administratorausführen(run as administrator)"**:



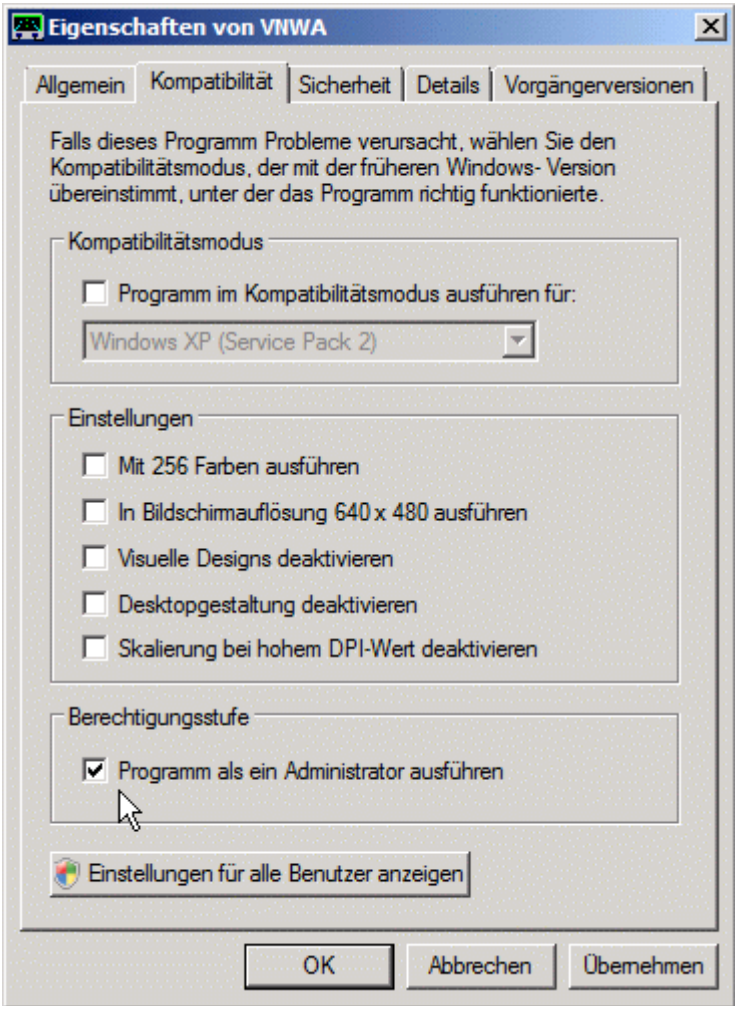

Bestätigen Sie die Warnung, die das knallt, bereit seiend, das Programm zu starten. Dann VNWA.exe sollte fehlerfrei damit gestartet werden LPT Support. Anmerkung Sie, dass Sie das auf jeden Programm-Anfang tun müssen. Günstiger ist Lösung 2:

Lösung 2:

**Rechts-Klicken Sie** VNWA.exe und wählen Sie den Menu Item (Teildatensatz)**"Eigenschaften(Properties)" aus**:




Wählen Sie die Registerkarte **"compatbility" aus** und aktivieren Sie **"Als Administrator ausführen (run program as administrator)"**. Wählen Sie keinen Kompatibilitäts-Modus aus ! Bestätigen Sie mit **"ok"**.




Zukünftig können Sie VNWA.exe Doppelklicken, um es mit Administrator-Rechten auszuführen. Ein Warnungsfenster wird noch aufklappen, bei jedem Programm-Start es sei denn, dass Sie es innerhalb von Windows ausschalten.

## Vista / Windows 7 / Windows 8 Audio Issues

**Warnung:** In Windows 7, 8 / Vista **hängt** der **Name des USB-Audiocodecs davon ab, an welchen USB-Port** Sie das VNWA anschließen. Das bedeutet, wenn Sie die untere Konfiguration machen, mit dem VNWA , der an einem speziellen USB-Port angeschlossen ist, müssen Sie es immer wieder tun, wenn Sie den VNWA an verschiedenen USB-Ports anschließen. Außerdem wird die VNWA Software versuchen, zu Autodetect den USB-Audiocodec, wenn Sie Verbindung wechseln von einem USB-Port zu einen anderen. Das arbeitet zuverlässig, wenn Sie nur einen USB-Audiocodec angeschlossen haben. Ansonsten müssen Sie wahrscheinlich das richtige Sound-Codec manuell auswählen, in dem "Setup – Audio Settings" nach dem Wechsel des USB-Anschlusses.

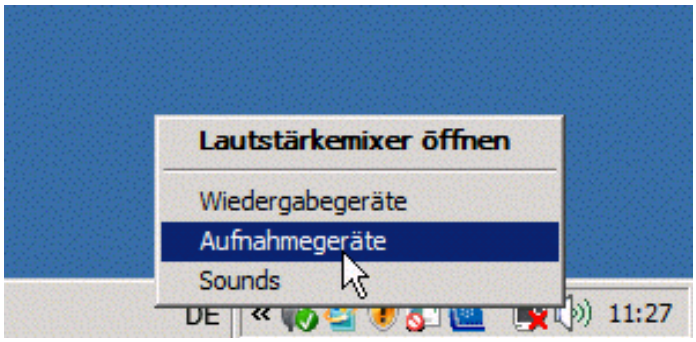
Zusammengefasst, ist es eine gute Idee**, den VNWA immer an einen und denselben USB-Port anzuschließen**.

### Configuring the USB Audio Codec in Vista and Windows 7 und Windows 8

Beachten Sie, dass einige Anwender berichtet haben, dass sie VNWA/USB im Administrator-Modus laufen ließen, wie beschrieben, aber vorher im LPT mode ausführen mussten, um es zu Laufen zu bringen. Das ist nicht immer der Fall, aber könnte ein Versuch wert sein, im Falle von Problemen.

**Configuring the audio codec:**

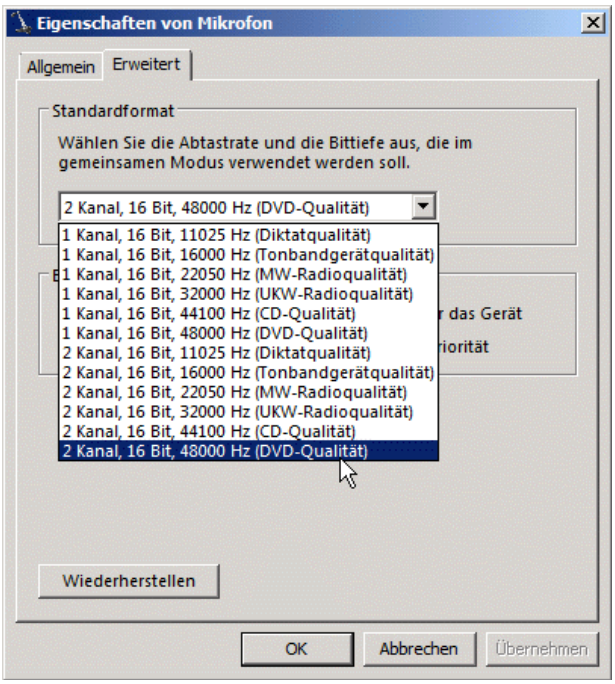
1. Rechts-Klicken Sie auf das kleine Lautsprecher-Piktogramm auf der unteren rechten Windows-Leiste Ihres Desktops und suchen Sie aus **"Aufnahmengeräte (Capture Device)"** aus dem Popup Menü:



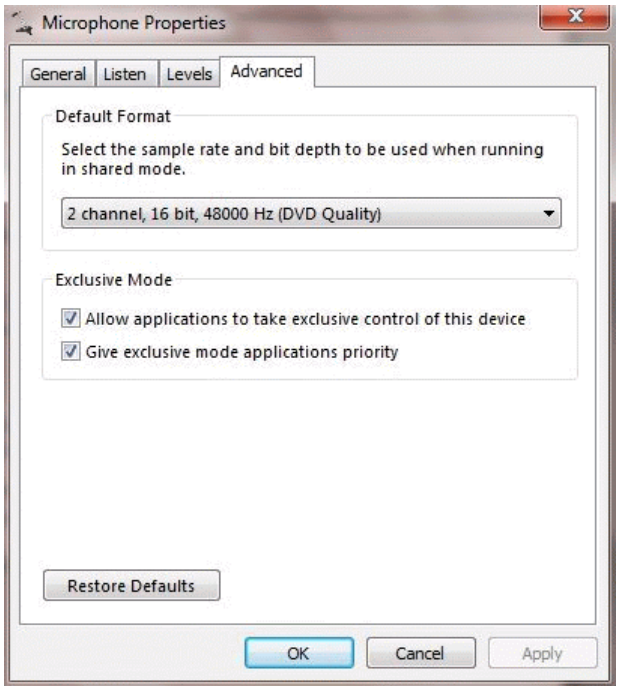




2. Markieren Sie das USB-Audiocodec, durch darauf klicken, wie oben zu sehen, und drücken Sie den **"Eigenschaften (Properties)"-**Button:



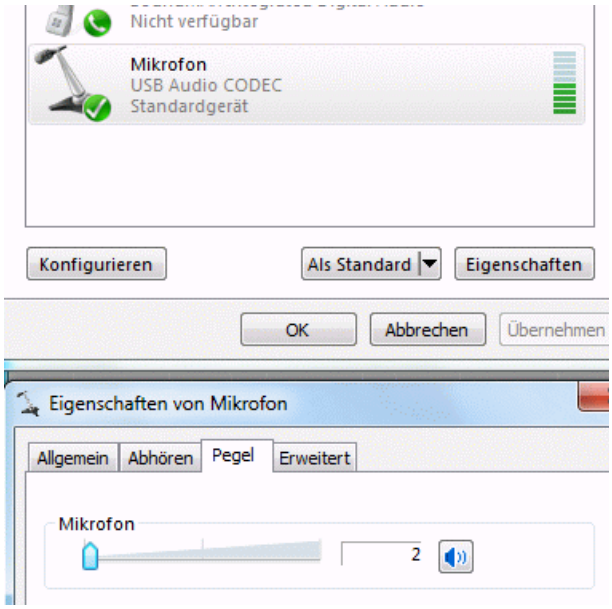

3. Wählen Sie **2 Kanal 16 Bit 48000 Hz** als Arbeitsweise für das Codec, wie oben gesehen, aus.




4. Bestätigen Sie, den **Ok-Button** drückend.

## Windows 7 / Windows 8 Volume Control

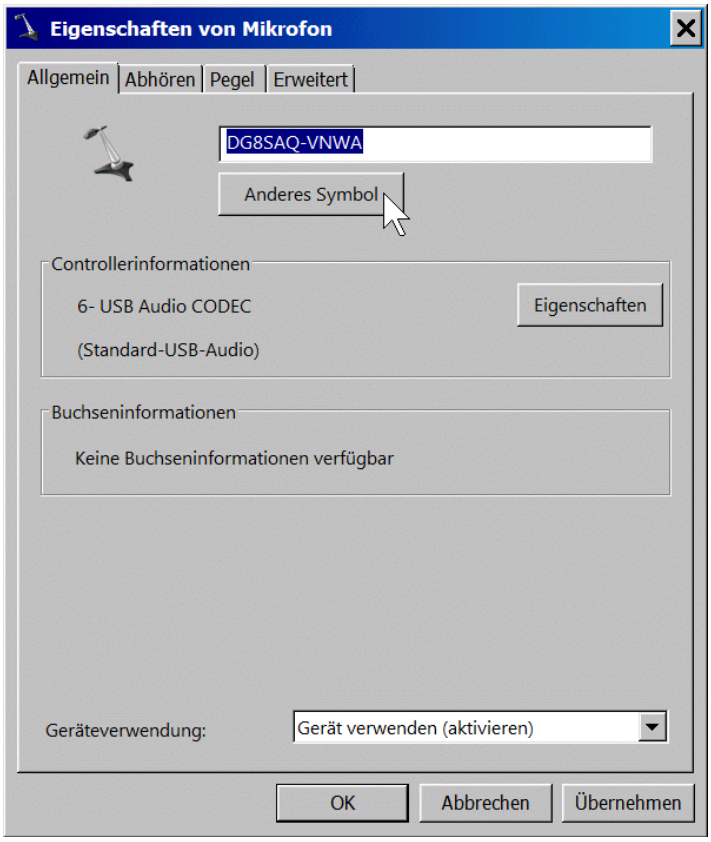
Im Gegensatz zu allen anderen unterstützten Betriebssystemen **erlaubt Windows 7 und 8, das Aufnahme-Volumen des USBs- Codec zu kontrollieren**. Beachten Sie, dass das nur eine Softwarekontrolle ist, die erlaubt, zu Multiply, die Sample Data, von einen Verstärkungswert der durch das Codec gesendet wurden. Aber offenbar kann, numerisches Clippen vorkommen. Standardmäßig ist die Volumen-Einstellung wie verlautet auch zu empfindlich, so reduzieren Sie das Volumen passend, mit dem markierten Mikrofon-Device des USB-Codecs, durch drücken des "Properties"-Button und das Auswählen der "Level"-Registerkarte.



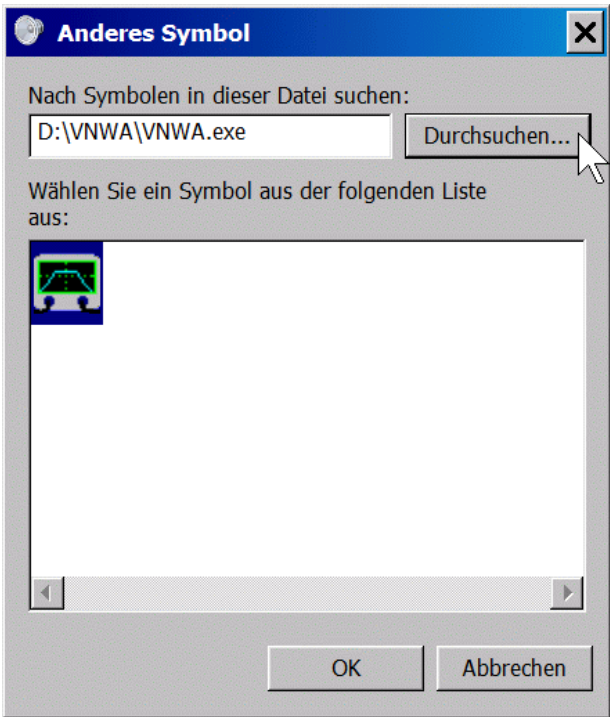

Wie man berichtet, arbeiten Levels zwischen 2 und 4 OK.

## Not necessary but nice: Customizing the VNWA Audio Device in Windows 7 /8

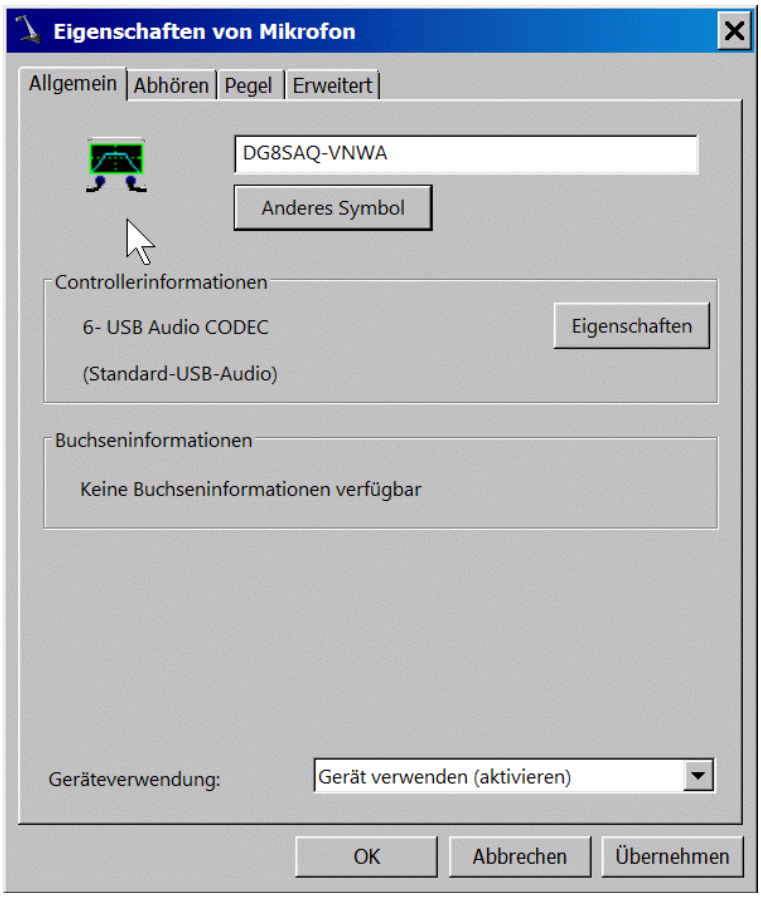
Windows 7/8 bietet die Möglichkeit, den Namen und das Symbol/Piktogramm des USB-Audiogeräts zu ändern:



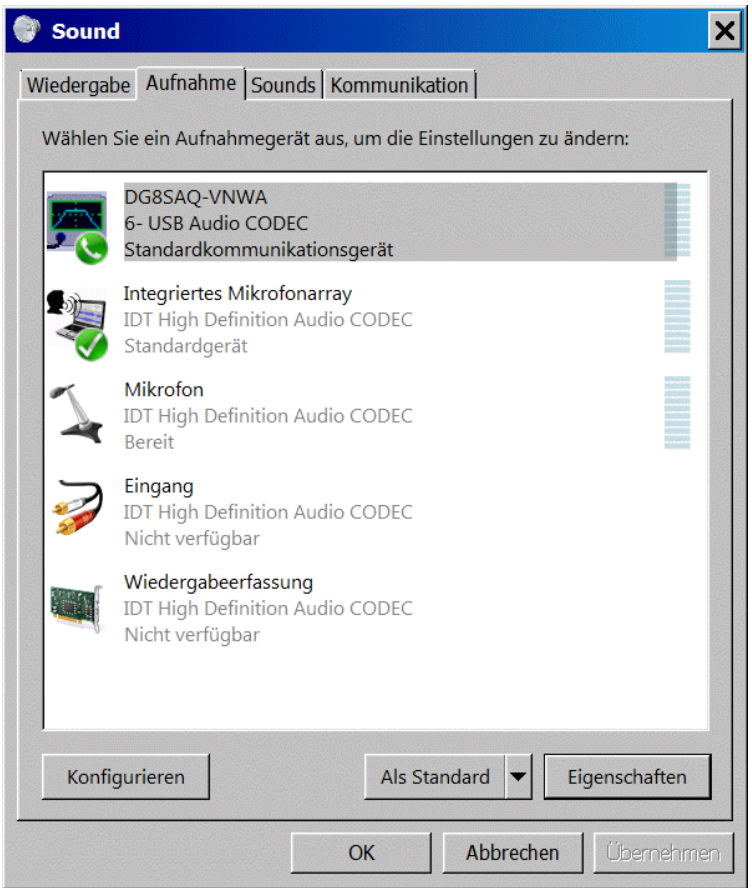

Um den Namen zu ändern, ersetzen Sie einfach den eigentlichen Namen durch ein etwas besserbeschreibbaren wie "DG8SAQ-VNWA", wie gezeigt, im oben gezeigten Beispiel. Das Symbol kann ausgetauscht werden, durch drücken des Button "anderes Symbol" (siehe Maus-Zeiger im oben genannten Screen Shot). Nach dem Drücken des Buttons, öffnet sich ein Dateiauswahl-Menü. Verwenden Sie es, um die VNWA Anwendungsdatei (VNWA.exe) auszuwählen:



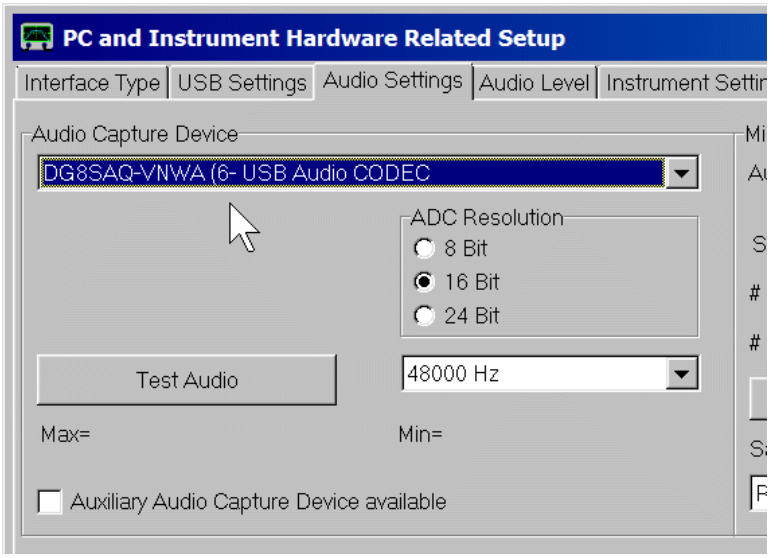

Bestätigen Sie mit, "OK", und das USB-Audioeingangsgerät wird sich mit dem VNWA Piktogramm zeigen:




Drücken Sie den Button "Accept(Übernehmen)" und dann "OK", und der neue Name und das Piktogramm werden gespeichert:




Zukünftig werden Sie das VNWA USB-Codec mit seinem neuen Namen in der VNWA Audioeinstellung sehen:




**Anmerkung :** Der neue Name und das Piktogramm werden mit dem VNW USB-Codec UND spezifischem USB-port verbunden, an den es angeschlossen wird. Wenn Sie Ihren VNWA an verschiedene USB-Ports wiederanschließen, er wird sich mit einem unterschiedlichen Namen und Piktogramm zeigen. Schließen Sie es wieder an den ursprünglicher Port, wird es dennoch, den frisch installierten Namen und das Piktogramm zeigen.

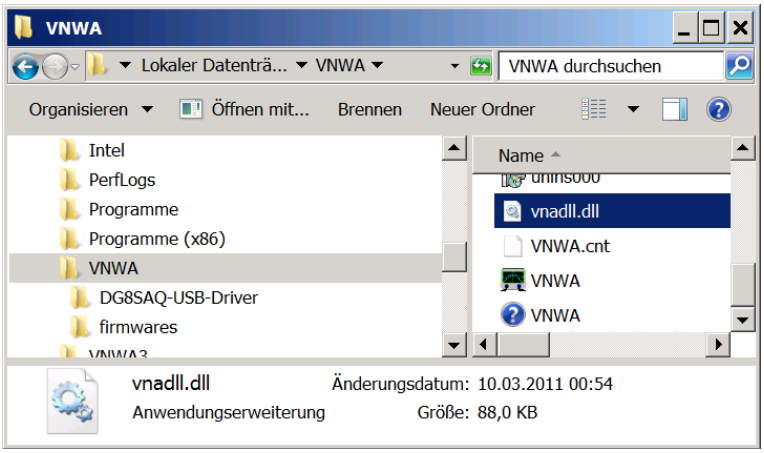
**=> Schließen Sie immer Ihren VNWA an denselben USB-Port an. Wenn Sie den Anschluss ändern, werden Sie die VNWA Audioeinstellungen UND die Windows7 Audioeinstellungen, nochmals tun müssen!**

## Configuration the Software for use an N2PK VNA

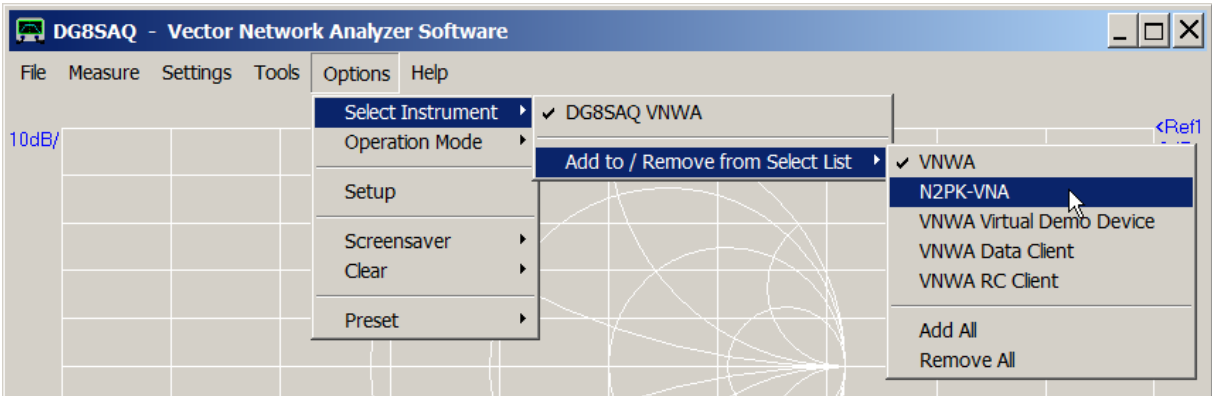
### Activating N2PK Support with USB

Wichtig:
Wenn Sie den G8KBB USB-Interface Modus verwenden möchten, stellen Sie sicher, dass die Dateien **vnadll.dll** und **delphivna.dll** in dem VNWA Software-Verzeichnis enthalten sind, **vor dem ersten Programmstart**.
- Delphivna.dll wird automatisch bereitgestellt, wenn Sie den automatischen Software-Installer verwenden, um die VNWA-Software zu installieren.
- Vnadll.dll wird von Dave Roberts G8KBB unterstützt und unterliegt Änderungen die N2PK-VNA Firmware-Updates zu unterstützen. Benutzen Sie Immer die neueste Version der vnadll.dll von der Webseite von http://www.g8kbb.co.uk/ Daves. Gehen Sie zu seiner Download-Seite und Laden Sie den neuesten USB-Driver Zip-File herunter. Sie finden dort die **vnadll.dll**.

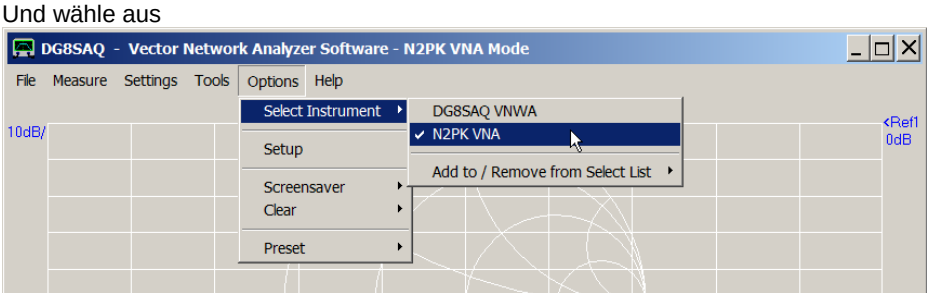
Von der VNWA-Software-Version 36.3 an, ist der einfachste Weg die N2PK-Unterstützung zu aktivieren, die Datei **vnadll.dll** zu kopieren, von Dave Robert's Webseite (siehe oben) in den VNWA-Installation Ordner:




Das automatische Software-Installationsprogramm hat bereits die **delphivna.dll** in das gleiche Verzeichnis installiert. Jetzt, nach dem Start der VNWA Software, kann der N2PK-Modus über das Hauptmenü ausgewählt werden:




Und wähle aus



### Alternative way to activate N2PK support

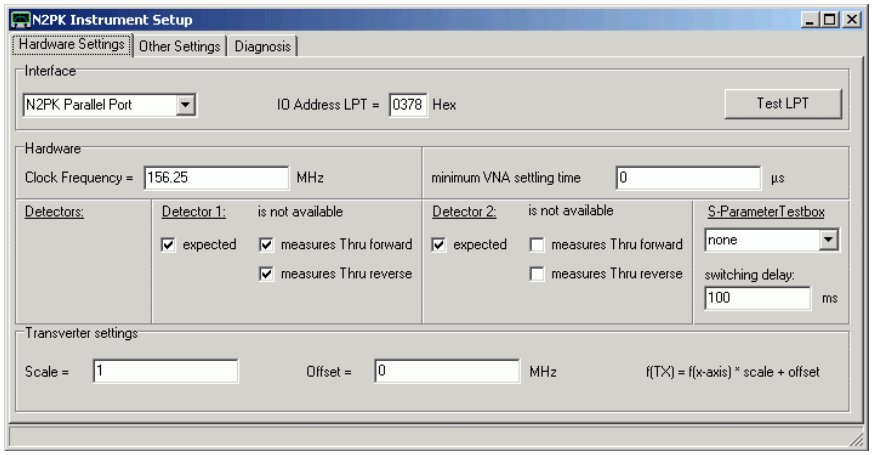
Ein alternativer Ansatz die N2PK Unterstützung zu aktivieren, ist eine Datei namens N2PK.ini zu erzeugen, mit einem beliebigen Inhalt im Programmordner, vor dem Programmstart.

Sie können dies tun, indem Sie z.B. das Tastenecho> n2pk.ini auf der Konsole eingeben. Dieser Ansatz ist nur erforderlich, wenn Sie Ihren N2PK-VNA mit der LPT-Schnittstelle laufen lassen, und Sie wollen die USB-Controller vnadll.dll nicht unterstützen.

### Activating N2PK Mode

Verbinden Sie Ihren N2PK VNA über USB oder eine parallele Schnittstelle mit Ihrem PC und schalten Sie ihn ein. Um den N2PK-Modus zu aktivieren, wählen Sie im Hauptmenü "Options" , "Select Instrument" und "N2PK VNA".. Die Software sucht nach der N2PK Hardware, aber wahrscheinlich wird es es nicht finden, da wir noch keine Setup-Daten zur Verfügung gestellt haben. Wenn die Software behauptet, dass keine Detektoren gefunden wurden, schließen Sie die Benachrichtigung. Danach wird das N2PK-Setup-Fenster automatisch geöffnet:

### N2PK Setup




Geben Sie die erforderlichen Daten ein. Wenn Sie den LPT-Schnittstellen-Modus verwenden, überzeugen Sie sich, die richtige LPT-Adresse eingegeben zu haben.

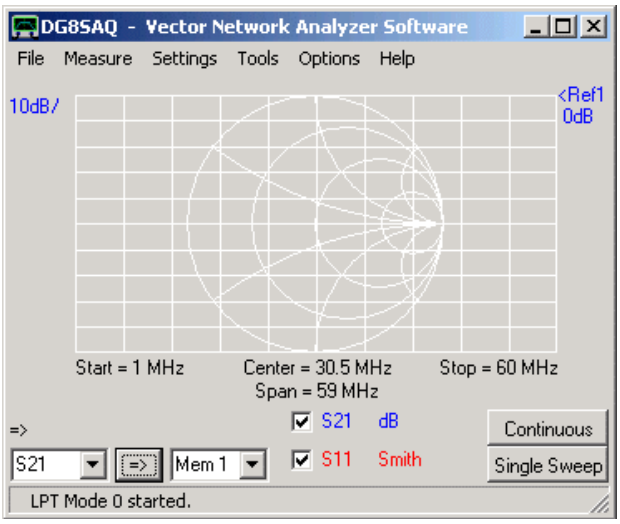
In den "Other Settings" Registerkarte, können Sie einen Master Calibration Filename angeben, der darauf automatisch geladen wird, beim Programm-Start, und der verwendet wird, um Korrekturen zu interpolieren, im Falle dass keine Kalibrierung durchgeführten worden sind.

Sie können die Funktionen im "Diagnosis"-Registerkarte benutzen, um die richtige Operation und Kommunikation zwischen PC und N2PK –Hardware zu überprüfen.

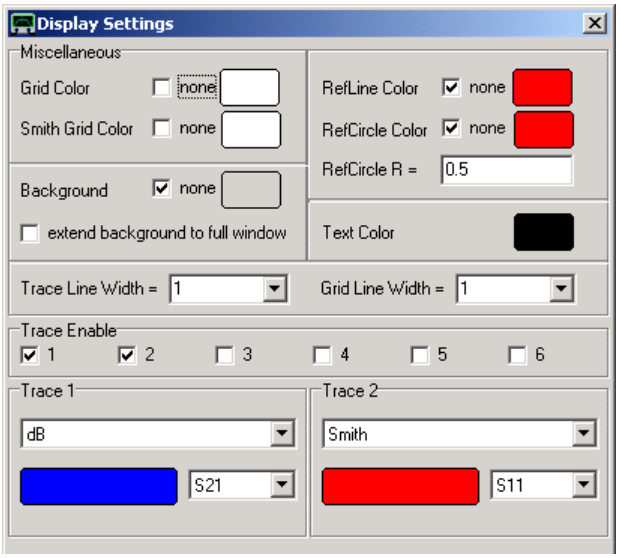
Wenn dies getan ist, schließen Sie das Setup Window und schließen Sie das Main Window, durch drücken des x Buttons. Das Schließen des Main Windows, führt dazu dass, die eingegebenen Daten, in Ini-Dateien gespeichert zu werden, die Sie jetzt in Ihrem VNWA Programmverzeichnis finden werden.
Dieses Setup ist nur einmal, am ersten Programm-Start, erforderlich. Auf den nachfolgenden Programm-Starts werden die Daten davon gelesen diese Ini-Dateien und das Setup Menu werden nicht mehr automatisch eingegeben. Aber Sie können noch eingeben und modifizieren das Setup manuell über das Menü "Options-Setup".

**Setting up the Display**
**Display Settings and Measurement**

Nachdem Sie durch die Hardware Setup Prozedur gegangen sind, nach dem ersten Programm-Start und **die VNWA Software wiedergestartet haben**, sollten Sie den folgenden Bildschirm sehen, den ich künftig das **Main Graphic Window** nenne:



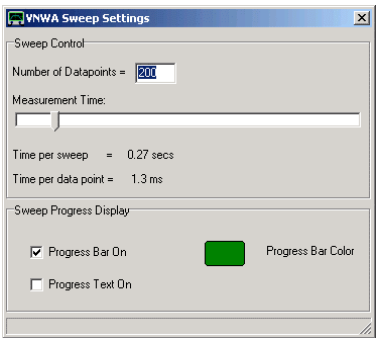

Wählen Sie den Menü Artikel **"Settings" - "Diagrams" - "Display"** aus. Sie werden das folgendes Fenster sehen:




Hier können Sie Ihre eigenen Farben und Linienbreiten wählen und aussuchen, welche Traces (=Curves, maximale 6) und Typen von Traces angezeigt werden sollen.

Um CPU-Zeit einzusparen, wird empfohlen, Hintergrund "none" auszuwählen, der zu einer grauen Fenstertyp-Hintergrundfarbe führt. Ich ziehe weiße Grid und Smith-Diagram-Grid-Farben vor, auf einem grauen Hintergrund. Um die Farben zu ändern, Links-Klicken Sie auf das Farbkästen und suchen Sie eine Farbe Ihrer Wahl aus.
Sie können **zwei horizontale frei platzierbare Reference Linien** anzeigen, wenn Sie mögen. Wenn Sie sie nicht brauchen, check "RefLine Color ""none".
Sie können die Traces auswählen, die Sie anzeigen wollen, mit der **"Trace Enable "** Checkboxes. Wenn Sie eine der Traces überprüfen, klappt ein Trace Information Field auf, wo die Memory Spaces (S21, S11, S12, S22, Memory1... 4) und die Display Type (dB, Smith...) ausgewählt werden können.

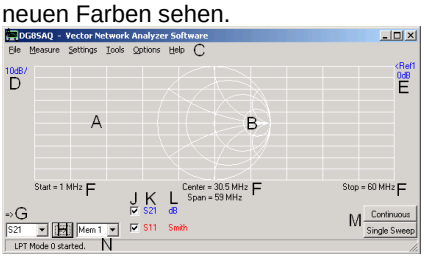
Wenn Sie diese Einstellungen getan haben, schließen Sie das Display Settings Window und öffnen das Menu Artikel **"Settings" - "Sweep-Settings"**:



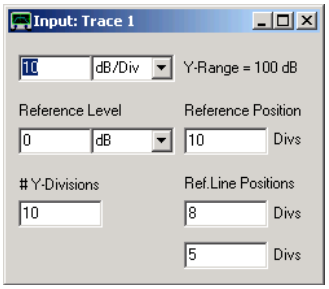

Wählen Sie die **Number of Datapoints** aus (min. 1, max. 8192) und die **benötigte Time per Datapoint** (min. 0.2 ms, max 100 ms) für Ihre Messung.
**Anmerkung:** Sweep-Rates unter 1 ms / Frequenzpunkt sind nur im USB-Mode verfügbar.
**Anmerkung:** Der Sample Rate Schieberegler wird links bei der schnellstmöglichen Sweep-Rate blockieren. Wenn Sie einen schnelleren Sweep wünschen, müssen Sie das IF vergrößern, bei Reduzierung der #Samples pro IF Periode und/oder Erhöhung der Sample rate.

Wählen Sie eine **Sweep Progress Display-**Option aus, wenn Sie mögen. Das ist teilweise sinnvoll, wenn Sie einen langsamen Sweep durchführen.

Schließen Sie das Display Settings Window, wenn getan. Sie sollten das Main Graphics Window wieder mit Ihren neuen Farben sehen.



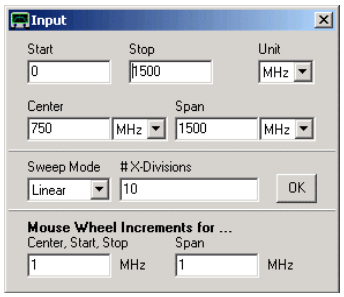

Ein **dB vs. Frequency Grid (A)** und ein **Smith-Chart (B)** ist sichtbar. Oben finden Sie das **Main Menu (C)**. Das blaue Scale Label oben links (D) zeigt die Skalierung pro Teilung an, für den blauen Trace. Das rechte blaue **"Reference Label" (E)** zeigt an den Reference Level und die Reference Position für den blauen Trace. Um die Skalierung zu ändern, den Reference Level oder die Reference Position, Doppelt-Klicken Sie entweder auf die Label D oder E , und modifizieren Sie die Daten im Window, das aufklappt:




Außerdem können die Anzahl von horizontalen Grid-Linien und die Position der optionalen Reference-Linie hier geändert werden. Schließen Sie das Window, wenn getan.
Eine alternative Weise, die Skalierung/Teilung zu ändern, ist den Maus-Zeiger über das entsprechende Reference Label zu halten (E, die Gestalt des Zeigers wird sich ändern), und drehen Sie das Maus-Rad.
Und noch eine andere Möglichkeit ist das Rechs-Klicken auf das Label.

Eine alternative Weise, den Reference Level eines Trace zu ändern, ist den Maus-Zeiger zu bewegen, zu dem Reference Label des Trace, auf der rechten Seite des Grids (E, die Gestalt des Maus-Zeigers wird sich ändern), dann die linken Maus-Taste drücken und
bewegen Sie die Maus hoch oder herunter mit gedrückter linker Maustaste. Auf diese Weise können die Traces bewegt werden nach oben oder unten auf dem Bildschirm mit der Maus in Echtzeit.
Und als eine Alternative kann das Reference Label mit der rechten Mausetaste angeklickt werden.
Eine sehr nützliche Eigenschaft ist das **"get scales from"** Feature, das zugänglich ist, durch Rechts-Klicken auf jedes Trace-Label (D, E, L). Es ermöglicht das Kopieren ganzer Skala-Informationen von einem Trace zum anderen z.B., wenn Sie S21 zum Memory1 speichern wollen und dann anzeigen wollen Memory 1 mit denselben Skalen wie S21.

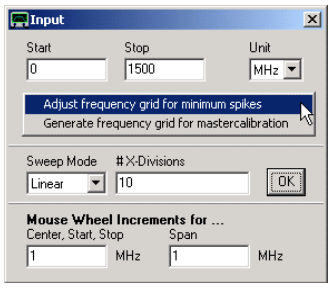
Um die Mess-Start- und Stopp-Frequenzen zu setzen, Doppel-Klicken Sie auf einem der **Frequency Labels** unter dem Grid (F). Das folgende **Frequency "Input" Window** wird aufklappen:



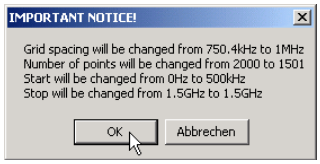

Geben Sie Start und Stop-Frequenz ein oder wechselweise Center Frequency und Frequency Span ein. Die Units die hier ausgewählt werden, werden auch auf dem Main Screen angezeigt. Die Center Unit wird auch für die Marker verwendet.
Außerdem kann die Anzahl von vertikalen Grid-Linien und der Sweep-Mode (linear, logarithmic, listed sweep) hier geändert werden.

Beachten Sie, dass die Start-, die Stop-, die Center-Frequenz und die Frequenzspanne auch mit dem Maus-Rad geändert werden können, durch das Halten des Maus-Zeigers über die entsprechende Main Window Frequency Label unter dem Grid (F) und Drehen am Maus-Rad. Die Zunahme-Werte können auch im Frequency "Input" Window gesetzt werden.

Beachten Sie, dass, während der VNWA2 eine ziemlich sonderbare Clock Frequency von 35.9 MHz hat, die VNWA3 Clock Frequency genau 12 MHz ist. Seitdem werden sehr empfindliche Messungen einen bestimmten Grad an unerwünschten Interferenzen, des Vielfachen der Clock Frequency, offenbaren. Es könnte wünschenswert sein, das Frequency Grid so zu modifizieren, dass diese Frequenzen maximal vermieden werden. Das kann automatisch für den linearen Sweep mode getan werden, durch Rechts-Klicken des "lineare" Dialogfeldes:

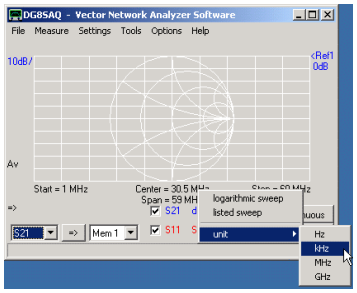



Durch Drücken von OK wird das ursprünglichen Frequency Grid modifiziert:




Schließen Sie das Frequency Input Window, wenn getan.

Beachten Sie, dass Sie die angezeigten Frequency Units an Label K modifizieren können (die Center-Unit wird auch die Marker-Unit betreffen!) durch Rechts-Klicken des Frequency Labels:

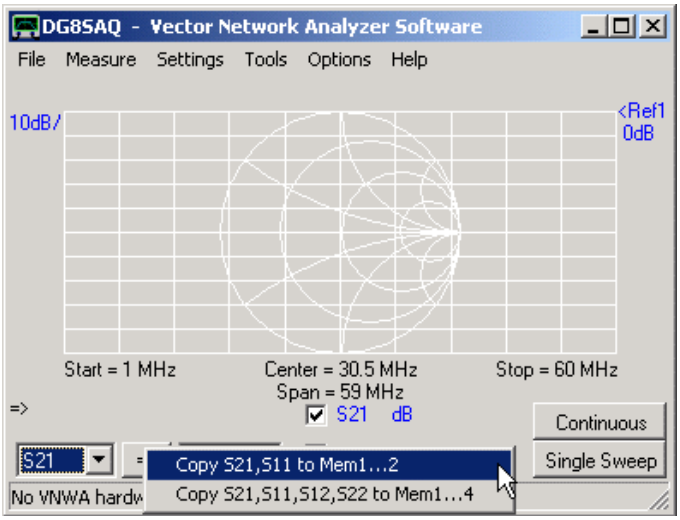


Start und Stop Labels werden immer dieselbe Einheit zeigen.

Wenn Sie Ihr Instrument kalibriert haben, ist es jetzt dazu bereit zum Sweep (was bedeutet zu messen). Um dieses zu tun, drücken Sie den Button"Single Sweep" (M), wenn Sie nur ein einzelnes FrequenzSweep aufnehmen wollen oder den Button "Continuous" (F), wenn Sie dauerndes Sweeping. Beide Sweeps können unterbrochen werden, in dem derselbe Button wieder gedrückt wird.
**Warnung:** Ihre Mess-Ergebnisse werden ziemlich sinnlos sein, es sei denn, dass Sie das Instrument kalibriert haben!

Jeder Trace kann ein- oder ausgeschaltet werden, durch Checking/Unchecking der Checkboxen unter dem Raster (J). Sie können auch den angezeigten **Memory Space** ändern **(S21, S11, S12, S22, Mem1... Mem4)** und die **Anzeigeschrift (dB, Smith, mag, phase...)**, durch Rechts-Klicken auf die Label neben den Checkboxen (K, L). Doppelt klicken Sie wechselweise auf das Label K oder L.

**Trace-Daten können** von einem Memory Space bis einen anderen **kopiert werden** (z.B. S21 zum Speicher 1) mit dem Button H. Die Combo-Box links vom Button wählt die Quelle aus, derjenige rechts wählt den Target Memory Space für den Kopierprozess. Mehrere Memory Spaces können gleichzeitig kopiert werden, die Kopier-Taste H rechts anklickend. Ein Popup Menü wird in diesem Fall erscheinen:




**Marker** können hinzugefügt werden, ins Grid-Feld oder ins Smith-Chart durch Rechts-Klicken darauf. Marker-Positionen können geändert werden, durch das Schleppen der Marker mit der Maus (mit der Maus auf das Marker-Dreieck zeigen, die linke Maus-Taste drücken, gedrückt halten und die Maus bewegen).

Das **"File" Menu** erlaubt**, den Bildschirm zu speichern oder zu drucken**, **S-Parameter-Dateien** im Touchstone -Format **zu speichern oder zu laden** (s1p, s2p), oder **Kalibrierungen sichern/laden**.
S-Parameter-Dateien können auch am günstigsten geladen werden, durch Dragging von jedem Dateibrowser und Dropping in das VNWA Main Window.

## Memory Spaces

### General

Daten innerhalb der VNWA Software werden in verschiedenen **memory spaces** organisiert, die allgemein nur S-Parameter enthalten, aber **keine Frequenzinformation**. Alle Speicherräume (außer den "Plot"-Spaces) teilen dieselben Frequency Frame Data, gegeben durch die X-Achse des Main Diagram im ungezoomten mode.

### Available memory spaces:

**S21** = Messwerte S21
**S11** = Messwerte S11
**S12** = Messwerte S12
**S22** = Messwerte S22
**Mem1** = data space Mem1 Daten
**Mem2** = data space Mem2 Daten
.....
**Mem10** = data space Mem10Daten
**Plot1** = data space Plot1 Daten
**Plot2** = data space Plot2 Daten
**Plot3** = data space Plot3 Daten
**Plot4** = data space Plot4 Daten
**s_11... s_33** = gemessene 3-Anschlüsse-Daten
**Cust1... Cust6** = custom calculated Daten

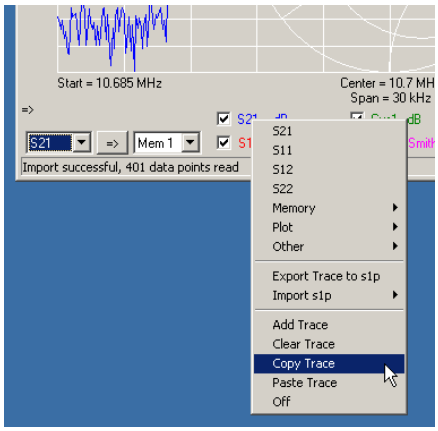
**Anmerkung :** Wenn die **Frequency Frame Data** geändert werden, bleiben die **Memory Space Data** unverändert (abgesehen vom "Plot" data spaces), so, werden Sie dieselben Traces mit geänderten Frequenzachsen sehen, welches allgemein Daten ungültig macht.

**Anmerkung:** Wenn die Anzahl von Frequency Points geändert wird, werden die **Memory Space Data gelöscht** (abgesehen vom "Plot" Data Spaces).

**Anmerkung :** Daten können kopiert werden, von fast jedem Memory Space zu fast jedem anderen Memory Space mittels **"=> Button "** H.

**Anmerkung :** Memory Space Data können zu einer Datei exportiert oder von einer Datei importiert werden mittels der "File" - "Export Data" oder "File"- "Import Data" Menu.

**Anmerkung :** Daten können auch kopiert und eingefügt werden, aus dem Speicherbereich und in den Speicherbereich, durch Rechtsklick-Menü "**Copy Trace** " und "**Paste Trace** " aufgerufen werden:

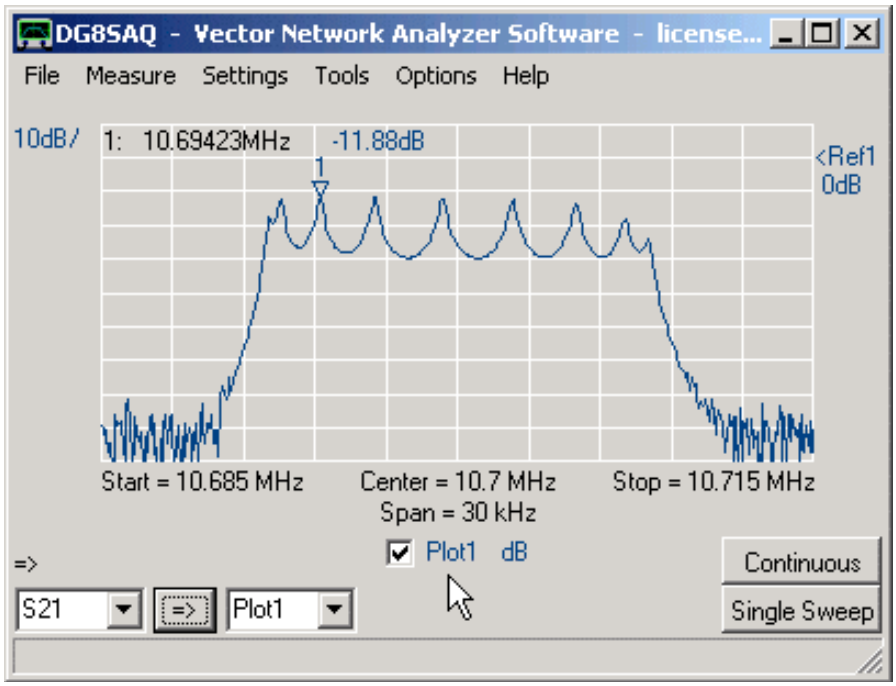



### Special features of the Plot memory spaces

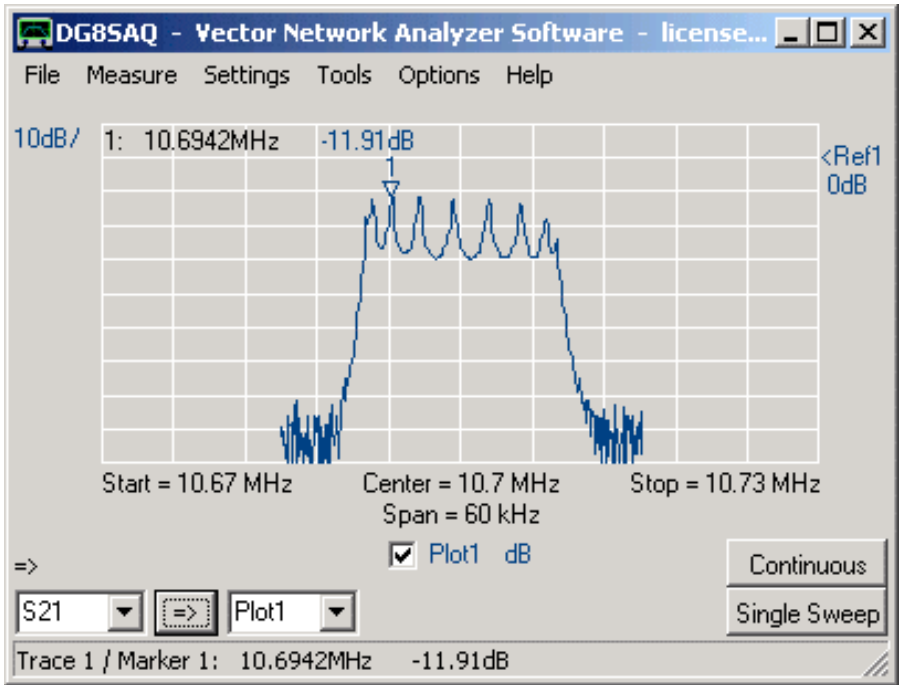
Die Memory Spaces Plot1... Plot4 enthalten, jeder einen individuellen Frequency Grid Memory. In dem Daten in z.B Mem1 importiert werden, veranlasst den Frequency Grid für alle Traces (außer Plot*-Taces), modifiziert zu werden, beim Importieren von Daten in die Plot* Memory Spaces lassen die Main Frequency Grid unberührt. Die Plot* Daten bleiben auch gültig nach dem Ändern des Main Frequency Grid (Frequenzen, lin/log Skala) oder die Anzahl von Frequency Data Points. Beachten Sie, dass die Marker Daten für die Plot* Memory Spaces interpoliert sind zum Main Frequency Grid.

**Beispiel:**

**1.** Kopieren Sie irgendwelche Daten zu Plot1 und zeigen Sie sie an:




**2.** Vergrößern Sie die Frequenzspanne und die Anzahl von Datenpunkten:




Sie werden jetzt die korrekten Daten sehen, geplottet in der gültigen Frequenzspanne. Beachten Sie, dass die Marker Levels, sich einwenig verändert haben, wegen der Frequency Grid Interpolation.

**Calibration**

**Instrument Calibration**

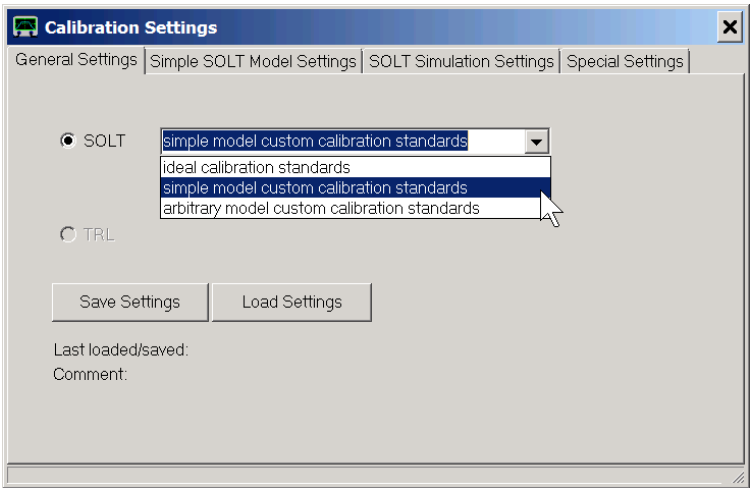
**Calibration Standard Setup**

**Performing a Calibration for a Two Port S-Parameter Measurement**

**Master Calibration**

## Calibration Standard Setup

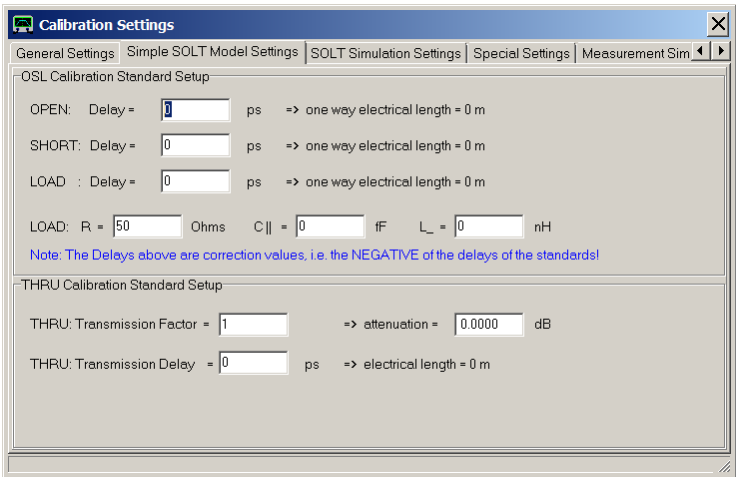
Zur Zeit, berücksichtigt die VNWA Software nur SOLT (Short, Open, Load, Thru) Kalibrierungen. Vor dem aktuellen Erzeugen einer Instrument-Kalibrierung, Sie müssen die RF Eigenschaften der Kalibrierungsstandards angeben, die Sie dabei verwenden wollen. Um dieses zu tun, wählen Sie aus dem VNWA Main Menu "Settings" das Untermenü "Calibration Kit Settings" aus. Das folgende Fenster wird sich öffnen:



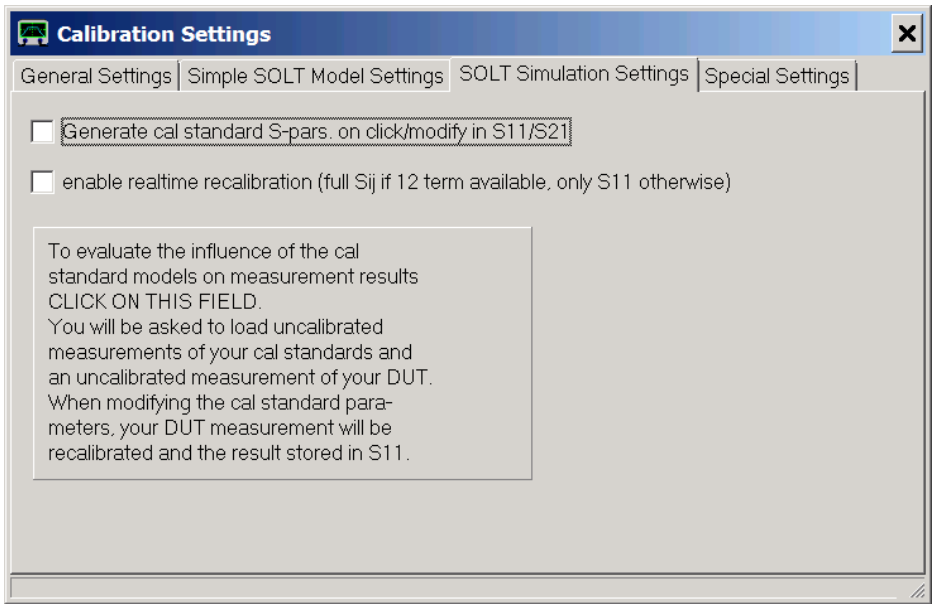

Wenn Sie nichts über Ihre cal Standards wissen, wählen Sie "Ideal Calibration Standards" aus. In diesem Fall, wird der Loadstandard als 50 Ohm angenommen, wie man annimmt, sind die Open und Short Standards ideale offene und kurze Stromkreise mit Länge Null.

### Simple Calibration Standard Model

**Für hohe Präzisionsmessungen in dem VHF und UHF-Bereich ist das allgemein nicht gut genug.** In diesem Fall müssen Sie ein genaueres Modell Ihrer Cal-Standards kennen.
Wenn Sie "Simple Model Custom Calibration Standards" auswählen und die "Simple SOL Model Settings" Registerkarte öffnen, sehen Sie:



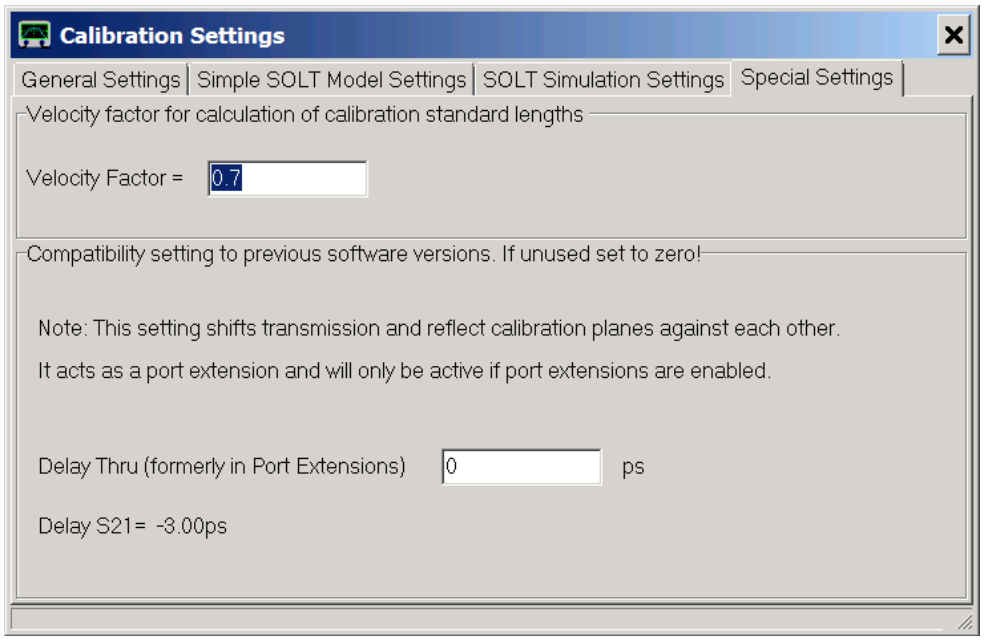

Geben Sie die elektrischen Delays Ihrer Open- und Short- Standards, sowie den DC-Widerstand und die Parallel-Kapazität von Ihrem Load-Standard, ein.
Kurt Poulsen hat die Kalibrierungs-Kit-Daten für die Kalibrierungs-Standards vervollständigt, die von SDR-Kits erhältlich sind und auf seiner Web-Seite http://www.hamcom.dk/VNWA/ veröffentlicht.
Sie können den Gleichstrom-Widerstand Ihres Loadstandards mit einer 4-Leiter-Messung nach Kelvin genau bestimmen. Um die anderen Parameter zu messen, benötigen Sie einen Referenz-VNWA. Zum Vergleich zwischen dem gemessenen Reflexionskoeffizienten von dem Referenz VNWA und den Musterdaten, können Sie den Model-Calibration-Standard-Reflection-Coefficient simulieren, durch aktivieren der Checkbox, "Generate cal standard S-parameters mit click/modify in S11" in der "SOL Simulation Settings" Registerkarte:




S11 Daten werden automatisch aktualisiert, wann auch immer Sie den Kalibrierungsstandard Musterparameter modifizieren. Z.B, wenn Sie den gemessenen Reflexionskoeffizienten Ihres **Open** anzeigen**,** im Memory Space Mem1 und vergleichen es mit dem simulierten Reflexionskoeffizienten im Memory Space S11. Sie können den Parameter "Open Delay" modifizieren (es kann auch mit dem Maus-Rad modifiziert werden), bis beide Kurven übereinstimmen.
**Hinweis:** Sie werden nur einen Unterschied in den Delays sehen, wenn Sie auf die Phase schauen.

**Hinweis:**
Wenn Sie keinen Zugang zu einem Referenz VNWA haben, dann könnten Sie die Realtime-Recalibration-Feature auf der Seite, unten, verwenden (grau in der oben gezeigten Abbildung). Um dies zu tun, müssen Sie vorher eine SOL-Reflektion-Kalibrierung mit Ihren unbekannten Kalibrierungsstandards durchgeführt haben und Sie müssen gemessen haben, den Reflexionskoeffizienten einer ungefähr 30 cm langen offenen oder shorted koaxialen 50-Ohm-Übertragungsleitung. Es muss gemessen werden, auf Ihrem VNWA, kalibriert mit Ihrem unbekannten cal Standards. Überzeugen Sie sich, dass der gemessene **Line Reflection Coefficient** angezeigt wird in S11 . Wenn eine gültige Kalibrierung verfügbar ist, wird Ihnen erlaubt, die **"enable Realtime Recalibration"** Checkbox, zu aktivieren. Wenn aktiviert, und wenn Sie auf einen der **Cal Standard Parameter** Felder klicken und das Maus-Rad drehen, wird sich der Parameter ändern, und die Kalibrierung wird in Echtzeit neu berechnet. Sie werden das durch ein Ändern des S11 Trace sehen. Auf diese Weise können Sie aktuell den Cal-Standard-Parameter abstimmen, auf die niedrigsten Port-Fehlanpassungswelligkeit Ihrer Transmission-Line-Messung in Amplitude (dB) und Phasenprogression (-continuous phase/f). Stellen Sie sicher, dass Sie ein Delay (z.B. das von einem Open-Standard) an einem festen Wert erhalten (z.B. =0). Das wird die Position der Kalibrierungsebene definieren. Die Funktion im großen Feld, in der oben gezeigten Abbildung, dient demselben Zweck, aber es verwertet die S1p-Mess-Dateien, anstatt von wirklichen Messungen.

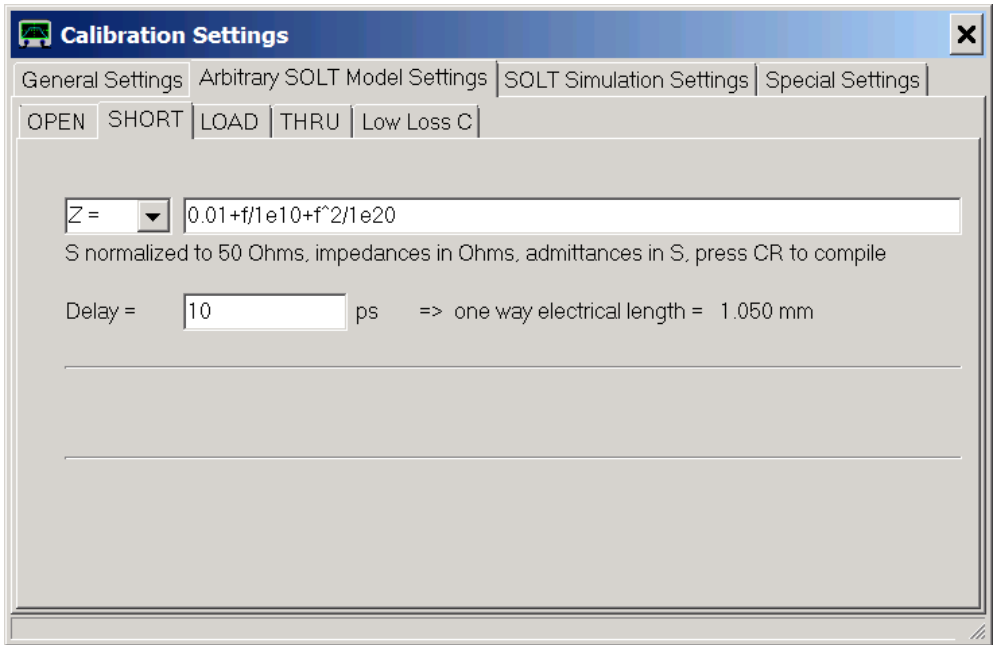
**Hinweis:** Kalibrier-Standard Delays werden eingegeben und gespeichert wie Time-Delays. Aber die Software konvertiert und zeigt sie an, der Einfachheit halber, ebenfalls als Ausbreitungslängen an. Um dies zu tun, muss die Software den Verkürzungsfaktor wissen, der angewendet wurde.
Dieser Verkürzungsfaktor kann in der "Special Settings" definiert werden. Der vorgegebene Wert von 0,7 ist ganz typisch für PTFE Dielektrikum SMA-Standards:



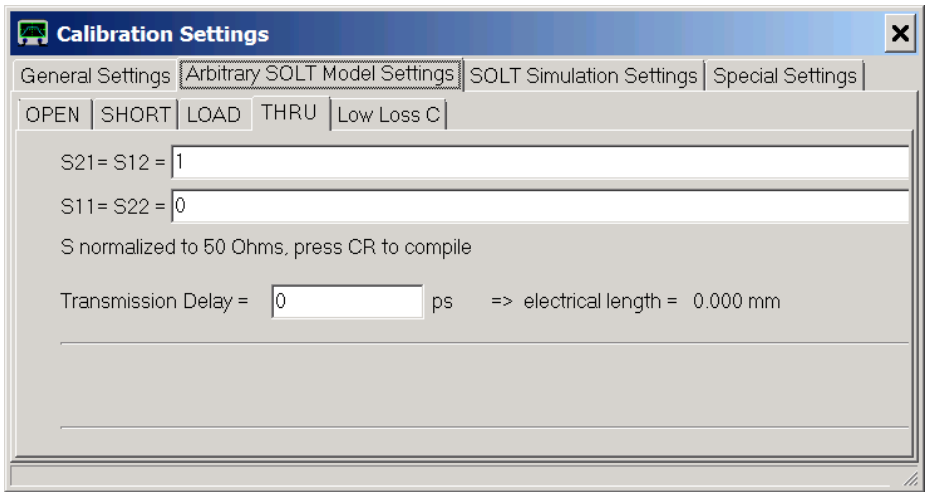

Die Delay Thru Setting, im oberen Screenshot, sollten immer auf Null gesetzt werden, bis Sie genau wissen was Sie tun. Es wird nur für Kompatibilität mit früheren Software-Versionen beibehalten. Dies ist eine Port-Extension, die unterschiedlich auf Transmission und Reflexion wirkt.

**Arbitrary Calibration Standard Model**

Von der VNWA Softwareversion 35 aufwärts, kann der Benutzer sein eigenes Kalibrierungsstandardmodell schaffen, durch auswählen von "Arbitrary Model Custom Calibration Standards" in dem "General Settings" Registerkarte. In diesem Fall, kann das Cal-Standardmodell durch eine eigene Formel definiert werden:




Der Benutzer kann eine Formel spezifizieren, für die Impedance Z, die Admittance Y oder den Reflections-coefficienten S. Für die Bequemlichkeit, brauch ein Delay nicht in die Custom Formular programmiert zu werden, aber kann im Feld unten angegeben werden. Die Formel wird auf Syntaxfehler analysiert, nach dem Drücken des Return-Buttons. Syntaxanalysefehler werden zwischen den hellen Linien angezeigt.
Gleichzeitig können die Transmissions- und Reflections- Koeffizienten des Thru-Standards spezifiert werden durch Formeln:

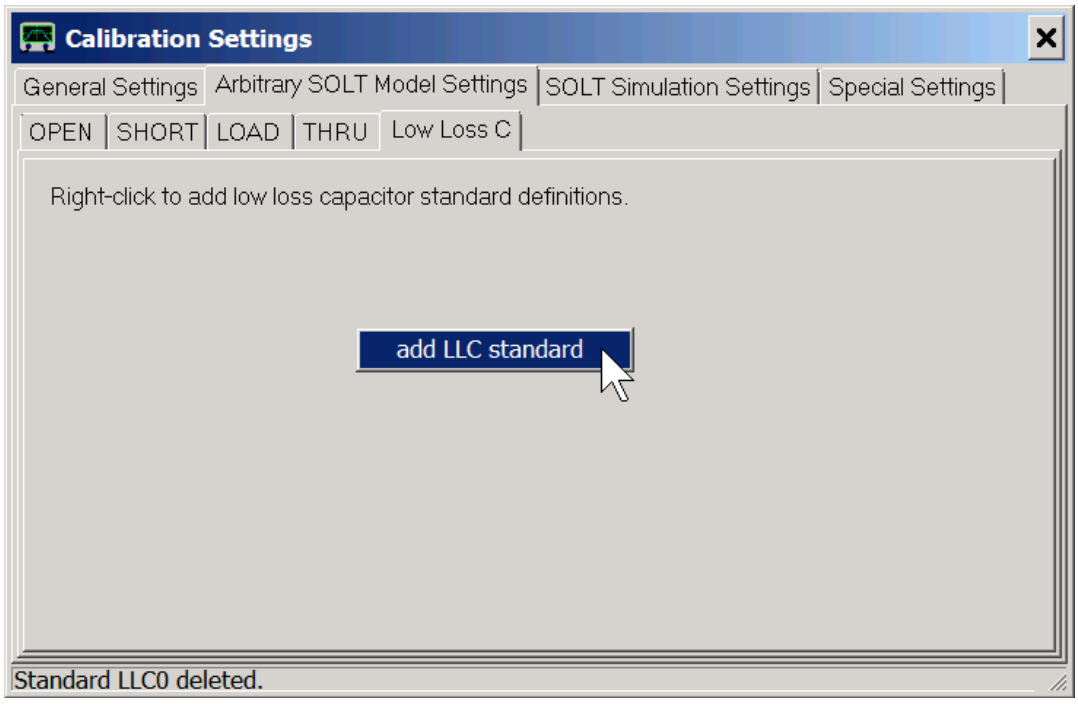



Die einzige Einschränkung ist, dass der Thru-Standard reziprok sein muss, d.h. S21 = S12 und symmetrisch, d.h. S11 = S22 sein. Ansonsten kann so ziemlich alles mit zwei Anschlüssen als Thru- Standard verwendet werden, so lange seine Eigenschaften bekannt sind.

**Low Loss Capacitor (LLC) Calibration Standards**

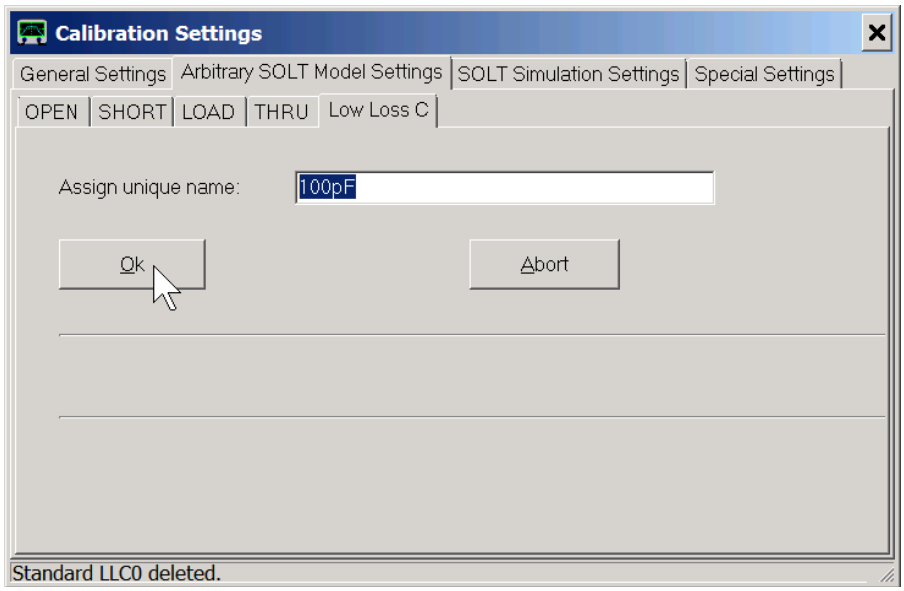
Von der VNWA Softwareversion 36.0 aufwärts, können Low-Loss-Kondensatoren als optionale zusätzliche Kalibrierungsstandards verwendet werden. Diese sind vom Benutzer definierbar und so nur verfügbar innerhalb des Arbitrary Calibration Standard Models. Weil Kondensatoren stark frequenzabhängige Impedanzen sind, werden mehrere Kondensatorkalibrierungsstandards mit verschiedenen Kapazitätswerten benötigt, um einen breitere Frequenzbereich zu bedecken.

Ein neuer LLC Standard kann definiert werden, durch Rechts-Klicken auf die **Low Loss C**-Registerkarte:

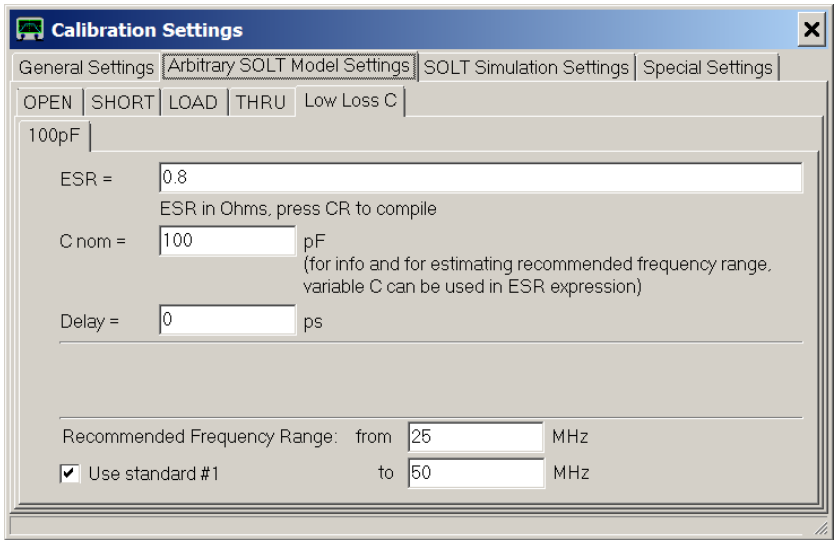



Das Popup-Menü erlaubt auch, einen vorhandenen LLC Standard zu löschen oder umzubenennen.

Nach dem Auswählen "**add LLC Standard** " werden Sie aufgefordert, einen signifikanten Namen für den neuen Standard, z.B. seinen Kapazitätswert ein zu geben :




Nach dem Bestätigen mit **OK**, erscheint eine neue Registerkarte mit dem vorher zugeteilten Namen, in die Calibration Standard Definitions eingegeben werden können:




**Benutzer definierte Einstellungen:**
- ESR: Wirksamer Reihe-Widerstand des Kondensators. Das kann Frequenzabhängiger sein und muss modelliert werden. Variablen f (Frequenz), w (winkelige Frequenz) und C (Kapazität) können im ESR Ausdruck verwendet werden, ebenfalls werden alle Funktionen unterstützt durch den Custom Trace Compiler.

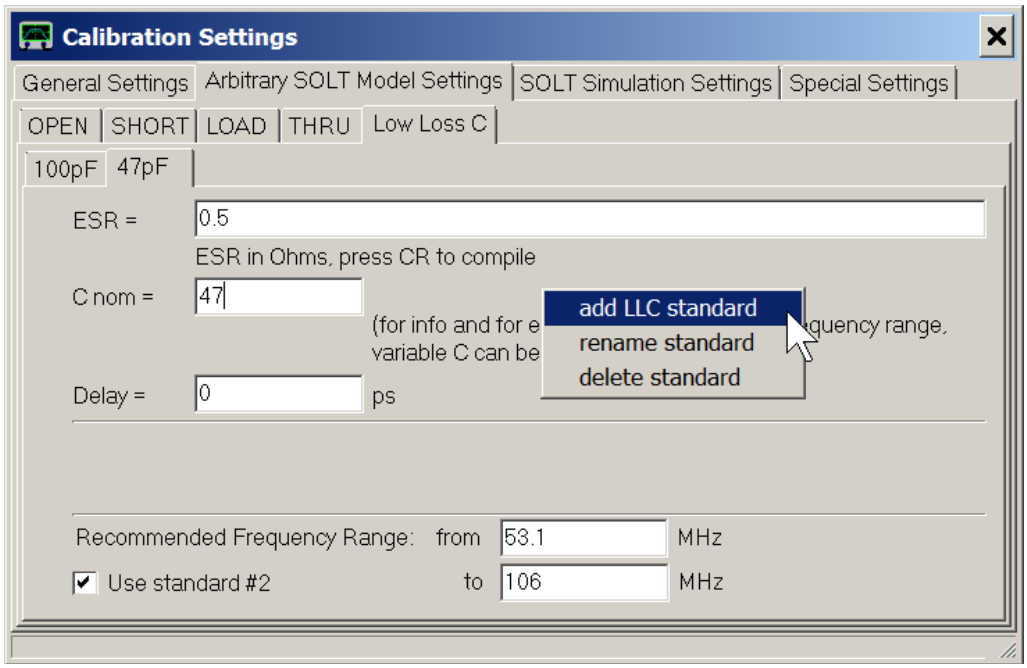
- C nom: Nominelle Kapazität des Standards. Das braucht nicht genau zu sein. Es wird nur verwendet, um den anwendbaren Frequenzbereich des Standards zu schätzen, der **empfohlene Frequenzbereich**, welcher angezeigt wird, im unteren Teil der Registerkarte.

- Delay: Die Zeitverzögerung der Kondensatorposition hinsichtlich der Kalibrierungsebene.

- Use standard #... Wenn überprüft, wird sich der Standard im Kalibrierungsmenü zeigen. Wenn ungeprüft, bleibt der Standard unsichtbar, während der Kalibrierung. Siehe Seite **Low Loss Capacitor Calibration,** für Details.

**Anmerkung :** Der empfohlenen Recommended Frequency Range kann nicht editiert werden. Dieser wird, aus dem eingegebene Cnom-Wert, automatisch berechnet.

Auf diese Weise können bis zu 8 LLC Standards definiert werden:


Calibration Settings
General Settings
Arbitrary SOLT Model Settings
SOLT Simulation Settings
Special Settings
OPEN
SHORT
LOAD
THRU
Low Loss C
100pF
47pF
ESR =
0.5
ESR in Ohms, press CR to compile
C nom =
47
(for info and for e
variable C can be
quency range,
add LLC standard
rename standard
delete standard
Delay =
0
ps
Recommended Frequency Range:
from
53.1
MHz
Use standard #2
to
106
MHz

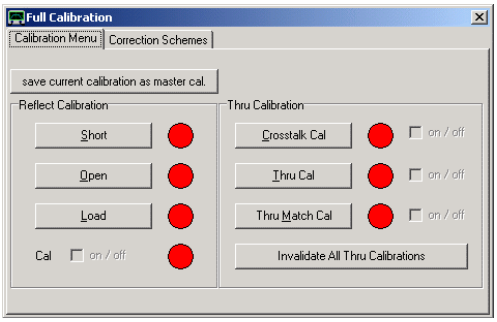
**Performing a Calibration for a Two Port S-Parameter Measurement**

Wenn S-Parameter eines zwei Port Devices (S11, S21, S12, S22) gemessen werden, muss sichergestellt sein, dass diese Kalibrierungsebene auch für die Reflektionsmessung (S11, S22) genommen wird und auch für die Thru-Messung (S21, S12), d. h. die Phasen-Werte sind identisch für alle 4 S-Parameter.

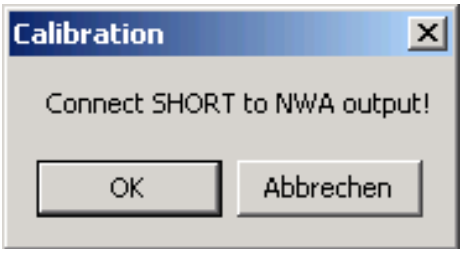
Im Folgenden beschreibe ich das Verfahren, das ich verwende, um meinen VNWA zu kalibrieren. Das ist nicht die einzige mögliche Weise, eine richtige Kalibrierung durchzuführen, aber wenn Sie bei dieser Methode bleiben, können Sie überzeugt sein, eine richtige Kalibrierung zu erhalten.

**Wichtige Anmerkung:** Vor dem Durchführen einer Kalibrierungsmessung, überzeugen Sie sich, dass die **instrument sweep rate auf den niedrigsten Wert gesetzt wird,** den Sie beabsichtigen, mit der Kalibrierung zu verwenden, ansonsten werden Ihre späteren Messergebnisse dominiert durch das Rauschen Ihrer Kalibrierungsmessung.

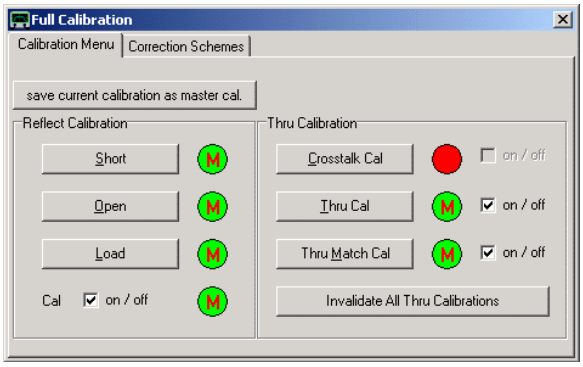
Um eine 2-port Kalibrierung zu beginnen, klicken Sie auf das Menü "**Measure**" und **"Calibrate"**. Sie werden das folgende Fenster auf gehen sehen :




Wenn Sie die Button neben den roten Lichtern drücken, wird ein Fenster aufgeklappt, dass Ihnen sagt, welchen cal Standard, Sie anschließen sollen, z.B. wenn Sie auf "Short" drücken, werden Sie dieses Fenster sehen:

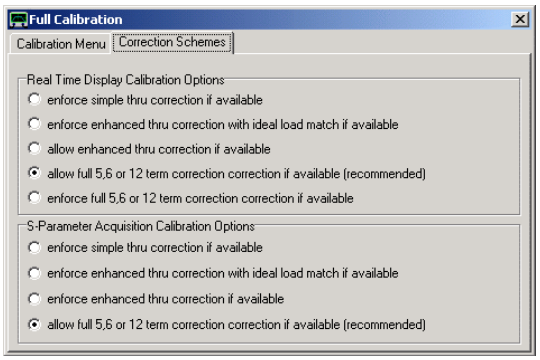



Schließen Sie jetzt die Kalibrierungsstandards an, nach denen Sie gefragt werden und drücken Sie auf ok, wenn getan. Output ist das Synonym für den TX-Port und Input für den RX-Port. Wenn Sie auf "Abbrechen"(abort) drücken, wird keine Messung durchgeführt. Sie können jede Kalibrierungsmessung jederzeit wiederholen. Sie können in jeder Ordnung kalibrieren, die Sie mögen. Nach einem erfolgreichen Kalibrierungs-Sweep, wechselt die entsprechende rote Lampe auf grün, welches anzeigt, dass gültige Kalibrierungsdaten verfügbar sind:




Beachten Sie die roten "M" s innerhalb der grünen Lampen. Diese zeigen an, dass noch keine Master-Kalibrierung verfügbar ist. Wenn Sie auf die grüne Lampe klicken, dann können Sie eine Kalibrierungsmessung ungültig machen, und die grüne Lampe wird wieder rot.
Sie können ebenso Korrekturen umschalten von **aus** und wieder **ein**, ohne die Kalibrierungsmessung ungültig zu machen, durch verwenden der Checkboxen neben den Lampen.

Die Radio Menus in der "Correction Schemes" Registerkarte erlauben, mit verschiedenen Graden von mathematischen Korrekturen zu experimentieren:




Die empfohlenen Einstellungen sind oben angezeigt.

**Im Folgenden werde ich meine cal Standards genau beschreiben, und wie die Kalibrierung durchgeführt werden soll.**

**Thru calibration:**

Startpunkt sind die zwei koaxialen Kabel, die vom VNWA TX Port (Output, links) kommen und zum VNWA RX Port gehen (Input, rechts) mit zwei SMA Stiftsteckern.:



Im Falle, dass Sie eine **"Crosstalk Cal"** ausführen, lassen Sie die zwei Kabel getrennt von einander liegen, wie oben gezeigt.
**Anmerkung :** Normalerweise kann eine Übersprechen-Kalibrierung (und sollte) weggelassen werden, weil der Crosstalk Pegel des VNWA unterhalb des Rauschpegels ist. In diesem Fall vergrößert eine Crosstalk-Kalibrierung nur den Rauschpegel um 3 DB. Verwenden Sie die Crosstalk-Kalibrierung zum Beseitigen von Crosstalk bei Testadaptern, nötigenfalls.

Für **"Thru Cal"** müssen Sie die zwei Kabelenden zusammenschließen. Offensichtlich brauchen Sie einen SMA Frau zum Frau Adapter wie im folgenden Bild gesehen werden kann:



Beachten Sie, dass der Adapter eine Phase-Verschiebung einfügt, wegen seiner begrenzten elektrischen Länge, die bilanziert werden muss, für die weitere Reflektions-Kalibrierung.

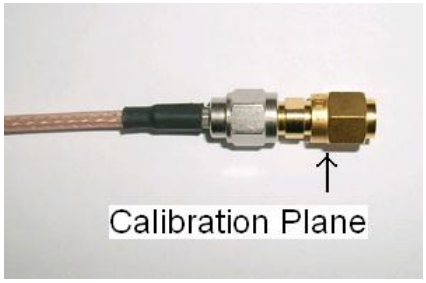
Der Kalibrierungsschritt **"Thru Match"** verlangt denselben Thru-Standard wie für die Thru-Kalibrierung. Während der Thru-Kalibrierungsschritt die Transmission misst, misst der Thru Match Kalibrationsschritt die Reflektion des RX-Ports, um numerisch zu kompensieren, die Abweichungen von einer perfekten 50-Ohm- RX-Port Anpassung.

**Reflection calibration:**
Eine Art, sich mit der zusätzlichen Phase-Verschiebung von dem Thru-Adapter, zu befassen, ist es im System zu lassen, wenn die Reflektions-Kalibrierung durchgeführt wird. Das folgende Bild zeigt meinen Open"Standard", der die bloße weibliche SMA Seite, des Thru Adapters ist:

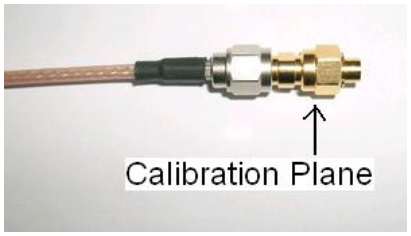



*"Open" Kalibrierungsstandard*

Das legt die Referenzebene fest an den Ort, wo der RX-Kabelstecker saß, während der Thru-Kalibrierung und sichert die Nullphasendifferenz zwischen S11 und S21.
Ein alternatives Kalibrationsschema mit den Kalibrationsstandards erhältlich von SDR-Kits, finden Sie auf der Seite „Practical Example on Performing a 2-Port Measurement“.
Der Thru- Adapter wird auch benutzt, wenn die "Short" und "Load"-Standards gemessen werden, die beide sind kommerzielle Produkte  mit männlichen SMA Steckern.




*"Short" Kalibrierungsstandard*




*"Load"-Kalibrierungsstandard*

Der "Short" Standard ist ein SMA Stiftstecker mit einem eingebauten kurzen Stromkreis. Der "Load"-Standard ist ein SMA Stiftstecker mit einem eingebauten 50-Ohm-Widerstand.

Aktuell, für Open, Short und Load-Standards, werden die Kalibrierungsebenen nicht genau an derselben Position sein wie intern gebaute und unterscheiden sich ein bisschen. Diese geringen Fehler können korrigiert werden, durch die Eingabe richtiger Kalibrierungsstandardparameter, wenn bekannt.

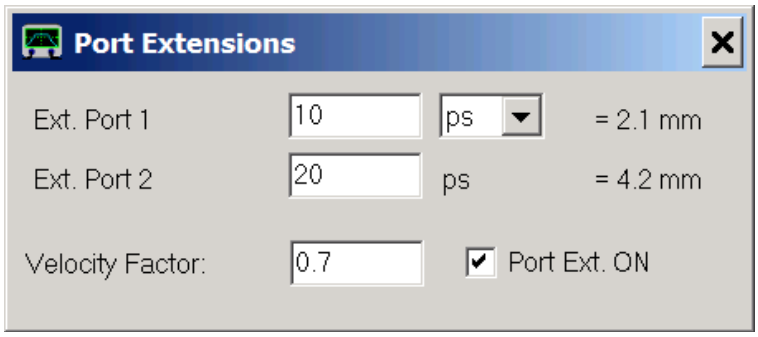
Schließlich wollen Sie den Thru-Adapter entfernen, so dass Sie die VNWA Kabel an Ihr Testobjekt anschließen können (ein monolythischer Kristallfilter im Bild unten) in der Vorwärtsrichtung, um S11 und S21 zu messen



und Rückwärtsrichtung, um S12 und S22 zu messen.



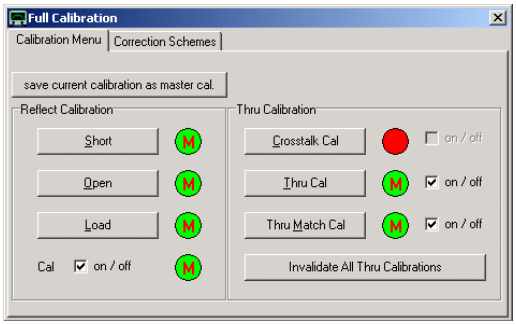
Die einzigen restlichen Effekten die zu korrigieren sind, dass Ihre Bezugsebene noch an der Position sitzt, wo das Ende des Thru-Adapter war, der jetzt gut innerhalb Ihres Testobjekts ist, und, im Falle einer zwei Port Kalibrierung, Ihres Thru Adapter für den Thru-Kalibrierungsschritt sollte zweimal so lang sein, wie es wirklich ist. Beide Effekten können kompensiert werden im Port Extension Menü, das durch "Measure" - "Port Extensions" angerufen wird:



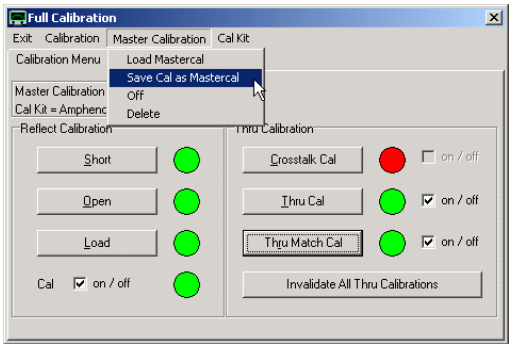

Zusätzlich können Sie die Kalibrierungsebene für Vorwärts- und Rückmessungen unabhängig bewegen, indem Sie Verzögerungen eingeben in die "Ext.Port 1" und "Ext. Port 2" Felder. Das könnte nützlich sein, wenn Sie korrigieren wollen die verschiedenen Input und Output Stecker-Längen Ihres Testobjekts, oder wenn Sie die Kalibrierungsebene bewegen wollen über die Anschlüsse zum Löt-Pat Ihrer Komponente unter dem Test. Eine positive Port Extension verschiebt die Kalibrierungsebene vom VNWA weg.
Port-Extensions werden nur angewendet, wenn die "Ext. On" aktiviert ist. Sie können die Anwendung durch eine leichte Drehung der zuvor gemessenen Daten, in dem Smith-Diagramm, überwachen.

## Master Calibration

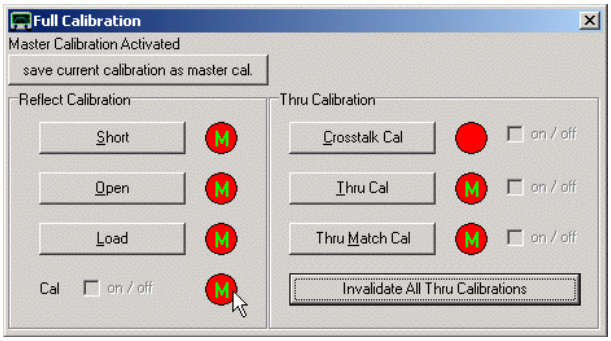
So lange Sie eine Kalibrierung nicht durchgeführt haben, wird der VNWA ziemlich willkürliche und nutzlose Ergebnisse ausgeben. Sobald Sie entschieden haben, welchen Frequenzbereich zu sweep, und wie viele Datenpunkte aufgenommen werden sollen, wird es Zeit eine Kalibrierung zu tun. **Wenn Sie die Anzahl von Datenpunkten oder die Frequenzspanne modifizieren, wird die Kalibrierung ungültig und geht verloren.** Um wiederholte Kalibrierungen zu vermeiden, für einfache Standardmessungen, ist die Master-Kalibrierungs-eigenschaft eingeführt worden. Die Idee ist wie folgt: Kalibrieren Sie das Instrument einmal mit einer Vielzahl von Punkten (z.B. 8192) und die maximale Spanne (1 Kilohertz... 1.3 GHz):




Dann machen Sie diese Kalibrierung zur Master-Kalibrierung, durch drücken des entsprechenden Button im Calibration Window. Sie werden aufgefordert einen Dateinamen einzugeben, um die Kalibrierung zu speichern, für den späteren Wiedergebrauch, nach dem Programm-Wiederanfang. Die erfolgreiche Aktivierung einer Master-Kalibrierung wird durch die roten "M" s innerhalb der grünen Lampen angezeigt, die grün werden, und so verschwinden:




Wenn Sie die Anzahl von Punkten oder die Frequenzspanne ändern, und die Kalibrierung so ungültig ist, werden die Master-Kalibrierungsdaten dazu verwendet, um neue Kalibrierungsdaten zu interpolieren. In diesem Fall wird das Instrument noch angemessene Ergebnisse liefern, wenn auch es nicht kalibriert ist. Das kann auch an dem Calibration Window gesehen werden, das grünen "M" s zeigt, innerhalb der roten Lampen, die keine Kalibrierung, aber eine aktivierte Master-Kalibrierung anzeigen:

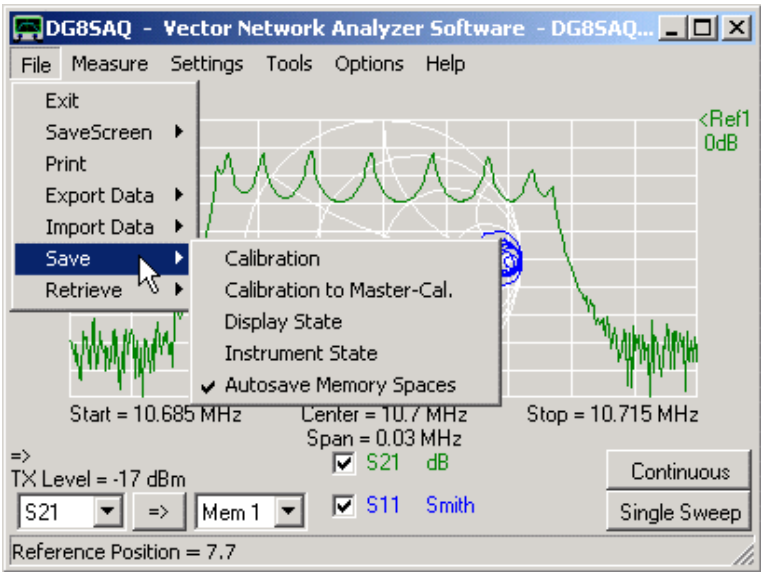



Eine aktive Master-Kalibration wird ebenfalls angezeigt von der Master-Calibration-Aktivated Info oben im linken, rechteckigen Informationsfeld.

**Hinweis:** Sie können mehr als eine Master-Kalibrierung haben, indem Sie verschiedene Dateinamen auswählen. Sie können eine vorhandene Master-Kalibrierungsdatei Reload, im Main Menu "Setup" und "Misc-Setting"-tab.

**Hinweis:** Die Kalibrierungs- Anzeigelampen können vier Farben zeigen: rot: blau: gelb: und grün:
Siehe: S-Parameter-Testset.

Beachten Sie, dass Sie eine geladene Kalibration in eine Master-Kalibration umwandeln können, über das Main Menü "**File-Save-Calibration to Master-Cal.**":




Sie können eine Kalibrierung direkt als Master-Kalibrierung über das Hauptmenü "**File-Retrieve-Master-Calibration**" laden sowie über "Options-Setup" Misc. Settings tab, button "**Browse and Load Master Cal.**"

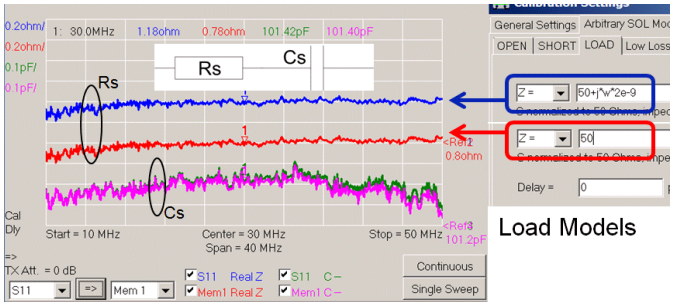
**Low Loss Capacitor Calibration**

## Why low loss capacitor (LLC) calibration?

Theoretisch entfernt eine SOL-Kalibrierung wirklich alle geradlinigen Fehler, die in einer Impedanzmessung mit dem VNWA vorkommen können.
Im echten Leben ist die Fehlerberichtigung nur ebenso genau, wie die Calibrationkit Models.
Kleine Änderungen in den Modellen, können zu großen Änderungen in den Mess-Ergebnissen führen, besonders beim Messen von extremen Impedanzen, d. h. in der Nähe vom Rand des Smith-Diagramms.
Genaue Messungen von Q-Values von Kondensatoren, Induktoren und Resonatoren sind eine besonders empfindliche Aufgabe, für die Kalibrierung von Standardmodellen.

## Problem:

Das folgende Bild zeigt eine Impedanz-Messung eines normalen SMD 100pF Kondensator. Die Mess-Daten sind korrigiert worden**, zwei verschiedene Load-Modelle** wurden verwendet:
rot: ideales Loadmodell (d. h. Z=50 Ohm)
blau: Load-Modell besteht aus einem 50 Ohm Widerstand und 2 nH in Reihe geschaltet



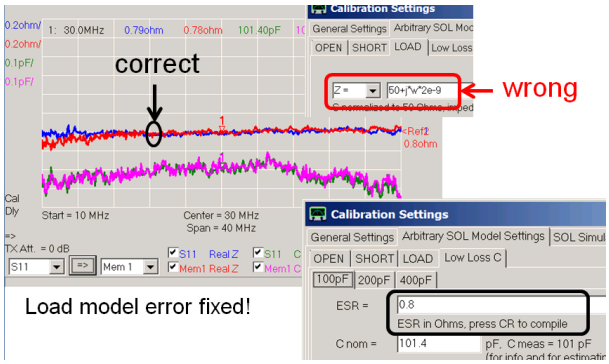

Der DUT Kondensator kann als eine Reihenschaltung von Kondensator Cs und Widerstand Rs modelliert werden.

Beachten Sie dass, während die gemessene Kapazität Cs ziemlich unabhängig vom Load-Modell ist, ändert sich **der gemessenen Rs um 50 %**, wenn auch der 2nH Induktor nur eine sehr geringe Korrektur zu unserer Last ist, in unserer Frequenzreihe (j*0.1 Ohm... j*0.5Ohm). Und die Wirkung steigt sogar zu den niedrigen Frequenzen an.

=> Gemessene **Q-Werte hängen stark vom imaginären Teil der Loadstandard-Model-Impedance ab,** für die SOL Kalibrierung! Also, für genaue Q-Messungen, müssen Sie aber absolut richtig sein.
**ABER**... Der imaginäre Teil der Impedanz des Load-Standards ist gewöhnlich ein Parameter aller Kalibrierungsstandards, der am genauesten bekannt sein muss, während der Absolutwert der Impedanz des Load ganz genau gemessen werden kann, mit Gleichstrom an einer Kelvin probe.

## Solution LLC-calibration:

Akzeptierend, dass es immer schlechte Kenntnisse des imaginären Teils vom ZLoad geben wird, ist ein zusätzlicher Kalibrierungsstandard erforderlich, um dieses Problem zu überwinden.
Da die fehlenden Kenntnisse die Loss-Messungen stark beeinflussen z.B. von Kondensatoren, ist ein Kondensator mit dem weithin bekannten Verlust am besten angepasst, als zusätzlicher Kalibrierungsstandard.
Am besten angepasst würde ein Kondensator ohne jeglichen Verlust sein (z.B. Effective Series Resistance ESR=0) , Zweitbester ist ein niedriger-Verlust-Kondensator (LLC). Wenn der ESR klein ist, ist die ESR Ungenauigkeit ebenso automatisch klein.
Das bezieht ein, wenn der Q des Kondensators viel höher ist als der Q des DUT, dann könnte der ESR sogar auf 0 gesetzt werden, weil in diesem Falle das Mess-Ergebnis kaum beeinflusst wird.
Da, wie man annimmt, die Magnitude des ZLoad bekannt ist, ist der genaue Kapazitätswert des Kalibrierungskondensators nicht erforderlich, bekannt zu sein. Es ist reicht aus, den Verlust, d. h. den wirksamen Reihe-Widerstand ESR zu kennen.
Beachten Sie, dass, wenn auch der genaue Kapazitätswert nicht bekannt zu sein braucht, die LLC Kapazität doch den verwendbaren Frequenzbereich beeinflusst. Ein Kondensator ist gleichwertig, zu einem **Open** an sehr niedrigen Frequenzen und zu einem **Short** an sehr hohen Frequenzen.
So liefert es keine Zusatzinformation an diesen Extremen über den **Open** und **Short** Standard. Um einen breiten Frequenzbereich zu bedecken, sind mehrere LLC Standards mit der verschiedenen Kapazität erforderlich.
Das folgende Bild demonstriert, wie eine zusätzliche LLC Kalibrierung ein falsches Load Standard Model korrigiert.
Derselbe 100pF SMD Kondensator wurde oben als Testobjekt verwendet und als LLC Standard:



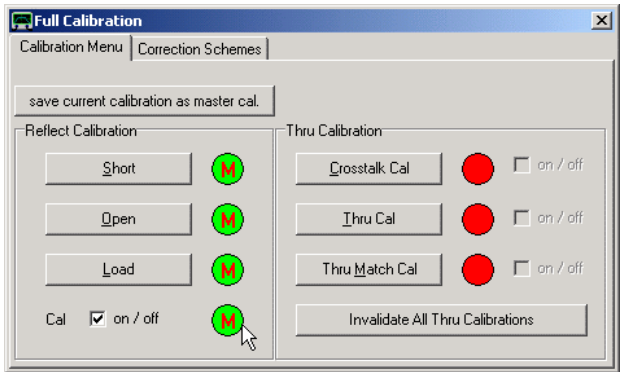

Die Traces, die in Mem1 gespeichert sind (rosa, rot) waren mit dem richtigen idealen Load-Modell (Z=50 Ohm) bestimmt worden.
Die S11 Traces (blau, grün) wurden mit dem falschen Load-Modell erhalten, aber die Kalibrierung wurde durch eine LLC Kalibrierungsmessung erweitert. Nach der LLC Kalibrierung bringt die S11 Messung die vermutlich genauen ESR=0.8 Ohm wieder hervor, wie eingegeben in das LLC Modell, wenn auch das Loadmodell falsch ist.

## How to properly perform an LLC calibration

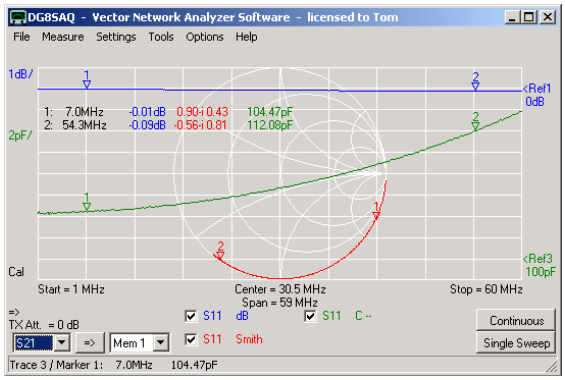
Im Folgenden wird eine Prozedur beschrieben, für eine LLC-Calibration des VNWA für eine Ein-Port-Messung welche annimmt, dass der ESR des LLC Standards bekannt ist, aber nicht sein Delay.

Beachten Sie, dass die LLC Kalibrierung nur mit dem "Arbitrary Model" für Kalibrierungsstandards verwendet werden kann.

Also, der erste Schritt ist, das Delay des LLC Standards zu bestimmen.
Um dieses zu tun, führen Sie zuerst eine normale SOL-Kalibrierung durch:

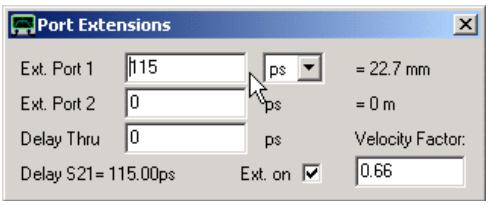



Dann messen Sie Ihren LLC Standard:

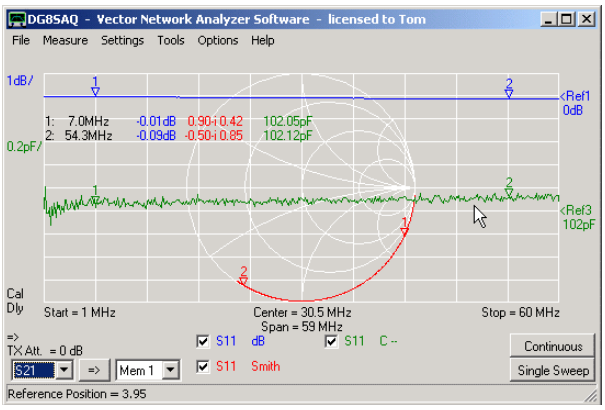



Im Allgemeinen wird der Kondensator nicht in der SOL-Kalibrierungsebene lokalisiert. Das führt zu einem frequenzabhängigen Kapazitätsmesswert, wie oben gezeigt (grüner trace).

Dann verwenden wir  Port Extension, um zu bestimmen, wie weit weg der Kondensator von der Kalibrierungs-ebene ist. Aktivieren Sie Port Extension und stimmen Sie den Port 1 Extension ab...

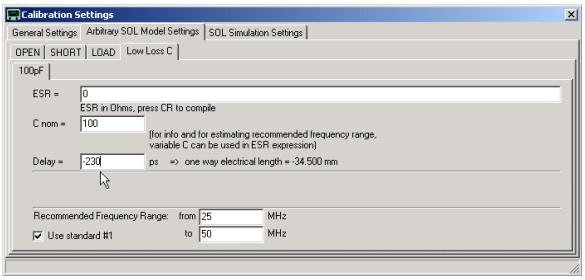



... bis die Kapazität fast unabhängig der Frequenz wird:




Beachten Sie, dass für einen Port 1 Extension von 115ps der grüne Capacitancy-Trace sehr flach wird.
Beachten Sie das, dass die Skala für die grüne Spur oben 0.2pf/  ist, während es 2pf/  im vorherigen Plot war.

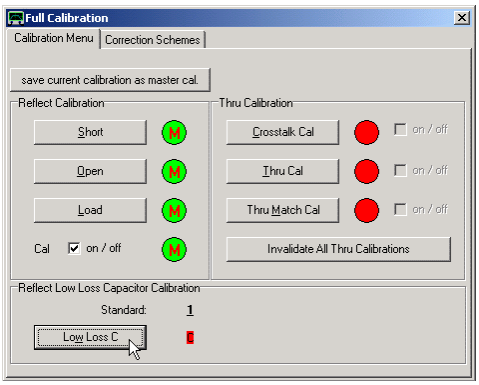
Als Nächstes schaffen wir einen LLC Standard, das Calibration Settings Menu verwendend.
Die gerade bestimmte Port Extension unseres LLC Standards ist das Ein-Weg-Delay von der Kalibrierungsebene zum Kondensator.
Da die Welle vorwärts und zurück läuft, ist das Wellendelay das doppelte der Port Extension, d. h. 230ps.
Jetzt wollen wir virtuell bewegen den Kondensator zurück in die Kalibrierungsebene. Deshalb geben wir das Negative der Verzögerung ein, d. h. -230ps, in das LLC Standard Delay Setting:



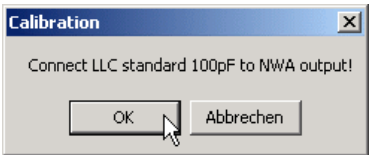

Beachten Sie , dass es ausreichend ist, einen ungefähren nominellen Kapazitätswert einzugeben. In der Zeile ESR sollten Sie einen Ausdruck eingeben, der den frequenzabhängigen ESR (wirksamer Reihen-Widerstand) Ihres Kondensators so nah wie möglich modelliert. Beachten Sie, dass Sie mathematische Formeln für das Modellieren verwenden können. Der Syntax ist identisch mit dem Custom Trace Compiler Syntax z.B. zeigt die Variable **f** die Frequenz an.

Das Beispiel eines ESR, der sich geradlinig in der Frequenz von 0.1 Ohm bis 10.1 Ohm an 1 MHz erhebt:
**ESR = 0.1+10*f/1e6**

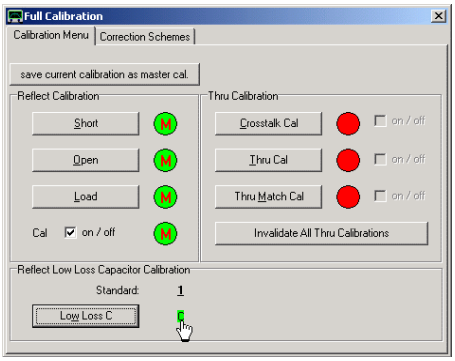
Entweder schauen Sie im Kondensatordatenblatt nach oder verwenden eine Transmissionsmessung, um den ESR zu bestimmen, ohne die SOL Kalibrierungsstandards zu verwenden.
Für einen ersten Test verwenden wir ESR=0, der eine gute anfängliche Wahl für **very low Loss Kondensatoren** ist.
Dann wollen wir eine Kalibrierungsmessung mit unserem LLC Standard durchführen:



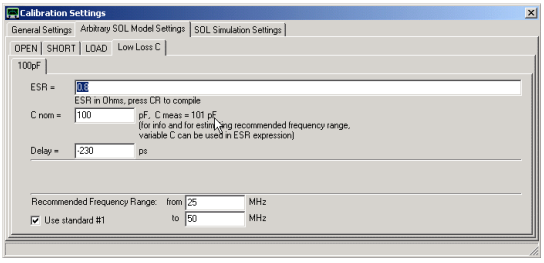

Nach dem Klicken auf den "Low Loss C" - Button werden Sie aufgefordert, den Standard anzuschließen. Da Sie bis zu 8 verschieden LLC Standards definieren können, wird der Name des Standards angezeigt. Seien Sie sicher, den richtigen anzuschließen.
Das Kalibrierungs-Sweep wird für den unterstrichenen Standard durchgeführt. Wenn Sie einen unterschiedlichen LLC Standard verwenden wollen, klicken Sie auf die dazugehörende Nummer und sie wird unterstrichen, d. h. sie wird aktiv.




Nach der cal Messung wechselt das LLC cal Label von rot auf grün und zeigt die aktiven LLC Kalibrierung an:

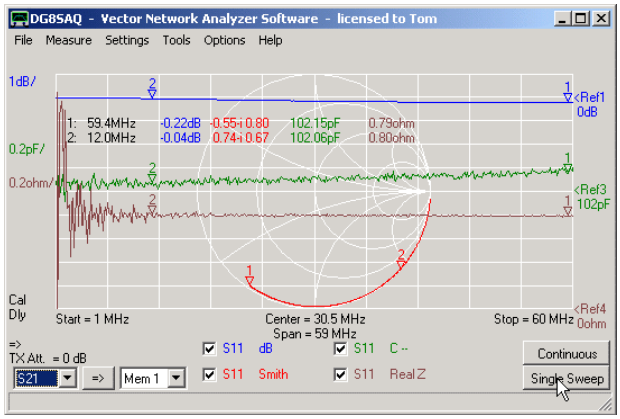



Anmerkung, das Klicken auf das grüne LLC-Label wird die Kalibrierungsmessung löschen und das Label wieder auf rot drehen.
Nach der Kalibrierungsmessung, öffnet Sie das Calibration Settings wieder:




Beachten Sie, dass neben dem nominellen Kapazitätswert, es eine ziemlich genaue Anzeige der echten Kapazität geben sollte, gemessen während der Kalibrierungsmessung. Dieser Kapazitätswert wird vom letzten Frequenzpunkt bestimmt, so kann er sich unterscheiden von der durchschnittlichen Kapazität, aber sollte nicht zu weit weg sein. Wenn dieser Wert weit weg ist, dann ist entweder das Delay falsch, oder Sie haben einen falsche Standard erwischt.
Wir geben jetzt den richtigen ESR für diesen Kondensator von 0.8 Ohm ein (nicht gerade verlustverlustarm, verwenden Sie besser einen hohen Q- Typ .

Dann messen Sie Ihren LLC Kalibrierungsstandard, als wäre es ein DUT (d. h. nicht eine Kalibrierungsmessung machen, sondern einen normalen Sweep) jedoch mit Eingeschaltetem Delay:




Beachten Sie, dass der LLC Kalibrierungsschritt, den gemessenen Reihen-Widerstand des Kondensators zum Wert ändert, der in dem LLC Standardsetup, angegeben ist, so arbeitet die LLC Korrektur.

**Anmerkung :** Die LLC Korrektur wird noch etwas außerhalb des empfohlenen Frequenzbereiches arbeiten, aber es wird völlig scheitern, wenn die Frequenz zu weit ÜBER dem empfohlenen Frequenzbereich ist. In diesem Fall weicht die Software zur Standard SOL-Korrektur zurück, die die LLC Kalibrierungsmessung ignoriert.

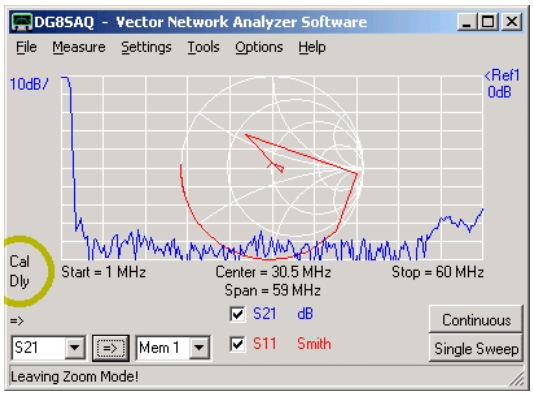
**Anmerkung :** Wenn mehrere LLC Standards definiert und kalibriert werden, dann verwendet die Software automatisch den Standard, der sich am besten an den gegenwärtigen Frequenzpunkt anpasst. Also, innerhalb eines einzelnen Sweeps können mehrere LLC Standards für die Korrektur verwendet werden abhängig von der Datenpunkt-Frequenz.

**Anmerkung :** Die LLC Korrektur wird in eine Master-Kalibrierung NIE gespeichert! Master-Kalibrierungen können keine LLC Korrekturen enthalten. Beim Speichern einer Kalibrierung, die LLC Korrekturen enthält, in eine Master-Kalibrierung, wird der LLC Teil einfach weggelassen, aber die SOLT Korrekturen werden richtig gespeichert.

## Measurement

**Measurement:**

Ihr Instrument ist jetzt eingestellt, kalibriert und zeigt das Main Graphics Window. Es ist jetzt betriebsbereit zum **Sweeping**, dass heißt zum Messen.
Um dies zu tun, drücken Sie den Button-"**Single Sweep**", wenn Sie nur einen einzelnen FrequenzSweep aufnehmen wollen oder den button **"Continuous"** (F) für das dauernden FrequenzSweep. Beide Sweeps können unterbrochen werden, in dem derselbe Button wieder gedrückt wird.
Das Bild unten zeigt das Messergebnis-Ergebnis eines Tiefpass-Filters.



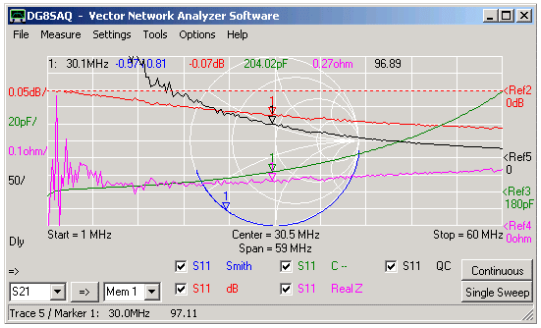

Beachten Sie die zwei Labels, die gelb umkreist sind:

Das **Cal**-Label zeigt eine gültige Kalibrierung an. Wenn dieser label-Text stattdessen **MC** anzeigt, gibt es keine gültige **User Calibration**, aber eine **Master Calibration** wird geladen. Sie können auf das Label doppelklicken, um das **Calibration Menu** zu aktivieren. Rechts-Klicken Sie, um die Kalibrierung auszuschalten. Wenn der User nur eine Thru-Kalibrierung durchführen möchte, kombiniert die Software die **User Thru Calibration** mit der **Master Reflect Calibration** (wenn verfügbar).

Das **"Dly"-**Label zeigt an, dass eine **Port Extension (Delay)** angewandt wird. Doppel-klicken Sie darauf, um das **Port Extension Menu** einzuschalten oder Rechts-Klicken Sie, um das **Portextension Menu** auszuschalten.

Beachten Sie den **Pfeil** unter dem gelben Kreis. Er zeigt die Messrichtung an:
**=>** meint **Vorwärtsmessung**. Messdaten werden in den Data Spaces S11 und S21 gespeichert.
**<=** meint **Rückwärtsmessung.** Messdaten werden in den Data Spaces S12 und S22 gespeichert.
**Da die VNWA2.* Hardware die Messrichtung nicht schalten kann, müssen Sie den DUT manuell umdrehen, für eine Rückwärtsmessung.**

**Display modes:**
Daten können auf verschiedene Weisen angezeigt werden. Die Software kann S11 z.B zu **VSWR, Impedances, Capacitances, Inductances, Q-Values** umrechnen. Der folgende Screenshot zeigt die Reflektions-Messung (S11) eines bedrahteten 180pF Kondensator:



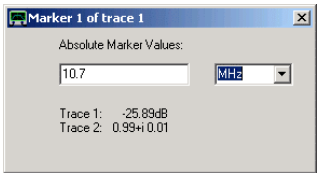

**Hinweis:** Wenn Sie den Display Type ändern (z.B. vom dB auf VSWR) und Sie Ihren Trace, wegen ungeeigneten Skalen nicht sehen, ist die schnellste Weise, etwas zu sehen, die **Autoscale-**Operation durchzuführen. Um dieses zu tun, Rechts-Klicken Sie auf das entsprechende **Scale-Label** und wählen Sie **Autoscale** aus. **Scale to Ref** ist eine alternative Methode, um den Graphen automatisch zu skalieren. Es behält den Maßstab pro Teilung, richtet aber Ref-Level zum Maximum der Messkurve aus.

## Markers

Bis zu 9 Marker können verwendet werden. Um einen Marker hinzuzufügen, Rechts-Klicken Sie auf den Main Grid an der Frequenz, wo sich der Marker zeigen soll, und wählen Sie aus **"add Normal Marker".**

**Verfügbare Marker-Typen:**
- *normal Marker*
- *maximum Marker* (springt automatisch zum Maximum des ersten angezeigten Trace)
- *minimum Marker* (springt automatisch zum Minimum des ersten angezeigten Trace)
- absolute Markers ( platziert Marker auf einen spezifizierten absoluten Level)
- Bandwidth Marker (legt einen maximalen Marker, zwei Marker, eine vertikale Teilung tiefer, unter dem maximalen Marker und ein Center-Marker zwischen den Bandbreite-Markern)
- *Delta-Marker* (zeigt die Frequenzentfernung und die vertikale Entfernung zum letzten normalen Marker an)

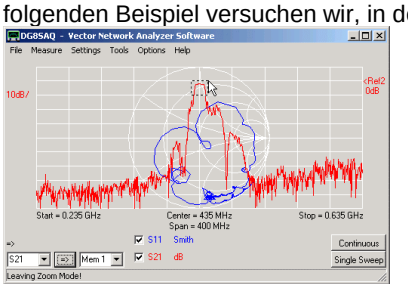
**Hinweis:** Um eine Zusammenfassung von Marker-Positionen zu sehen oder die Marker-Frequenz zu ändern, klicken Sie auf einen Marker doppelt.
**Hinweis:** Sie können auch die Marker ringsherum mit der Maus ziehen.
**Hinweis:** Um einen oder alle Marker **zu löschen**, Rechts-Klicken Sie in das Display Grid, und wählen Sie "delete last Marker", oder "delete all Markers".
**Hinweis:** Sie können eine genaue Marker-Frequenz, nach dem Doppelklicken auf den Marker, eingeben. Das folgende Fenster wird geöffnet:



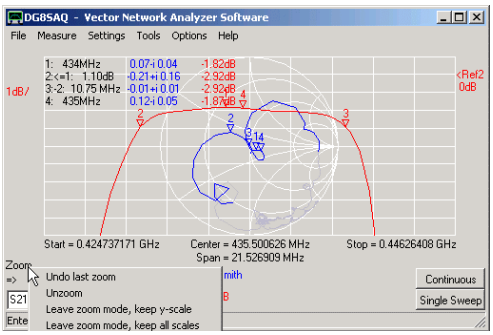

**Hinweis:** Im oben gezeigten Bild sehen Sie auch eine der zwei verfügbaren horizontalen gestrichelte **Referenzlinien**. Sie können sie nach oben und unten bewegen mit der Maus. Sie können ihre Farbe ändern, indem Sie auf sie Rechts-Klicken.

## Zoom

Sie können auch in einen Trace hinein zoomen. Um dies zu tun, Links-Klicken Sie auf eine Ecke einer gedachten Box im Main Grid, die Sie vergrößern wollen und ziehen Sie die so genannten Zoom-Box mit der Maus. Während Sie den linken Maus-Button gedrückt halten und bewegen Sie die Maus, Sie werden die Zoom-Box sehen. Im folgenden Beispiel versuchen wir, in den gemessenen Bandpass-Filter, zu zoomen:




Sobald Sie den Maus-Button loslassen, wird der Zoom-Kasten vergrößert, um den Main Grid völlig auszufüllen.




Sie sehen den gezoomten Bandpass. Beachten Sie, dass ich **Bandwidth Marker** hinzugefügt habe, im oben genannten Image als ein Beispiel.

**Anmerkung :** Sie können multiple consecutive Zooms tun. (mehre aufeinander folgende Zooms)

**Anmerkung :** Beim Zoomen bleiben die **Measurement Span** und **measured Number of Data Points** unverändert. Nur ein Teil der Daten werden angezeigt. Wenn sweeping im Zoom-Status, wird der ganze ungezoomte Frequenzbereich gesweept, aber nur ein Teil davon wird angezeigt.

**Anmerkung :** Sie können nicht innerhalb des Smith-Chart zoomen. Aber wie Sie im obengenannten Screenshot sehen, ist der Smith-Chart außerhalb des gezoomten Frequenzbereiches grau dargestellt.

**Anmerkung :** Sie können verkleinern, indem Sie das **Zoom-Label Rechts-Klicken,** nahe dem Mauszeiger. Wenn Sie es Rechts-Klicken, öffnet sich das oben gezeigte **Unzoom-Menü**.

Sie können
- ***Undo last zoom*** = Rückkehr zum Status vor dem letzten Konsekutivzooms
- ***Unzoom*** = stellt die ursprünglichen x- und y-Skalen wieder her, vor allen Konsekutivzooms
- **leave Zoom-Mode keep y-Scale** = stellt die volle Frequenzspanne wieder her, aber behält die gezoomte vertikale Skala
- ***leave Zoom-Mode keep all Scales*** = behält die gezoomte Frequenzspanne und die gezoomte vertikale Skala. Die Daten, außerhalb, gehen verloren, die sichtbaren Daten werden zur vollen Anzahl des Datenpunkt-Rasteres interpoliert. Ein Sweep danach, wird nur sweepen die sichtbare Frequenzspanne.
- ***Overlay Unzoomed*** =, wenn ausgewählt, überziehen Sie eine ungezoomte und eine graue Version der gezoomten Daten, wobei die gezoomten Reihe hervorgehoben wird.

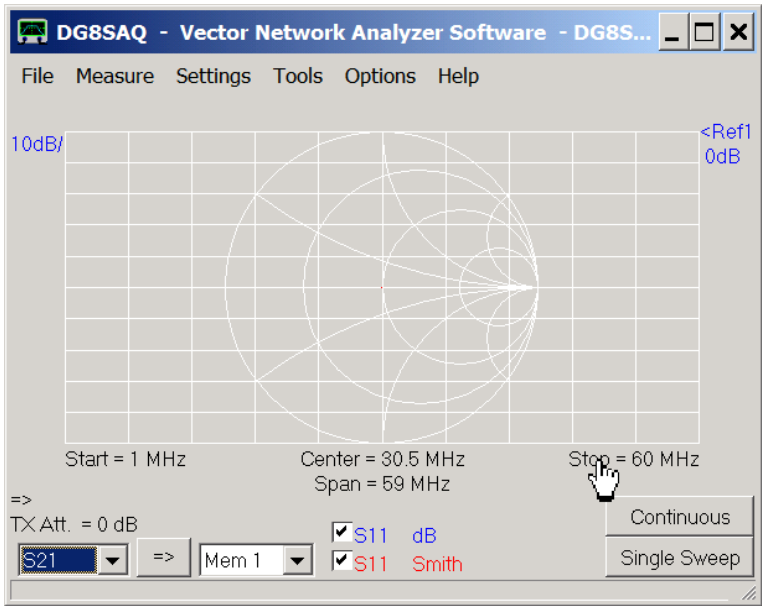
**Hinweis:** Sie können auch Unzoomen, indem Sie auf das Main Graphic Grid Rechts-Klicken.

**Example: A simple one port measurement**

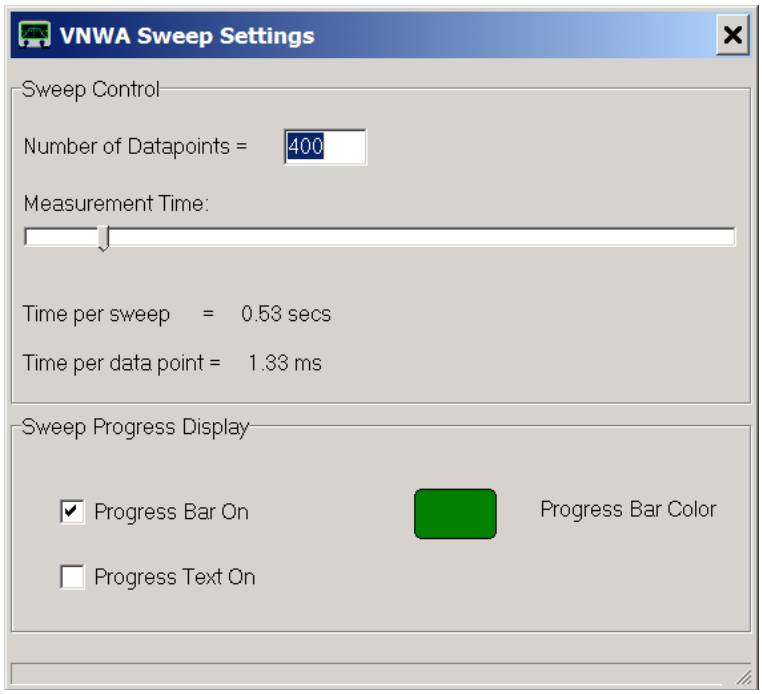
Das folgende Beispiel zeigt, wie der VNWA verwendet werden kann, um eine kleine Loop-Antenne für 13,5 MHz zu messen und seine elektrischen Eigenschaften zu extrahieren.

**1. Setting up**

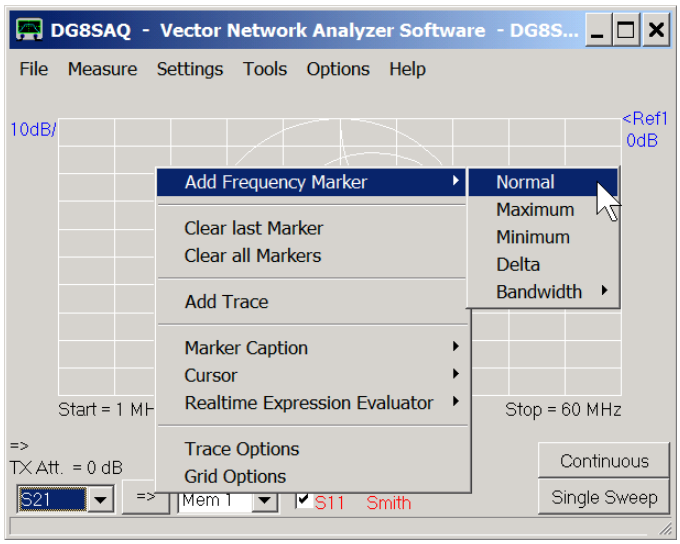
Wir setzen das Gerät auf den gewünschten Frequenzbereich, z.B. durch einen Doppelklick auf das "Stop"-Label oder einfach durch Drücken der f-Taste auf der Tastatur



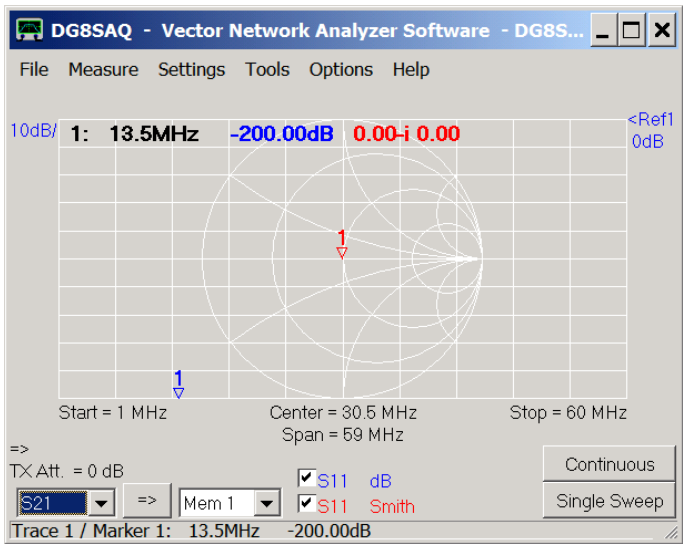

Wählen Sie außerdem S11 für beide Traces, wie oben gezeigt. Wählen Sie Settings-Sweep oder drücken Sie die s-Taste auf der Tastatur, um einen geeigneten Sweep-Parameter wählen:




Weiter platzieren wir einen Marker, durch Rechtsklick mit der Maustaste, auf das Main Drawing Grid:




Hier ist:



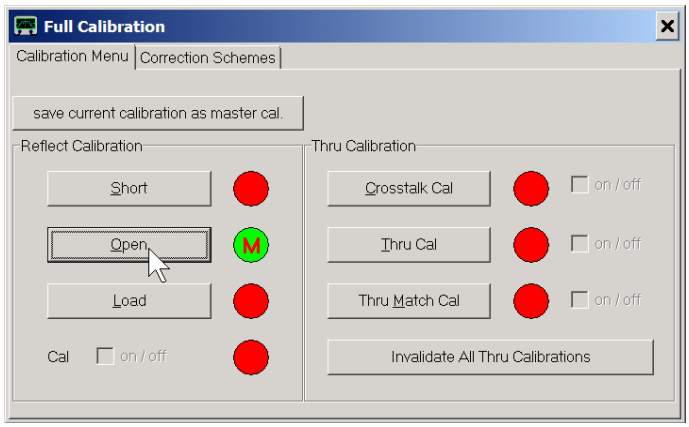

Jetzt sind wir bereit, den VNWA für eine Ein-Port-Messung zu kalibrieren, auch Reflexionsmessung genannt.

**2. Calibration**

Dieses Beispiel veranschaulicht, wie ein Testkabelsteckerende mit männlichen Kalibrierstandards kalibriert wird. Wir verbinden unser Prüfkabel an den VNWA TX-Port und verbinden unser Open- Kalibrierstandard (in diesem Fall mit einem Buchse-Buchse-Verbinder) mit dem anderen Ende des Test-Kabels:



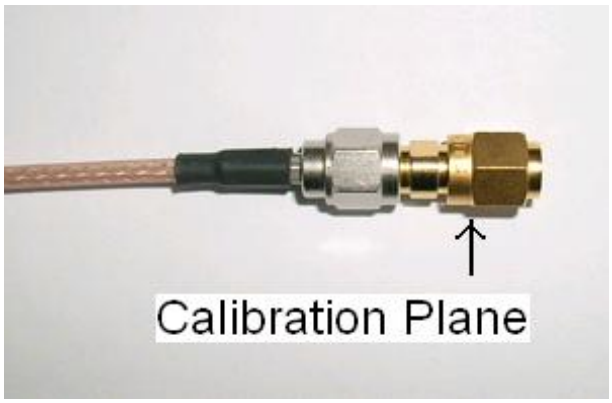

Wir wählen "Measure-Calibrate" oder drücken einfach die c-Taste auf der Tastatur, drücke das "Open" Button, bestätige, dass der Open-Standard angeschlossen ist und beobachte, wie das Instrument den Standard misst. Wenn die Messung komplett ist, wird die rote Open-Lampe grün:



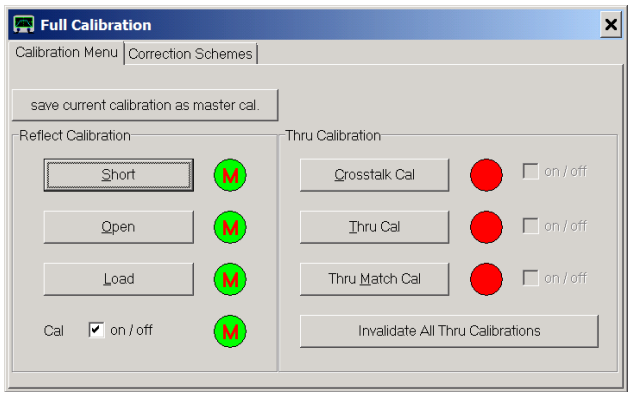

Auf gleiche Weise, messen wir den Load-Kalibrier-Standard...




... und den Short-Kalibrier-Standard:

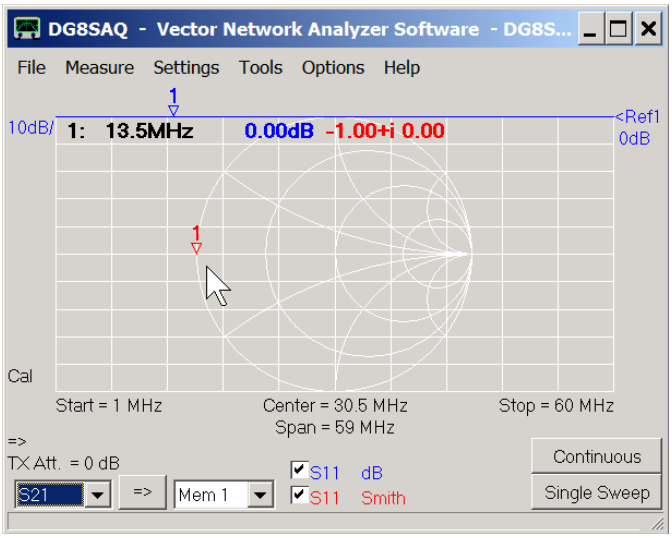



Zum Schluss sollten alle Reflektions-Kalibrierlampen grün sein:

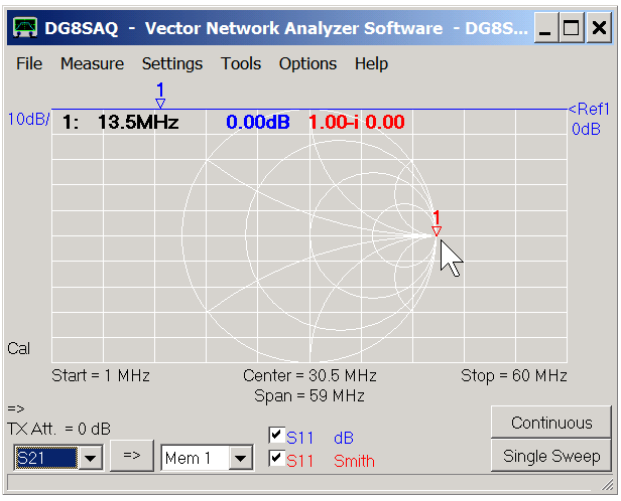



Wir schließen das Kalibrierung-Fenster und überprüfen die Kalibrierung durch Messung der Kalibrierstandards. Beachten Sie den roten Smith-Chard Trace.

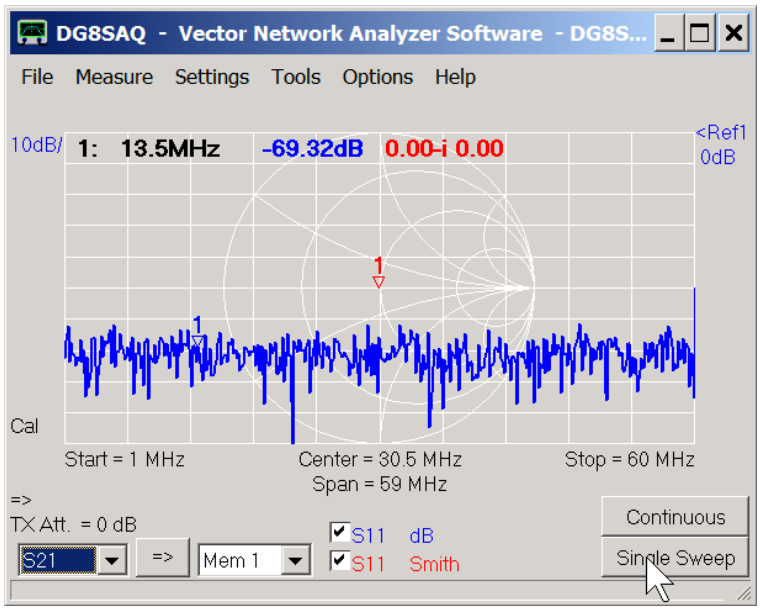
Der Short-Kalibrierstandard sollte einen Punkt am linken Rand des Smith-Chart (Reflexionskoeffizient -1, rote Markierung Wert) ergeben. Ohne den Marker würde der Punkt kaum sichtbar sein:




Der Open-Kalibrierstandard sollte ein Punkt an der rechten Kante des Smith-Chart (Reflexionskoeffizient +1) ergeben:



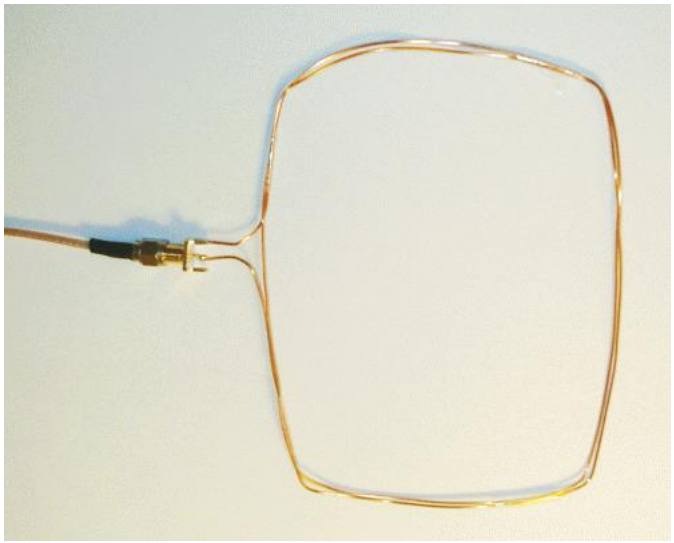

Der Load Kalibrierstandard sollte einen Punkt in der Mitte des Smith-Chart (Reflexionskoeffizient 0) zu ergeben:



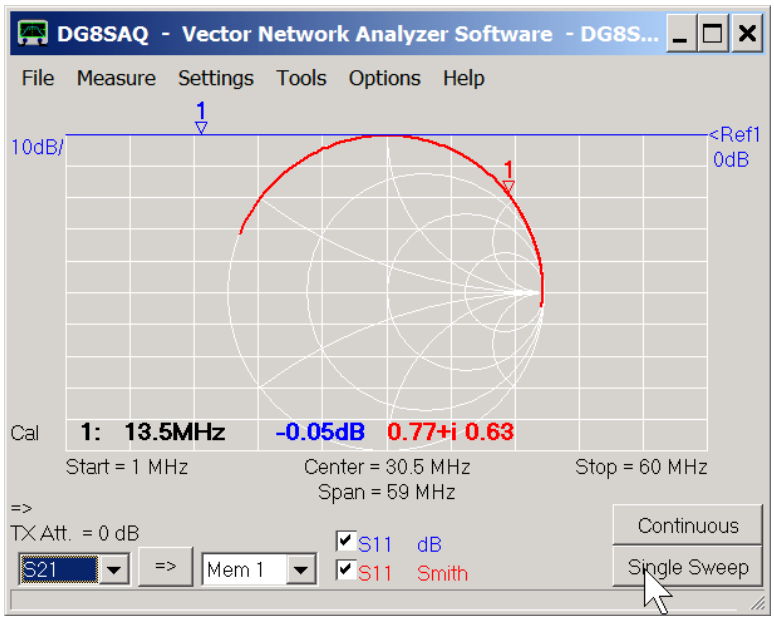

Die dB-Skala zeigt, dass der gemessene Reflexionsfaktor nicht genau Null, aber sehr, sehr dicht daneben, durch das Rauschen.

**3. Measurement**

Dann verbinden wir unsere zu messende Loop-Antenne, am Ende des Test-Kabels



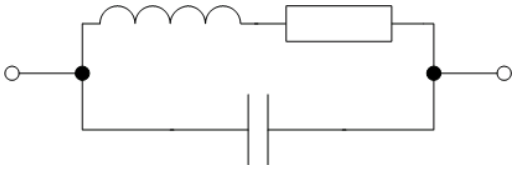
Und messen es….



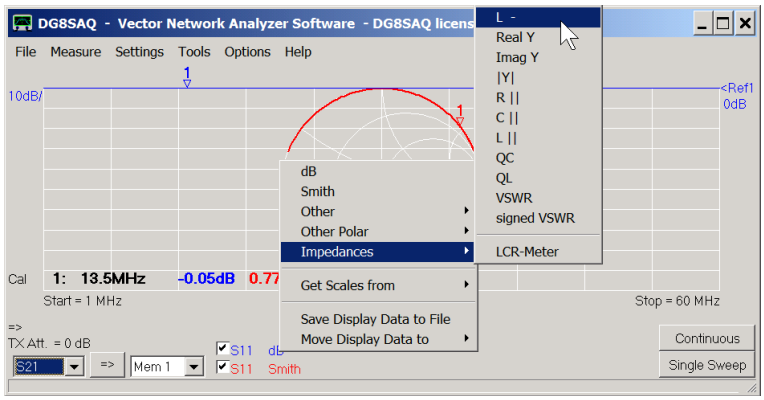

Die Antenne sieht ziemlich ähnlich aus, wie eine Spule mit dem roten Smith-Chart Trace kreisend, meist an der oberen Kante des Smith-Chart. Die blaue Kurve zeigt, dass nahezu alle Leistung von der Antenne (Absolutwert des Reflektionskoeffizient ist nahe 1 = 0 dB) reflektiert wird, wenn sie mit der 50 Ohm Quellenimpedanz des VNWA verbunden wird.

**4. Parameter extraction**

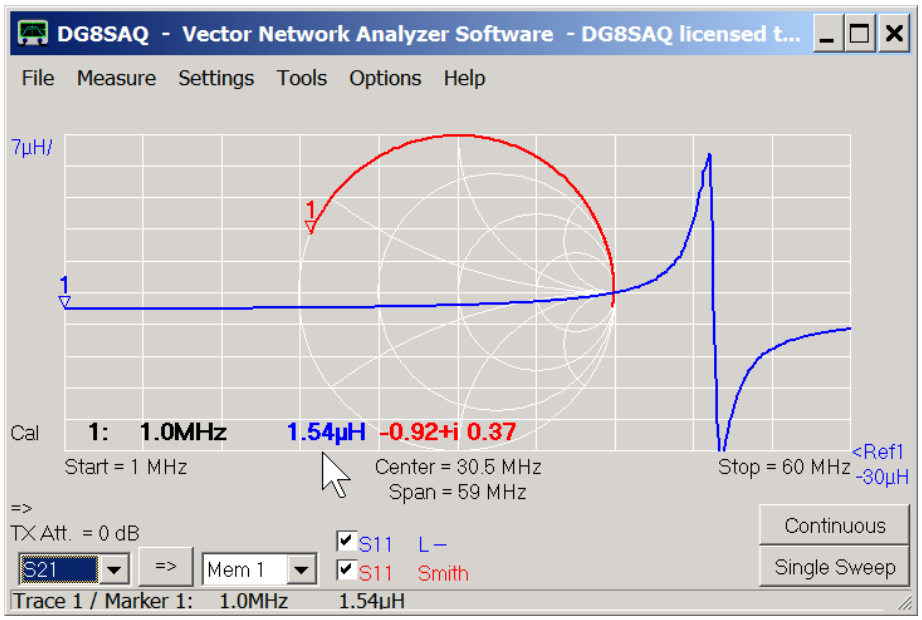
Die Antenne kann sehr genau durch das folgende Ersatzschaltbild beschrieben werden:



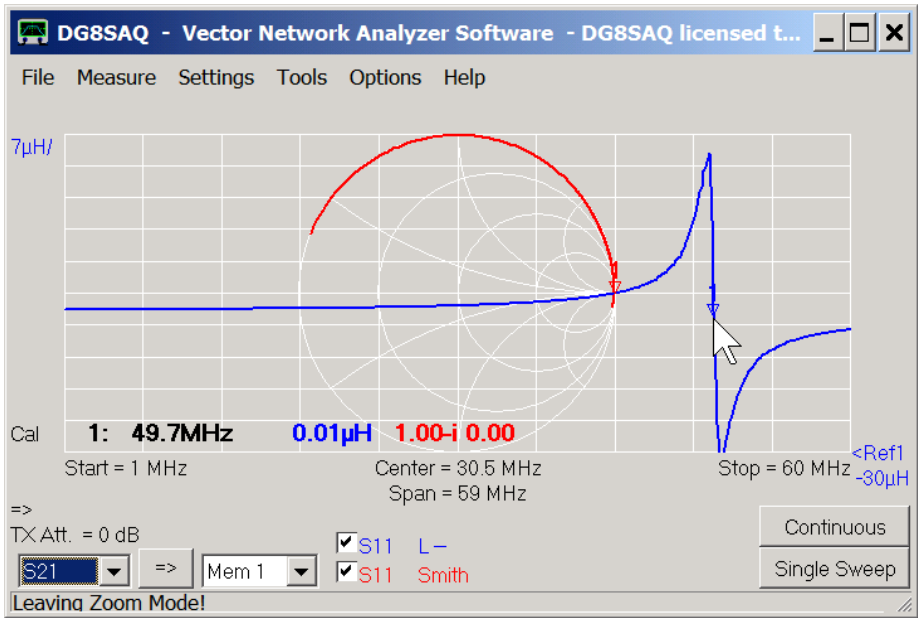
Um den Wert der Induktivität zu erhalten, schalten wir Trace 1 um, durch Rechtsklicken auf das dB-Label auf der Unterseite, um die Serieninduktivität, aus dem gemessenen Reflexionskoeffizienten S11 berechnet, anzuzeigen:




Der dominierende Betrag in dem Reflexionskoeffizienten, bei niedrigen Frequenzen, kommt von der Induktivität. Daher verschieben Sie die Markierung mit der Maus nach links und lesen Sie den Wert der Induktivität ab, bei niedriger Frequenz, von L = 1.54uH :




Als nächstes lesen wir die Parallelresonanzfrequenz des Parallel-Kondensators aus, durch Auffinden der Frequenz, wo der Induktivitätswert Null wird, zwischen den Resonanzspitzen bei f = 49.7MHz.

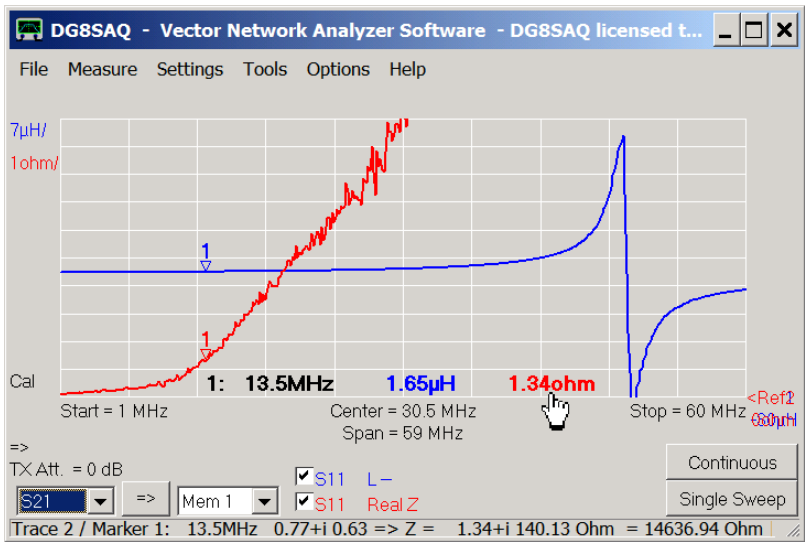



Daraus können wir den Kapazitätswert berechnen, über die parallele Schwingkreis Formel ...

$$2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

... und erhalten C=6.7pF.

Schließlich bestimmen wir den Realteil der Antennenimpedanz in der nominalen Sendefrequenz 13,5 MHz ...




... und erhalten 1.34 Ohm. Dieser Impedanz Wert wird auch in der unteren Statuszeile angezeigt, nach dem Rechtsklicken auf einen Marker. Das erste Zahl Paar ist der Reflexionskoeffizient S11 = 0,77 + i 0,63. Seine Größe ist nahe 1, was bedeutet, dass nahezu alle Leistung reflektiert wird. Die letzte Zahl ist der erste Teil der (aufgrund kleiner Fensterbreite abgeschnitten) Zahlenpaar Angabe der Impedanz in dem parallelen Ersatzschaltung, d.h. 14.6kOhms | |-84pF. Eine negative Parallel-Reaktanz bedeutet, das Device ist induktiv. Wenn man die Induktivität kompensiert durch Parallelschaltung eines 84pF Kondensators, wird der resultierende Schwingkreis bei 13,5 MHz resonant und erzielt eine Impedanz von 14.6kOhms in Resonanz.

Diese Werte können verwendet werden, um ein passendes Netzwerk zu berechnen, um unsere Antenne anzupassen, an z.B. eine 50 Ohm-Ausgangsimpedanz eines Senders.

**Example: Simple two Port**

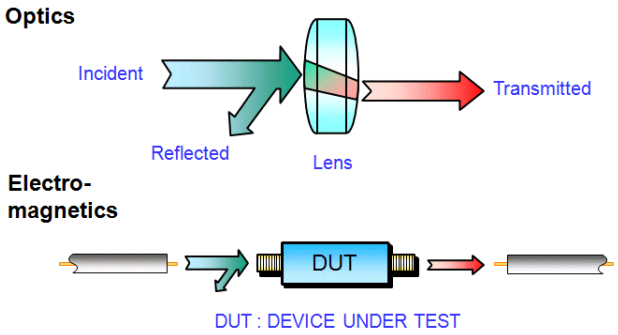
**Beispiel: Einfache Zwei-Port-Messungen und ihre Interpretation.**

Das folgende Kapitel erklärt, was ein Zwei-Port-Device ist und wie es beschrieben wird. Weiter, konkrete Beispiele, wie zwei Port-Device-Messungen durchgeführt werden. Schließlich werden die gemessenen Daten analysiert, um heraus zu finden, was wir damit anfangen können.

1. Prinzip von 2-Port-Device-Parametern und deren Messung.
2. Praktisches Beispiel zur Durchführung einer 2-Port-Messung.
3. Interpretation und Verwendung der 2-Port-Messungen.

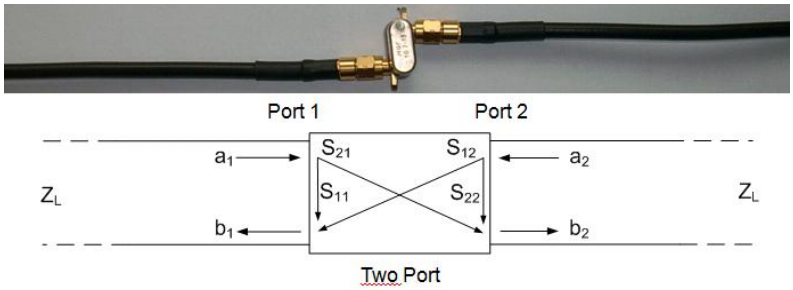
**Principles of 2-Port Device Parameters and their Measurement**

Elektrische Zweitor-Devices sind Bauelemente mit Ein- und Ausgang oder zwei Verbindungen, wobei ein Signal in einen Port gesendet und an dem anderen Port detektiert werden kann. Typische Beispiele sind Dämpfungs-glieder, Verstärker und Filter.
Die Beschreibung der elektrischen Zwei-Port-Devices verfolgt genauso wie die Beschreibung von optischen Geräten wie eine Linse. Eine Linse ist auch eine Vorrichtung mit zwei Anschlüssen, wobei ein Lichtstrahl auf einer Seite in die Linse strahlt. Ein Teil des einfallenden Lichts wird zurück reflektiert, etwas von dem Licht wird in dem Objektiv absorbiert und in Wärme umgewandelt, während der Rest von der anderen Seite ausgesendet wird:




Ein elektrisches 2-Port-Device verhält sich ganz ähnlich, wenn sie zwischen zwei Übertragungsleitungen gesetzt wird, wobei der linke Port eine elektrische Welle **in** die Vorrichtung leitet. Etwas von der elektrischen Leistung kann am Device-Eingang **reflektiert** werden (Reflexionsverlust), etwas kann im Inneren des Gerätes (Dissipation) in Wärme umgewandelt werden und der Rest kommt auf der rechten Seite **aus** dem Device.

Weil das Licht durch eine Linse in beide Richtungen scheinen kann, kann auch ein elektrisches Bauteil, mit zwei Anschlüssen, in umgekehrter Richtung betrieben werden kann. So können Wellen in das Device von beiden Seiten (einfallenden Wellen) eingeben werden. So können Wellen das Device auch von beiden Seiten (ausfallende Wellen) verlassen. Elektrische Zwei-Port-Devices werden im Sinne dieser einfallenden Wellen mit **a** bezeichnet und ausfallende Wellen durch **b**. Die beiden Ports sind nummeriert ( 1 = links, 2 = rechts ) und die Wellen sind mit Indizes bezeichnet, auf welcher Seite des Device diese existieren, z. B. a1 ist eine einfallende Welle (a) von links kommend (1).




Die komplexen Wellenamplituden a1, a2, b1 und b2 sind komplexe Zahlen, die sowohl die Amplitude als auch die Wellenphasen- Informationen beinhalten.
Für lineare Devices, gibt es lineare Beziehungen zwischen diesen:

$$b_1 = S_{11} \cdot a_1 + S_{12} \cdot a_2$$
$$b_2 = S_{21} \cdot a_1 + S_{22} \cdot a_2$$

Die komplexen Zahlen S11, S12, S21 und S22 werden als Streuparameter oder S-Parameter bezeichnet. Diese voll charakterisieren die Zwei-Port-Devices für linearen (= kleine Signale) Betrieb, voll.
Jetzt werden wir, die Bedeutung dieser S-Parameter, untersuchen.

Nehmen wir eine Situation an, wo es eine Welle a1 gibt, die in die linke Seite vom Port 1 des Zwei-Port-Device, gesendet wird, aber nichts wird in die rechte Seite Port 2 gesendet, d.h. a2 = 0 .

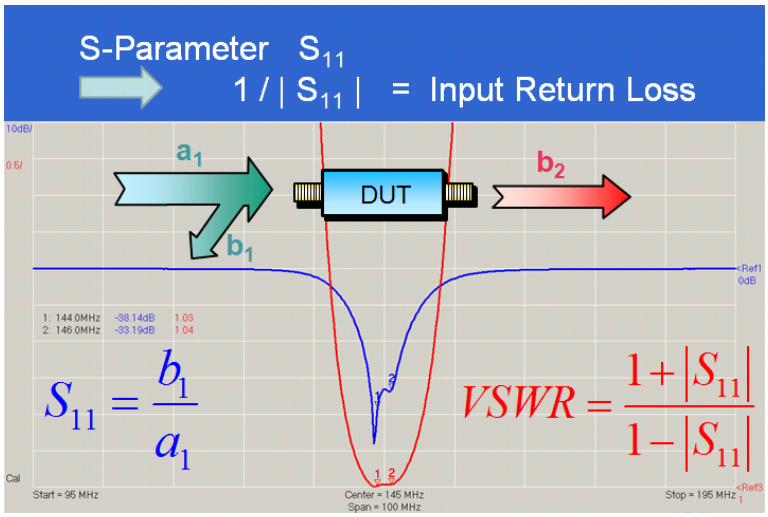
In diesem Fall kann man die obigen Gleichungen vereinfachen, zu:

$$b_1 = S_{11} \cdot a_1$$

$$b_2 = S_{21} \cdot a_1$$

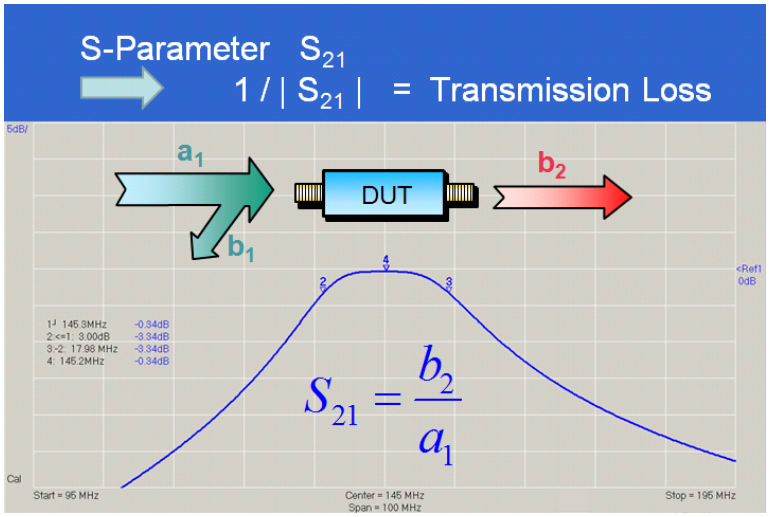
Diese vereinfachten Gleichungen ermöglichen es uns, die S-Parameter zu interpretieren, sowie verstehen, wie sie zu messen sind.

Lasst uns die erste Gleichung anschauen. Aufgelöst nach S11 zeigt sie, dass S11 das Verhältnis der reflektierte Welle b1 zur einfallenden Welle a1 ist, am Port 1:



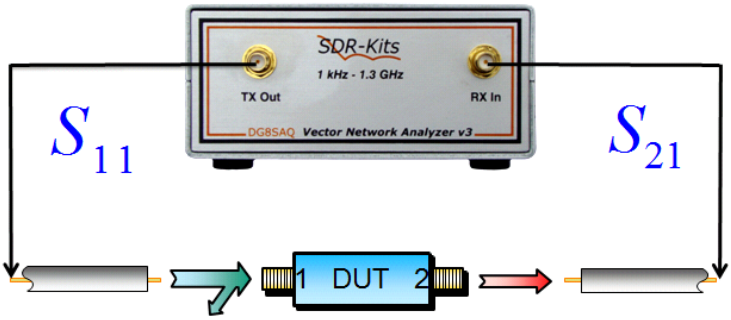

Diese Absenkung der Magnitude von S11 ist als Eingabe Rückflussdämpfung ( Input Return Loss) bekannt. D. h. ein Device, dass eine Rückflussdämpfung von 10dB zeigt, erbringt | S11 | =-10dB. Dies bedeutet, ist die reflektierte Welle 10dB schwächer als die einfallende Welle ist oder 1:10 der einfallenden Energie wird reflektiert . Aber, da S11 auch die Phaseninformation enthält, kann auch die Eingangsimpedanz des DUT, von S11 berechnet.

Lösen der zweiten Gleichung für S21, zeigt, dass S21 ist das Verhältnis der durchgegangenen Welle b2 zu der eingefallenen Welle a1 ist:



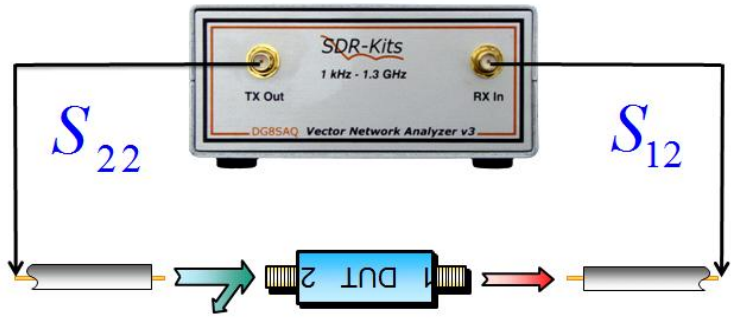

Der Kehrwert von | S21 | ist als Transmissionsverlust (Transmission Loss) bekannt. Zum Beispiel wird ein 10dB / 50 Ohm Abschwächer zeigen, S21 =-10dB.

Nun ist es klar, dass, um S11 und S21 zu messen, müssen wir Energie in den Port 1 zuführen und wir detektieren die einfallende Welle a1, b1 die reflektierte Welle und die durchgehende Welle b2.
Das ist genau das, was der VNWA tut:




DUT : DEVICE UNDER TEST

Wenn wir S12 und S22 kennen wollen, können wir dies in ähnlicher Weise messen, indem die Energie in Port 2 gesendet wird. Da der VNWA in seiner Standardausführung unidirektional ist, d.h. nur der TX-Port kann ein Signal liefern, müssen wir die Anschlüsse 1 und 2 unseres Testobjekts umtauschen, d.h. drehen Sie ihn um 180°, um S12 und S22 zu messen:




Aber warum sollten wir daran interessiert sein, wie unser Device in umgekehrter Richtung betrieben wird, wenn wir damit nur in Vorwärtsrichtung arbeiten, in der endgültigen Anwendung?
Es gibt dafür mehrere Antworten.

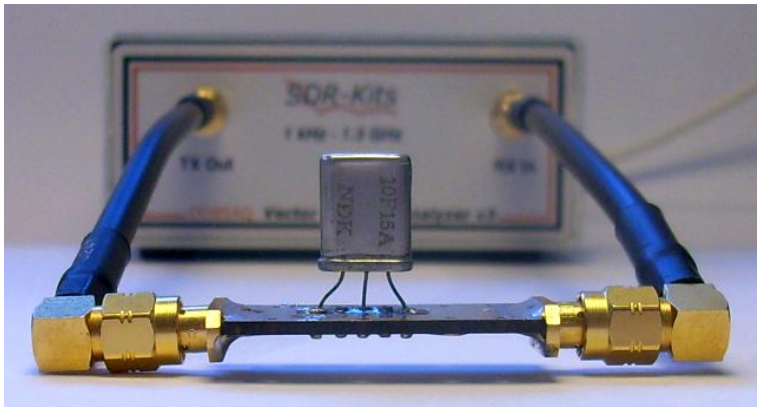
Stellen Sie sich vor, Ihr Testobjekt ist ein Tiefpassfilter, um zwischen einem Leistungsverstärker und einer Antenne platziert zu werden. Klar ist, dass nur der Leistungsverstärker in den Tiefpassfilter Enegie einspeisen kann und alles, was zählt, ist, wie viel Leistung kommt bei der Antenne an. So ist S21 als Maß für den Übertragungs- Verlust entscheidend. Aber, da wir keine Leistung zurück in den Leistungsverstärker reflektiert haben wollen, müssen wir sicherstellen, dass Verstärker und Filter impedanzmäßig abgestimmt sind. So ist S11, als Maß für die Filter-Eingangsimpedanz, entscheidend. Ebenso wollen wir, dass die Antenne impedanzmäßig, an den Filterausgang angepasst ist. Somit ist S22, als Maß für die Filter-Ausgangsimpedanz, entscheidend, auch, wenn wir keine Leistung in den Filterausgang schicken. Wenn es keine perfekte Übereinstimmung zwischen Filterausgang und Antenne gibt, führt das dazu, dass das Signal in den Filter reflektiert wird, so wird S12 wird ebenfalls wichtig.

Ein anderes Szenario ist ein Filter, der in der endgültigen Anwendung in einer Impedanz-Umgebung sehr verschieden ist, von der 50 Ohm Umgebung des VNWA, wie ein Hoch-Impedanz-Kristallfilter. Die VNWA Kalibrierung misst nur die Filter S-Parameter in seinem 50 Ohm Umgebung. Sobald die vollständige Menge von S-Parametern bekannt ist, ist es möglich, diese zum Simulieren und Optimieren der Filterleistung zu verwenden, in der endgültigen Anwendung, mit einer beliebigen Impedanz-Umgebung. Ein solches Beispiel wird auf der Seite "Interpretation and Usage of 2-Port Measurements", gezeigt werden.

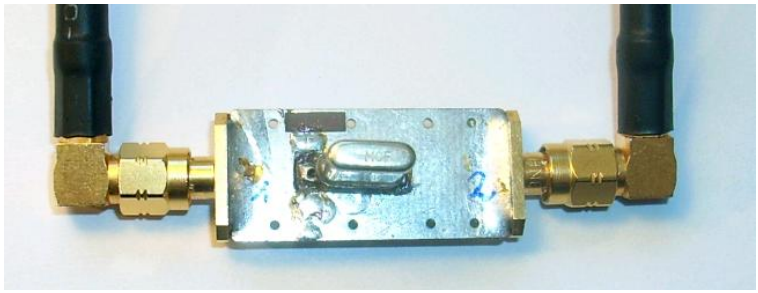
Die folgende Seite "Practical Example on Performing a 2-Port Measurement" wird Schritt für Schritt ein Beispiel präsentieren, wie der volle Satz von S-Parametern gemessen wird.

**Praktical Example on Performing a 2-Port Measurement**

Das folgende Beispiel demonstriert, wie der VNWA verwendet werden kann, um Zwei-Port-S-Parameter eines schmalbandigen 10,7 MHz zweipoligen Quarzfilter zu messen.
Wir verbinden den Filter mit den Test-Kabeln und einer Test-Platine, zwischen dem VNWA TX-Port und RX-Port:

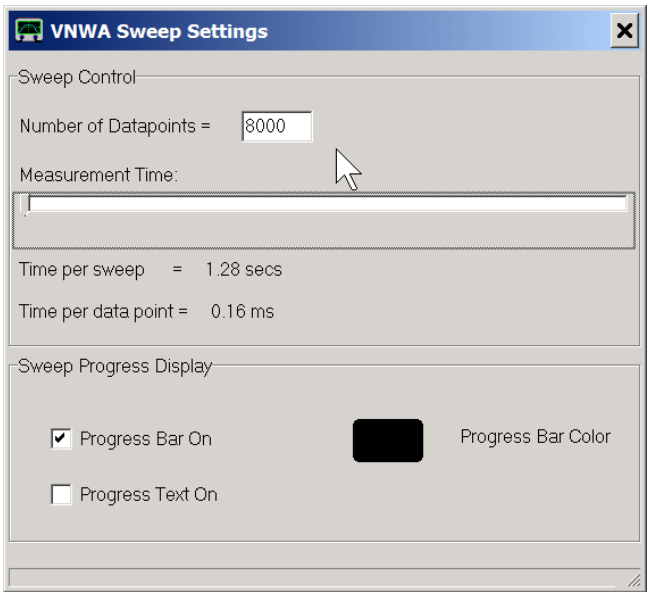



Es wird empfohlen, dass Sie die Ports Ihres Prüflings nummerieren, um ganz sicher zu sein, dass Sie immer in die richtige Richtung zu messen:

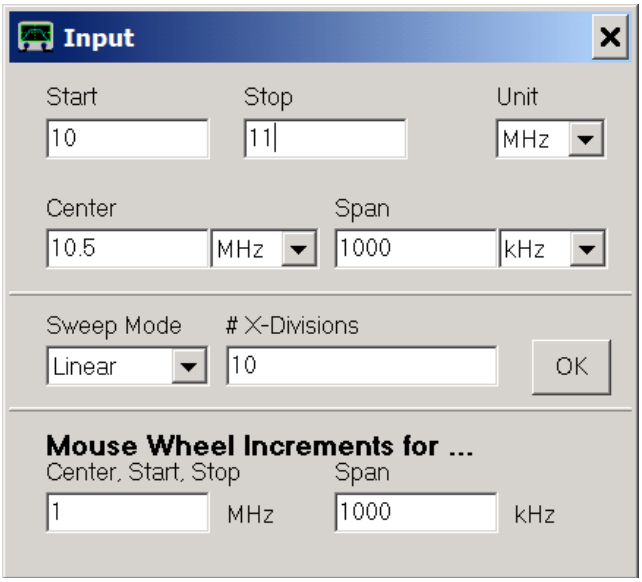


**1. Setting up**

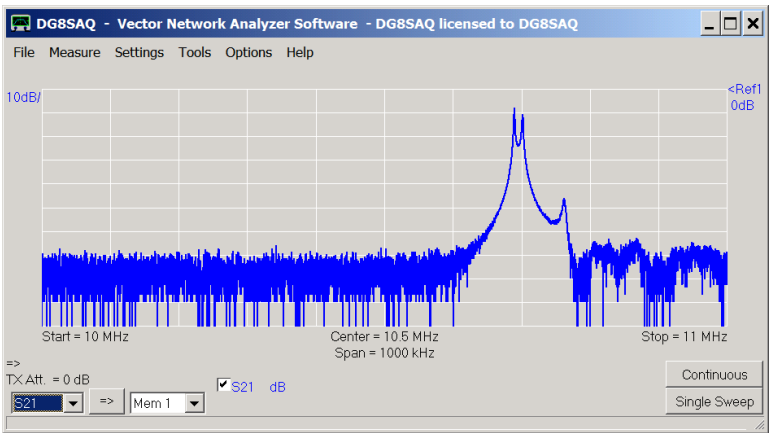
Zuerst müssen wir einen Frequenzbereich festlegen, der einigermaßen unser Test-Objekt abdeckt.
Um es zu finden, werden wir eine erste Transmissionsmessung ohne Kalibrierung durchführen, über einen relativ großen Frequenzbereich.
Um sicher zu stellen, dass wir alle interessanten Features erfassen, werden wir eine große Anzahl von Datenpunkten (hier 8000) und eine der schnellsten Sweep-Zeiten (0.16ms pro Datenpunkt) wählen, durch Drücken der s-Taste oder durch Auswahl von Settings-Sweep:



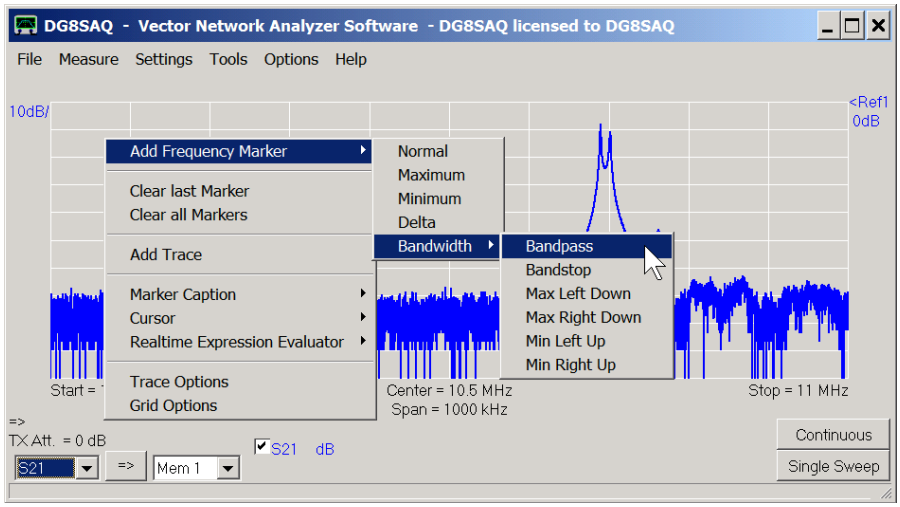

Als nächstes setzen wir das Instrument auf den gewünschten Frequenzbereich, z.B. durch einen Doppelklick auf das "Stop"-Label oder einfach durch Drücken der f-Taste auf der Tastatur.



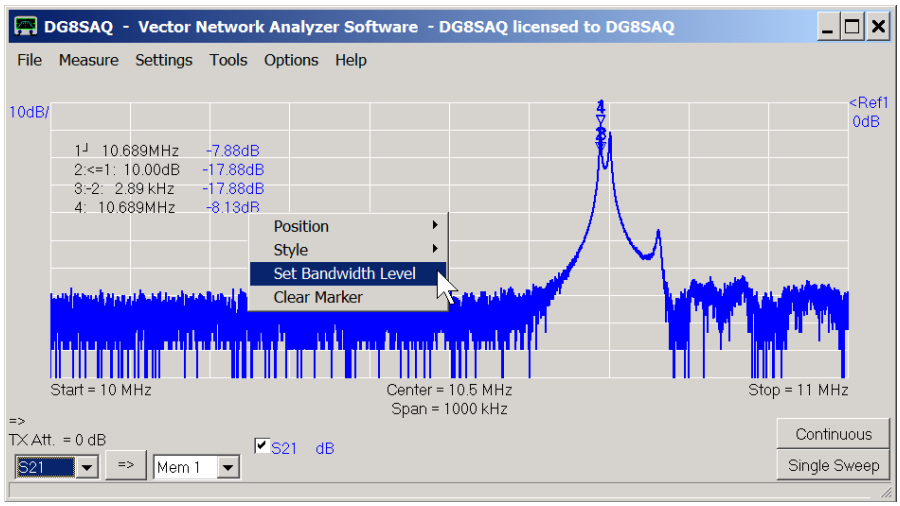

Wir wählen S21 (=Transmission) für einen Trace, wie unten dargestellt und machen einen einzigen Durchlauf durch Drücken des "Single Sweep" Button:



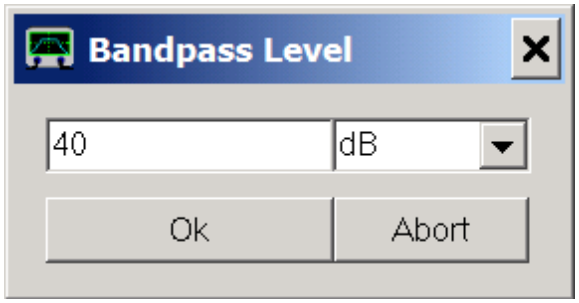
Die Spannweite (Span) (1 MHz) ist viel zu hoch und die Mittenfrequenz (Center Frequency) ist ausgeschaltet. Wir setzen einen Bandbreite-Marker (Bandwidth Marker), mit der rechten Maustaste, auf das Rasterfeld (Main Grid), um die optimale Mittenfrequenz und die Spannweite, zu bestimmen:



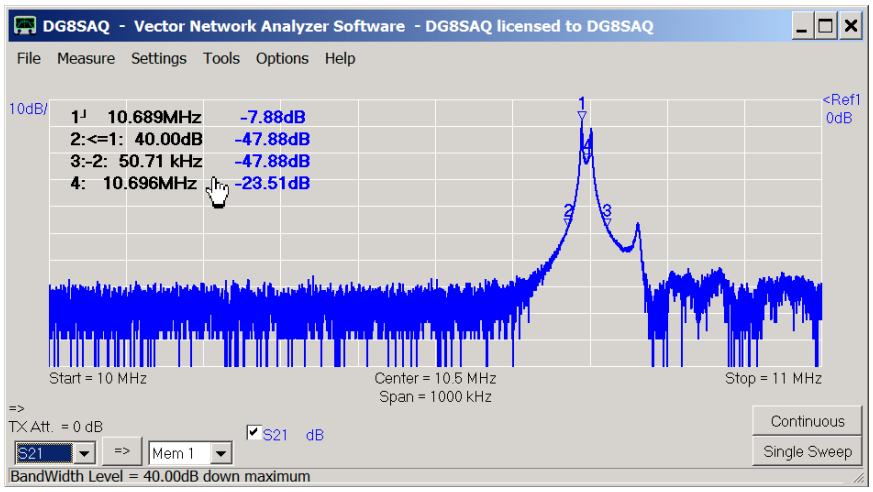

Wir wollen einen höheren Bandbreiten-Level, so dass wir auf die Marker4-Beschriftung (Caption) mit der rechten Maustaste drücken, um diese zu ändern ...



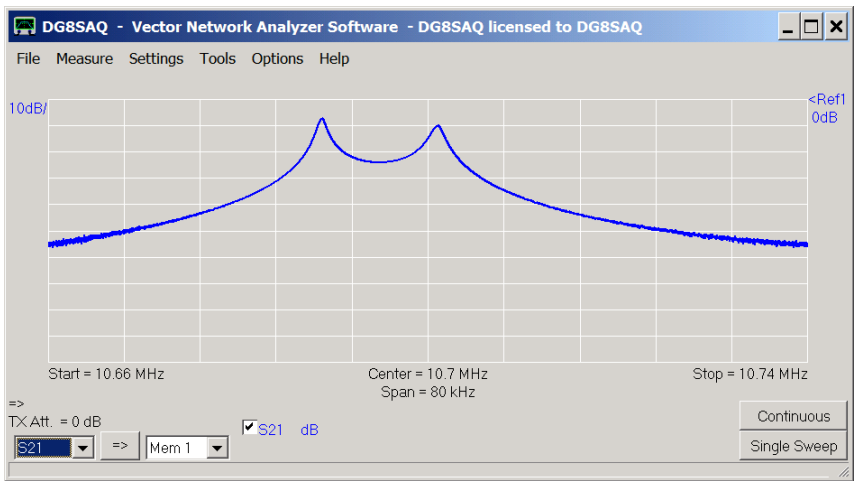

... zu 40dB:




Jetzt können wir die gewünschte Mittenfrequenz und Spannweite ablesen:

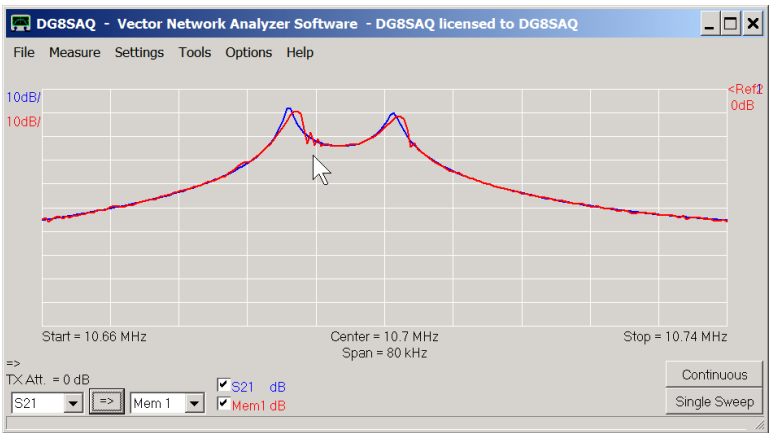



Wir entscheiden uns für eine Mittenfrequenz von 10,7 MHz, eine Spannweite von 80kHz:



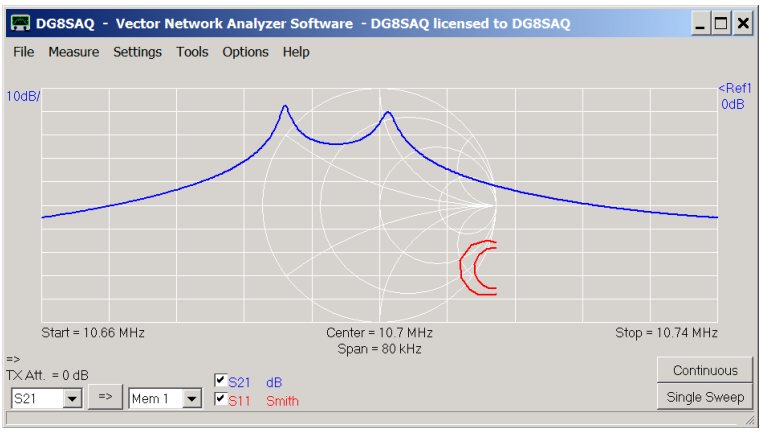

Auf diese Weise haben wir einen guten Überblick auf den Durchlassbereich des Filters (zwischen den beiden Maxima) und wir sehen auch einiges vom nahen Sperrbereich. Man beachte, dass der Filter-Durchlassbereich nicht flach ist, da der Filter nicht auf die VNWA Impedanz von 50 Ohm angepasst ist.

Nun reduzieren wir die Anzahl der Frequenzpunkte auf eine relativ niedrige Zahl (500 ist völlig ausreichend) und im Gegenzug erhöht die Messzeit, so dass die gesamte Sweepzeit ca. 4 Sekunden dauert. Man beachte, dass Quarzfilter einen relativ hohen Q-Wert aufweisen. Deshalb brauchen sie Zeit, um auf eine neue Frequenz angeregt zu werden. Daher ist es wichtig, sie langsam zu sweepen. Spielen Sie mit der Sweepgeschwindigkeit und sehen Sie, wie sich der Durchlassbereich verändert. In der Ansicht, unten, (200 Punkte), wird der rote Trace innerhalb von 30ms gesweept, während der blaue Trace in 4s aufgenommen wurde:




Offensichtlich wurde der rote Trace mit einer zu hohen Sweepgeschwindigkeit angenommen, da die Maxima nach rechts verschoben sind und der Filter nach den Maxima (Markierungspfeil) klingelt.

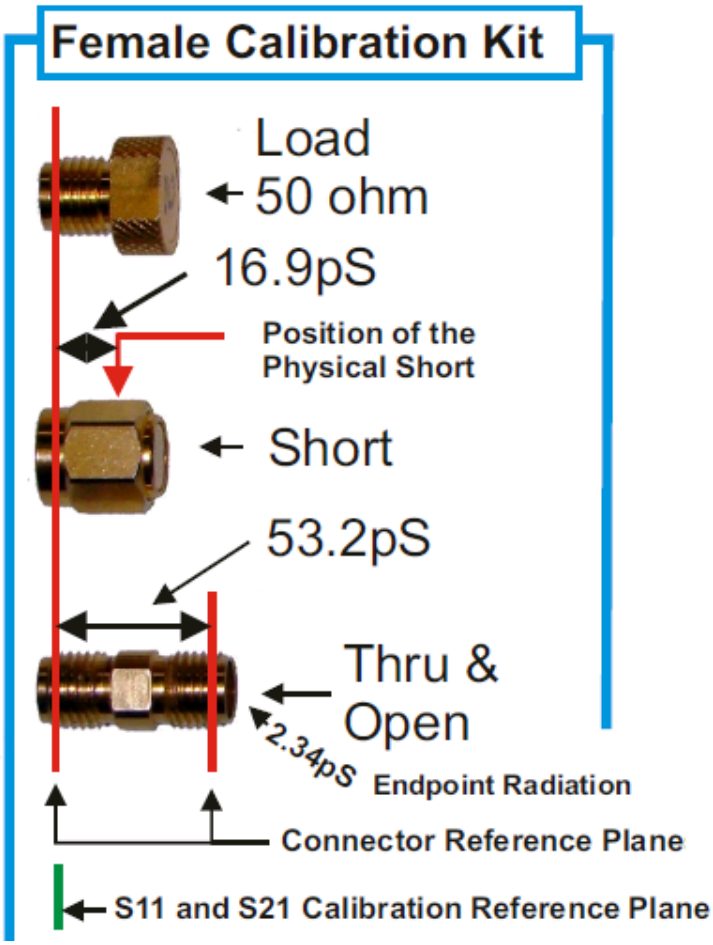
Schließlich aktivieren wir einen zweiten Trace für S11, indem wir die + Taste auf der Tastatur drücken, wir wählen ein Smith-Diagramm anzuzeigen  und sweepen noch einmal:



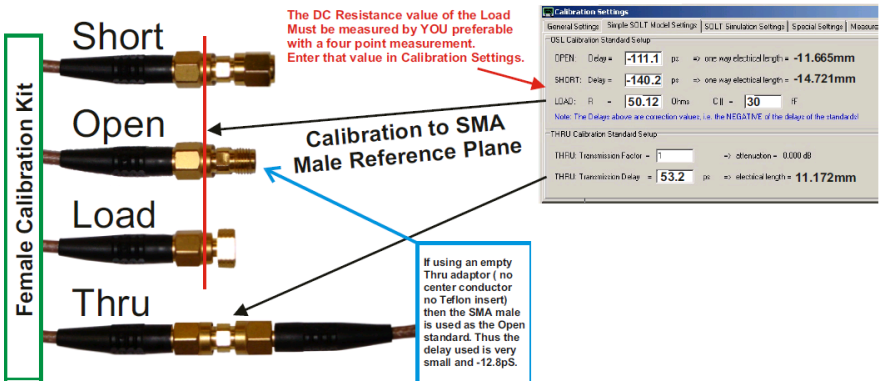

Die gerade gemessenen S11 Reflexion Daten sind teilweise außerhalb des Smith-Diagramm, weil unser VNWA noch nicht kalibriert ist. Die Daten sind noch nicht gültig.
Jetzt sind wir bereit, den VNWA für eine Zwei-Port-Messung zu kalibrieren, die aus einer Transmissions-messungen (S21, S12) und ein Reflexionsmessungen (S11, S22) besteht.

**2. Calibration**

Wir wollen eine Kalibrierung, mit einem weiblichen Amphenol Kalibrier-Satz ausführen, erhältlich durch SDR-Kits :

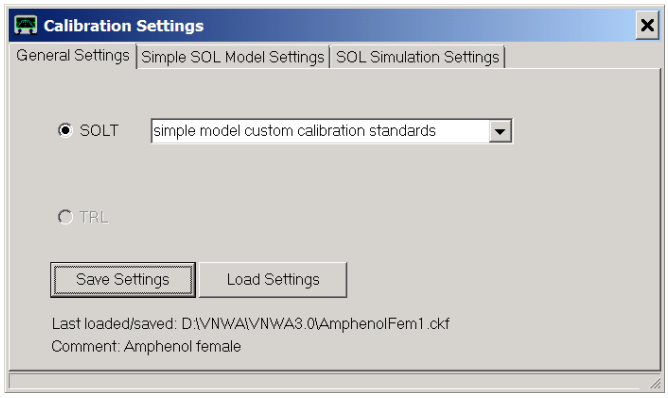



Wir werden eine Kalibrierung durchführen, welche die Kalibrierungsebene exakt platziert in die Testkabelstecker-Referenzebene.

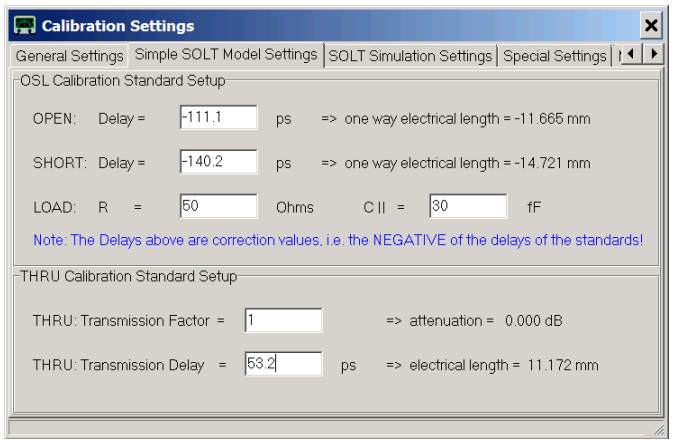



Die obigen Kalibrierungskitdaten wurden von Kurt Poulsen zusammengestellt. Kurt aktualisiert diese Daten für alle Arten von Kalibrierungsstandards und -modellen auf seiner Webseite http://www.hamcom.dk/VNWA/.
Bitte überprüfen Sie dort, um die neuesten und genauesten Daten für Ihre Kalibrierstandards zu erhalten.

Wir öffnen das **Calibration Kit Settings Window**, indem wir die k-Taste auf der Tastatur drücken und wählen **"simple Model Custom Calibration Standards"...**




... und kopieren die Calibration Kit Parameters von Kurt Poulsens Dokument:

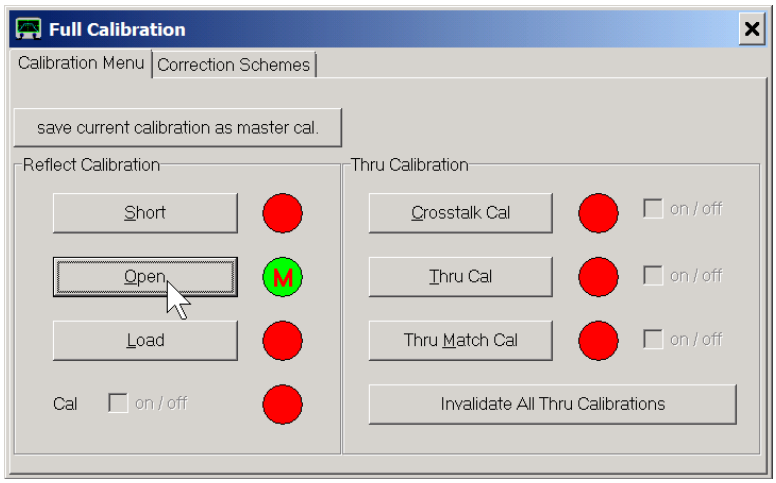



Hinweis: Bevor Sie eine Kalibriermessung machen, stellen Sie sicher, dass die Instrumenten- Sweep-Geschwindigkeit auf den niedrigsten Wert gesetzt ist, den Sie beabsichtigen, für die Kalibrierung zu benutzen, sonst werden Ihre späteren Messergebnisse durch das Rauschen der Kalibriermessungen dominiert. Wir haben, oben, eine totale Sweep-Zeit von 4s gewählt, welche so langsam ist, wie wir sweepen wollen, dass ist OK.

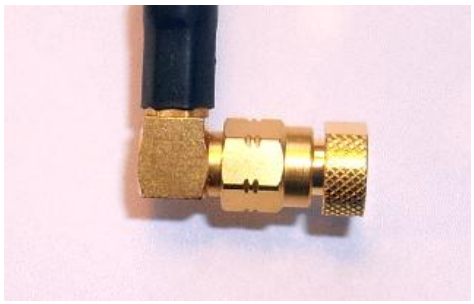
Als Erstes machen wir eine Reflektions-Kalibrierung am TX-Test-Kabelende.
Unsere Test-Kabel bleiben mit den VNWA TX- und RX-Ports verbunden. Wir verbinden unsere Open-Kalibrierstandard (in diesem Fall identisch mit dem Weibchen-Weibchen-Through-Verbinder) mit dem anderen Ende des TX-Port Prüfkabels:



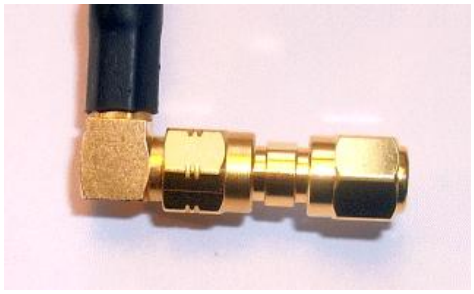
Wir wählen "Measure-Calibrate" oder drücken Sie einfach die c-Taste auf der Tastatur, drücken Sie die Schaltfläche "Open", bestätigen Sie, dass der Open-Standard angeschlossen ist und beobachten Sie wie das Instrument den Standard misst.
Wenn die Messung abgeschlossen ist, schaltet die rote Open-Lampe nach hellgrün um:



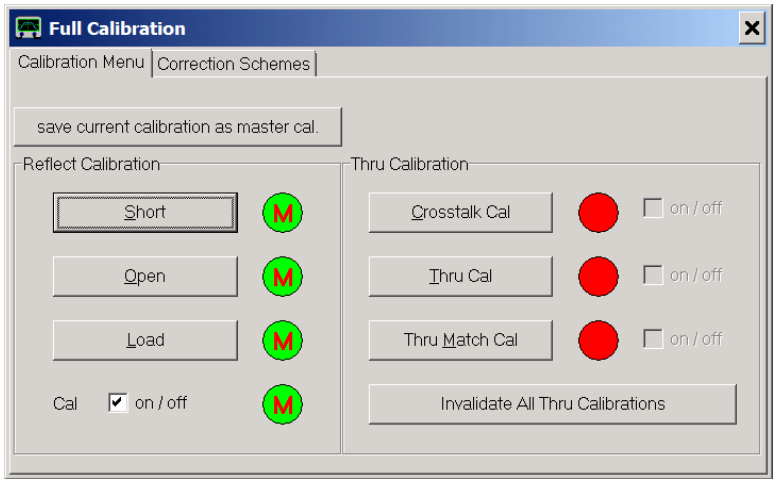

Auf gleicher Weise messen wir den Load-Calibration-Standard...



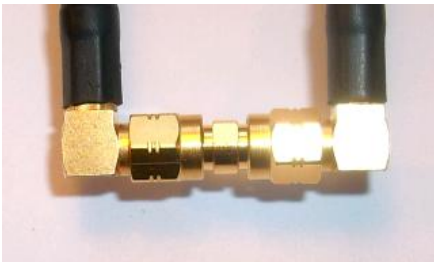
... und den Short-Calibration-Standard:



Schließlich sollten alle eingestellten Kalibrierungs-Lampen grün sein:



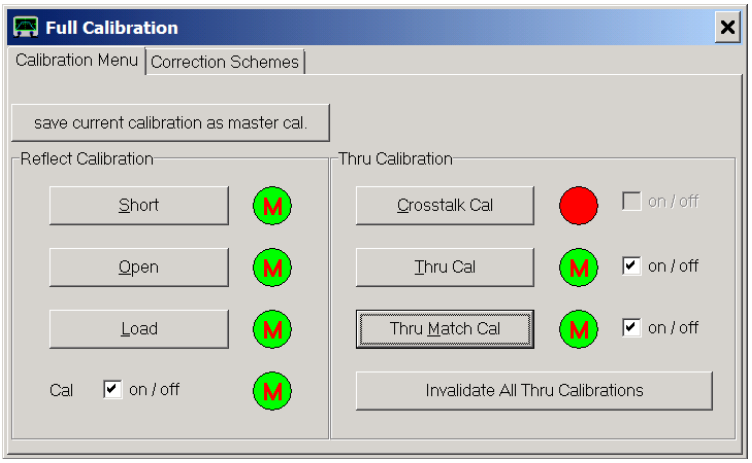

Als nächstes müssen wir den VNWA für die Transmission kalibrieren. Dafür verbinden wir die Test-Kabelenden von TX-Port und RX-Port mit dem Thru-Standard ...



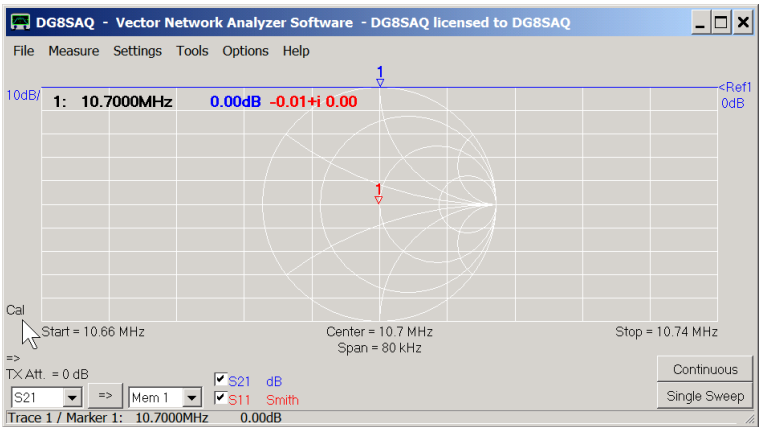
... und drücken Sie die "Thru"-Taste und lassen das Instrument den Kalibrierungs- Sweep machen.

Der **"Thru-Match"** Kalibrierungs- Schritt erfordert den gleichen Thru-Standard als Thru Kalibrierung. Während die Thru-Kalibrierschritt-Maßnahmen Transmission messen, misst der Thru-Match-Kalibrierschritt die Reflexion des RX-Ports, um numerisch die Abweichungen, zu kompensieren, von einer perfekten 50 Ohm RX-Port Anpassung. Also, wenn das Thru-Kalibrierungs-Sweep fertig ist, drücken wir den Thru Match-Button.

Wir lassen Crosstalk Isolation aus, weil dies in der Regel nicht erforderlich ist. Schließlich sind alle Lampen außer der Crosstalk-Kalibrierung grün:

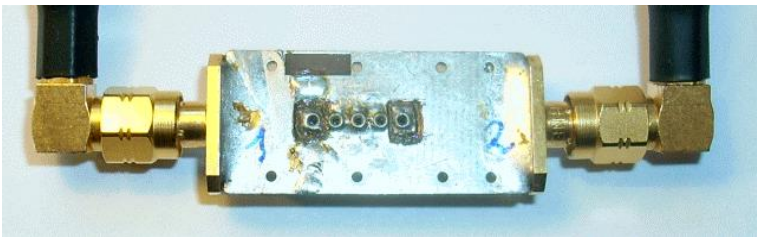



Wir schließen das Kalibrierungs- Fenster und überprüfen die Kalibrierung durch Messung des "Thru"-Kalibrierstandards.

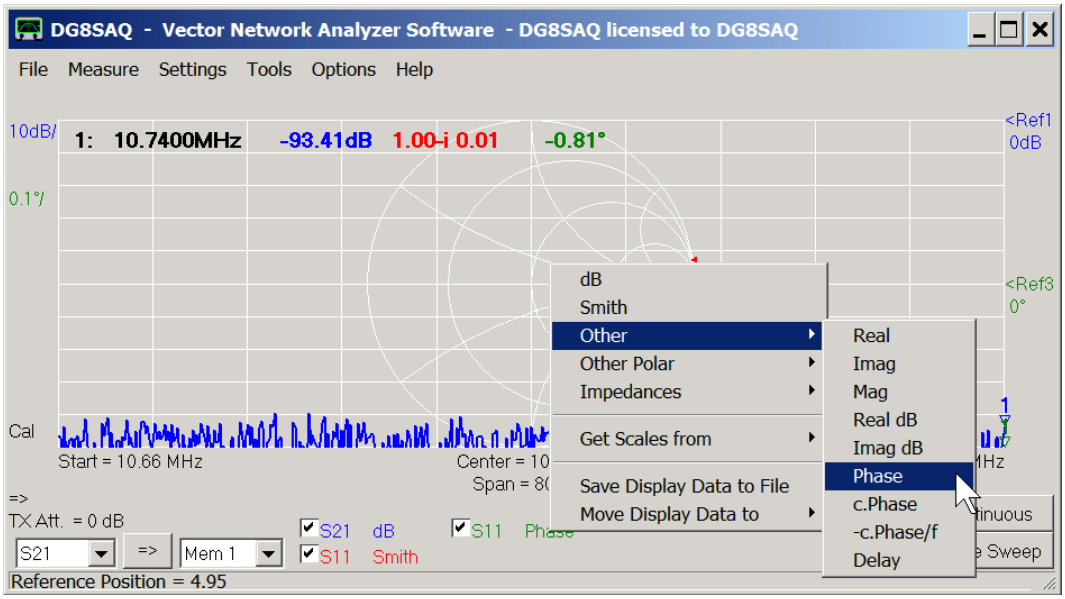



Da unser Thru-Standard per Definition 0dB Dämpfung hat, erhalten wir die flache blaue 0dB Linie. Wir haben auch die Reflexionskoeffizienten des RX-Anschluss gemessen (rote Kurve auf einen Punkt reduziert, kaum sichtbar, ohne Markierung), die sehr nahe an Null ist, für alle Frequenzen.

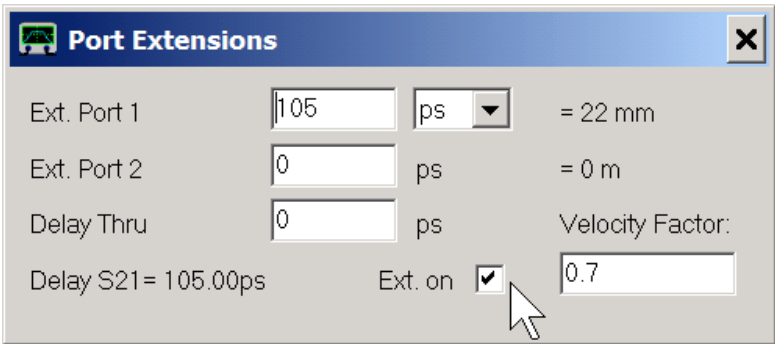
Als nächstes müssen wir die Kalibrierungs-Ebene von der **Mitte** der Thru-Position verschieben, auf unsere Device-Testplatine mit der Draht-Position unseres Prüflings, durch Benutzung von Port-Extension. Deshalb setzen wir das Test-Board ein, ohne Testobjekt, Port 1 verbunden mit dem VNWA TX Port ...



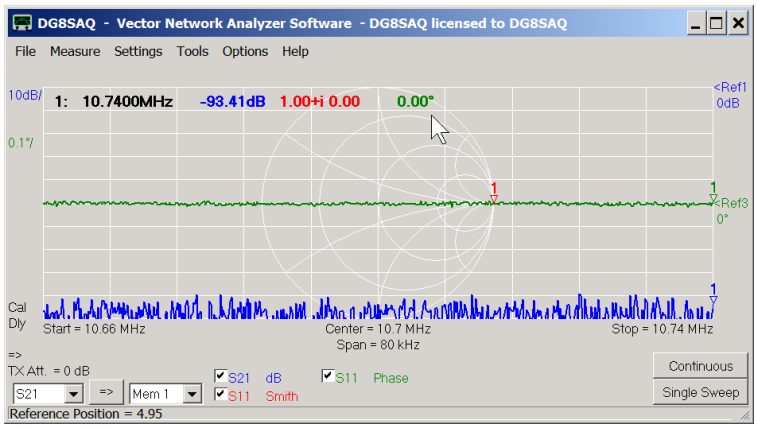
... und machen Sie einen Sweep. Wir fügen einen weiteren Trace hinzu, den S11, durch Drücken der +-Taste und wählen, die Phase anzuzeigen:




Dann öffnen wir das Port-Extension-Menü durch Drücken der p-Taste auf der Tastatur und legen das Port-Extension-Fenster neben das Hauptfenster, so dass beide sichtbar bleiben:

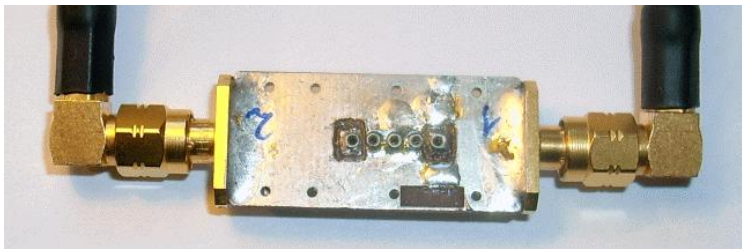



Wir markieren die **Ext.on** Box (Mauszeiger) und setzen den Fokus auf den Ext. Port 1, indem wir auf ihn klicken. Weiter, unter Beachtung der **grünen S11 Phase Spur** im Hauptfenster, drehen wir das Mausrad oder editieren das Feld, bis die S11 Phase Null ist:

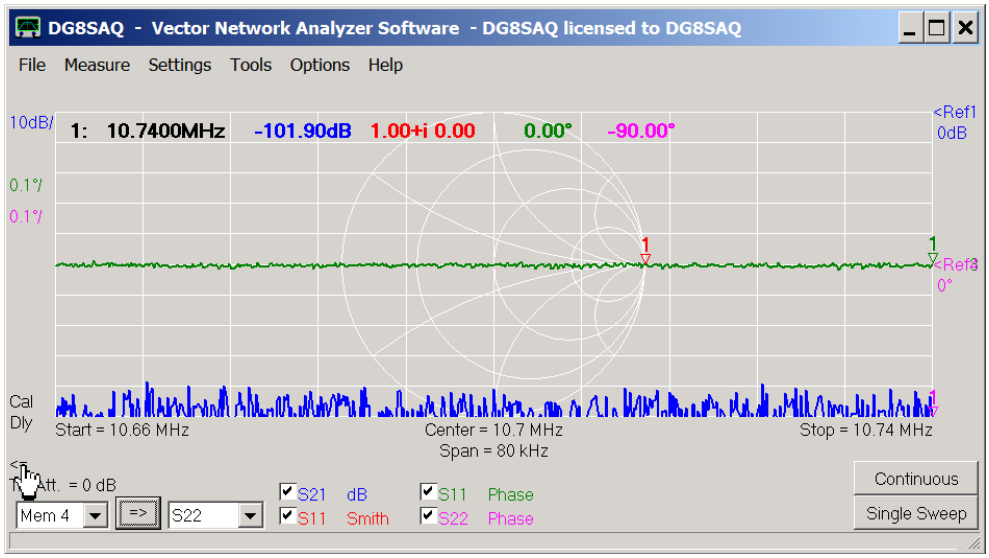



Man beachte, dass der Reflexionskoeffizient S11 nun genau 1 + i0 ist, welches die Open-Reflexionsbedingung ist, entsprechend einem Punkt am rechten Rand des Smith-Diagramms.

Anschließend kehren wir das leere Test-Board um, so dass der Port 2 des VNWA TX-Port angeschlossen ist:

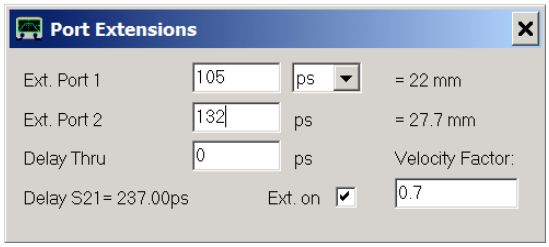


Wir fügen einen vierten Trace ein, S22, der auch die Phase anzeigt und wir kehren die Messrichtung um, indem wir auf den Richtungspfeil klicken. (Hauptfenster, unten links) (Hand Mauszeiger in der folgenden Abbildung):

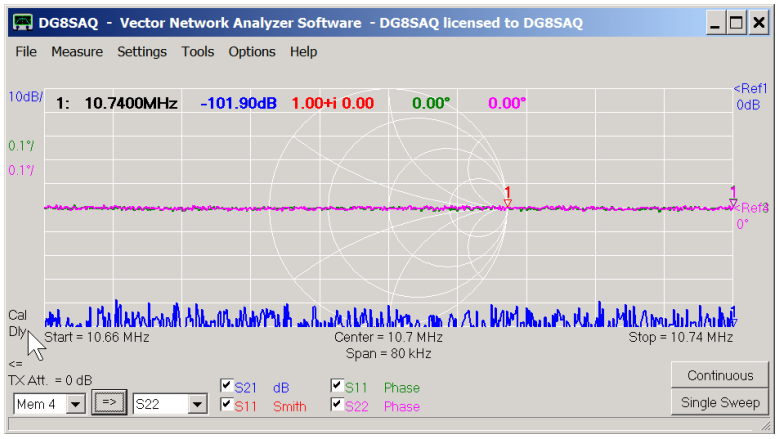



Beachten Sie, dass die Umkehrung des VNWA Messungs-Richtungspfeil nicht physisch die Messrichtung ändert. Das Signal kommt immer noch aus dem TX-Port. Deswegen haben wir physikalisch das Testobjekt umgekehrt. Das Umkehren der Richtung innerhalb der VNWA Software bewirkt, dass die Reflexionsdaten im S22 statt in S11 ,wie vorher, gesammelt werden.

Nun, machen wir einen Single Sweep und beobachten Daten in S22. Die S21 und S11 Daten bleiben von diesem Sweep unberührt. Gehen Sie zu dem noch offenen Port-Extension-Fenster (oder öffnen Sie es durch Drücken der p-Taste) und ändern Sie den Ext. Port 2-Wert unter Beachtung der rosa S22 Phase Spur ...




... bis die Phase exakt null ist:

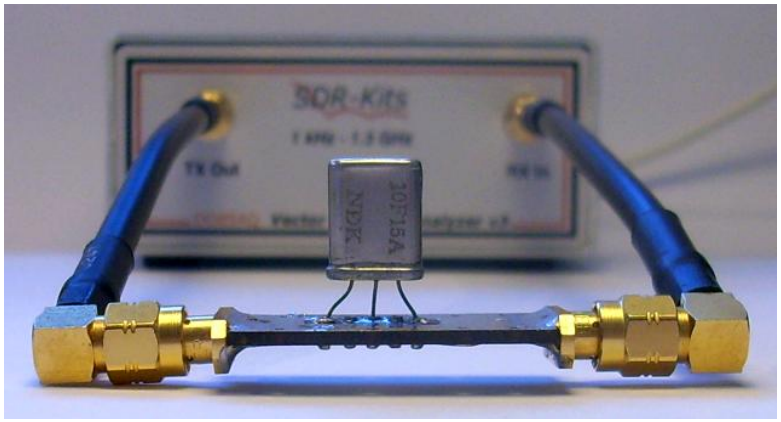


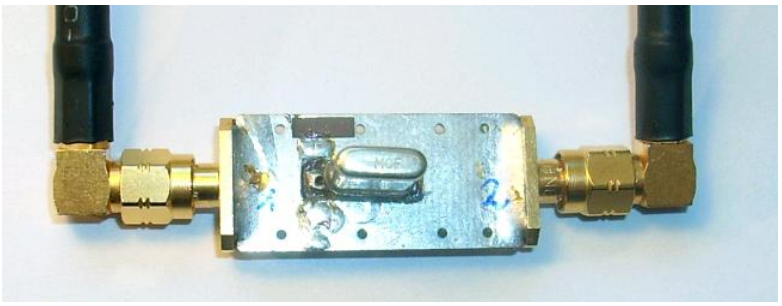

Beachten Sie die Label Cal und Dly in der Abbildung, oben, an dem Maus-Pfeil, sie zeigen an, dass eine Kalibrierung aktiv ist und Port-Extensions (= Port Delays) aktiviert werden.
Beachten Sie, dass das **Delay-Thru-Setting** im Port Extension Fenster Null bleibt, für das Amphenol Kalibrier-Set. Mit Blick auf unseren Port Extension, beobachten wir, dass der Weg von dem Test-Board-Anschluss zu unserem Test-Objekt auf der Port 2 Seite etwas länger ist, als auf der Port 1 Seite, die durch visuelle Inspektion der Testplatine bestätigt wird.

Nun ist der VNWA vollständig kalibriert und bereit zur Messung von zwei Port-S-Parametern und wir können das Port-Extension- Fenster schließen.

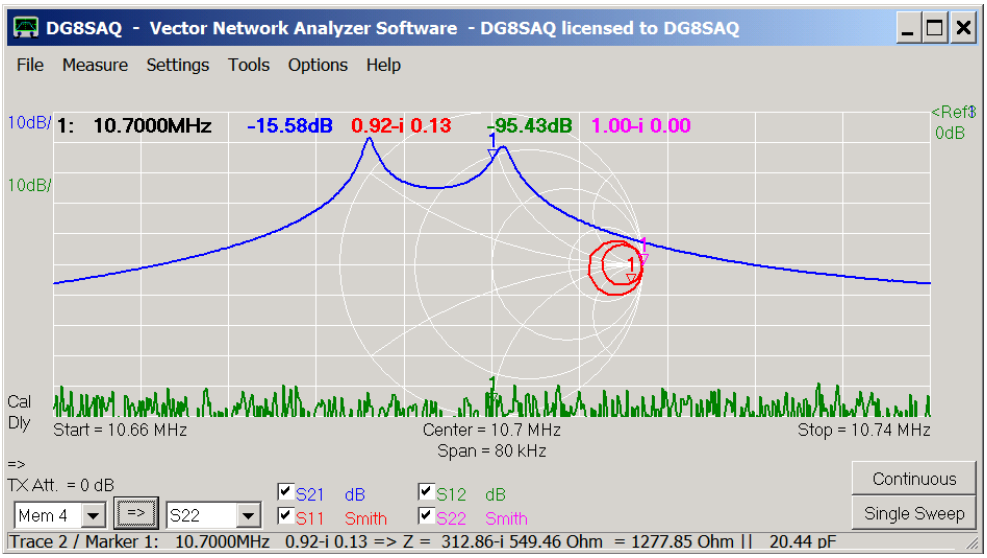
### 3. Measurement

Als nächstes setzen wir unser Testobjekt (= Quarzfilter) in die Test-Platine ein und verbinden die Test-Platine mit dem VNWA, so dass Port 1 mit dem VNWA TX-Port und Port 2 mit dem RX-Port verbunden ist, ...



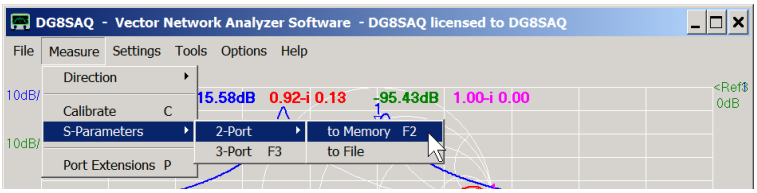


... schalten Sie die Software, zur Messung, in Vorwärtsrichtung durch Anklicken des Pfeils und machen Sie einen Single Sweep:

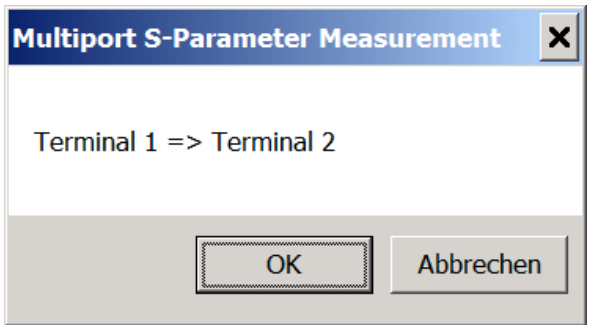



Jetzt haben wir bereits S21 und S11 gemessen. Beachten Sie, dass die S11 Daten nun vollständig in dem Smith-Diagramm liegen, wie es für ein passives Device sein muss. Beim Anklicken auf den roten Smith-Diagramm-Marker 1, erhalten wir zusätzliche Informationen über die S11 Daten, auf der Position des Markers, in der unteren Statuszeile. Wir sehen nicht nur den gemessenen Reflexionskoeffizienten (0.92-i*10,13), sondern auch, was das bedeutet in Bezug auf die Impedanz in dem Serien- Ersatzschaltbild-Modell (Z = 312,86 Ohm-i *549,46 Ohm) sowie in dem parallelen äquivalenten Schaltungs- Modell (Z = 1277.85Ohms | | 20.44pF). Also, ist die Eingangsimpedanz unseres Filters recht hoch.

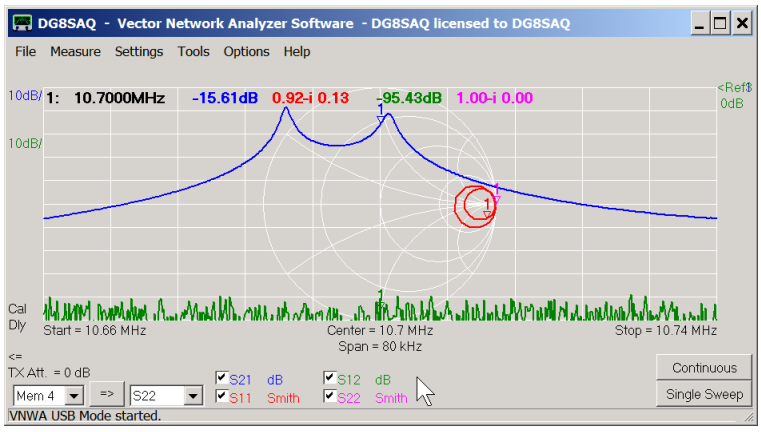
Wir konnten nun reverse Daten sammeln, durch Umkehrung des Testobjekts und manueller Umkehrung der Messrichtung. Aber es gibt einen bequemeren Weg, um 2-Port-Daten aufzunehmen, dass ist der 2-Port-Messungs-Assistent. Wir starten eine 2-Port-Messung in den Speicher, durch Drücken der F2-Taste oder über das Hauptmenü:




Der Assistent zeigt uns, dass der Signalfluss Terminal1 => Terminal2 ist, was bedeutet, dass der TX-Port mit Port 1 und der RX- Port mit Port 2 verbunden werden soll.

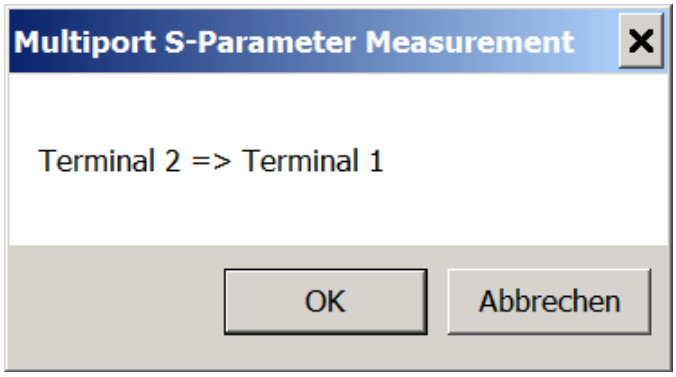



Nach der Inspektion, dass dies tatsächlich der Fall ist, haben wir auf OK gedrückt und beobachten, wie S11 und S21 neu bewertet werden:

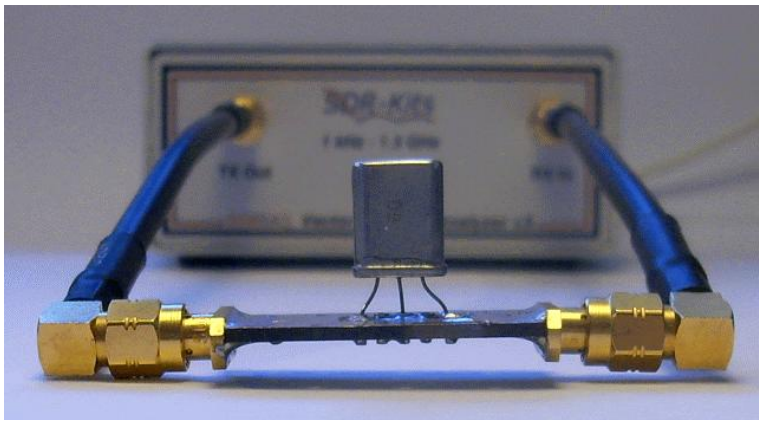



Beachten Sie, dass wir uns in der Zwischenzeit entschieden haben, alle vier S-Parameter S11, S21, S12 und S22 anzuzeigen.

Nachdem die Vorwärts-Sweeps fertig waren, wurde der Assistent wieder anzeigt und erklärte, dass die nächsten Messungen in umgekehrten Richtung durchzuführen sind:

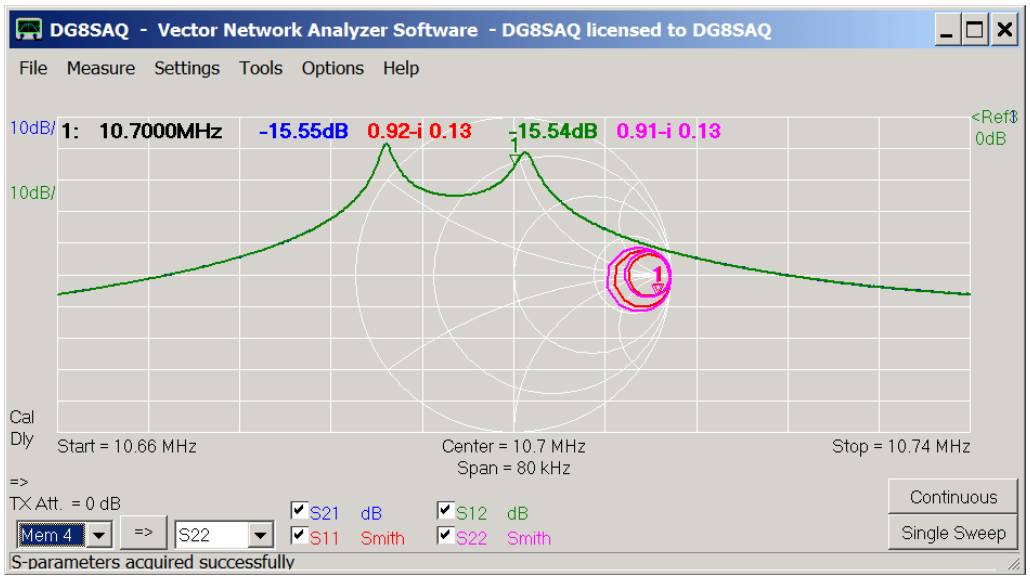



Das bedeutet, dass wir unsere Test-Platine umkehren müssen, d.h. verbinde Port 2 mit dem VNWA TX-Port und Port 1 mit dem VNWA RX-Port:





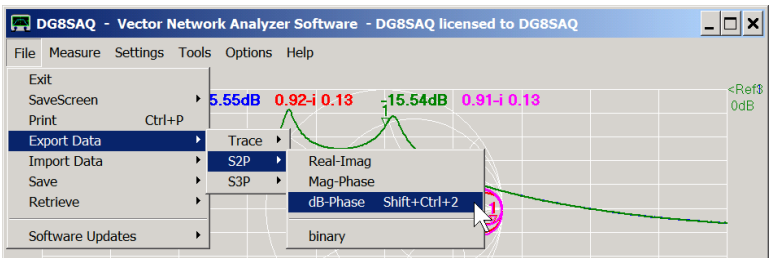
Sobald wir mit dem Wiederanschluss der Testplatine fertig sind, drücken wir OK auf dem Multiport-Assistenten und beobachten die S12 und S22 Messungen:



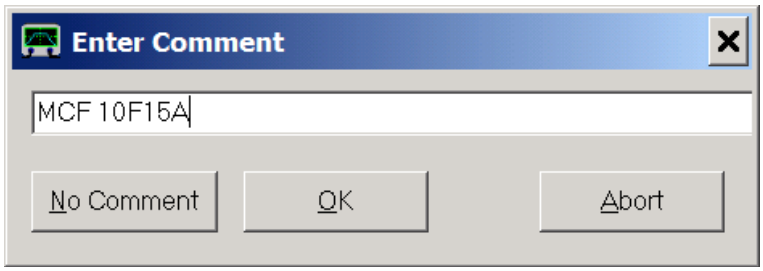

Man beachte, dass die Vorwärts-S-Parameter (S21, S11) möglicherweise leicht geändert werden, während der reversen Messungen, da die Software, die zusätzlichen Informationen der reversen Messungen verwendet, um die Vorwärts-Messergebnisse, zu korrigieren, um eine möglichst hohe Genauigkeit zu erhalten.

Beachten Sie, dass S12 und S21 identisch sind, wie es sein muss, im Falle von wechselseitigen Devices, wie passive Filter. S11 und S22 werden sehr ähnlich anzeigt, da der Filter-Eingang und -Ausgang in ähnlicher Weise ausgebildet sind.

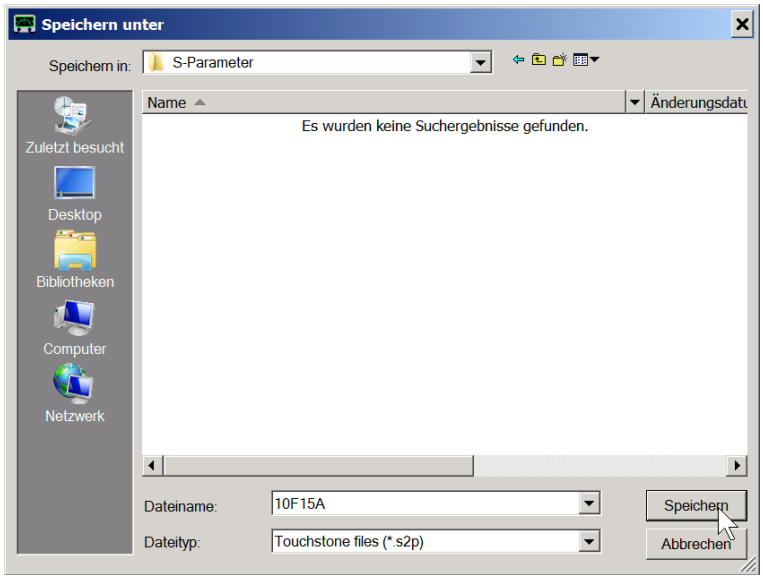
Schließlich speichern wir den vollen Satz von gemessenen S-Parameter in eine Touchstone s2p-Datei zur späteren Verwendung:




Wir können dem s2p-file einen Kommentar hinzufügen..



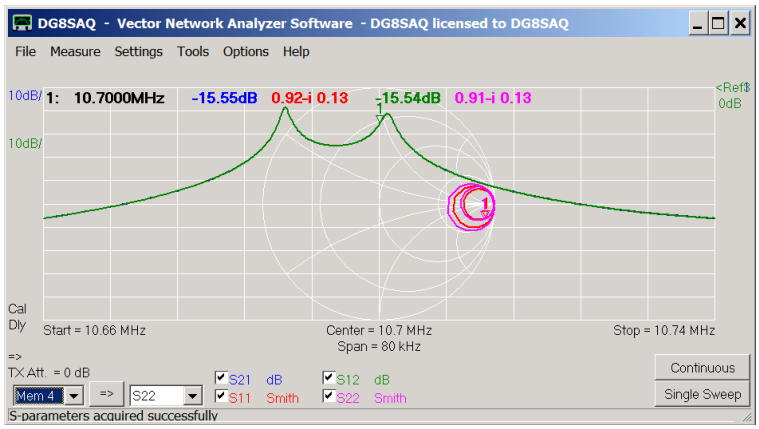

... und  speichern es:




Nun, da haben wir den vollen Satz von S-Parameter erhalten, was können wir mit ihnen machen?
Dies wird auf der folgenden Seite gezeigt werden: "Interpretation and Usage of 2-Port Measurements".

## Interpretation and Usage of 2-Port Measurements

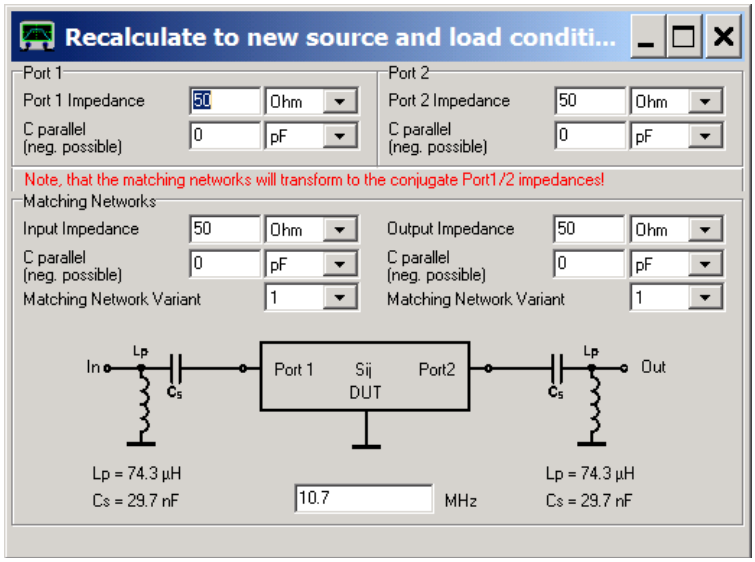
Auf den vorherigen Seiten "Practical Example on Performing a 2-Port Measurement" , haben wir gezeigt, wie Zwei-Port S-Parameter eines Zweipol-Quarzfilters, gemessen werden:



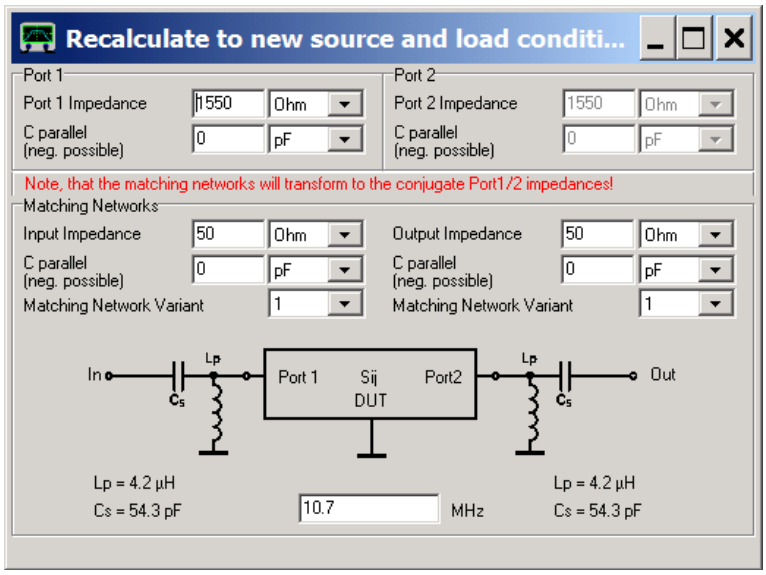

Nun, was können wir daraus lernen und wie können wir von ihnen Gebrauch machen? Wir können ein paar einfache Analyse direkt in der VNWA Software tun. Für weitere anspruchsvolle Simulationen müssen wir Netzwerk-Simulationssoftwaren benutzen, die am Ende der Seite beschrieben sind.

### Analyzing S-Parameters inside the VNWA Software

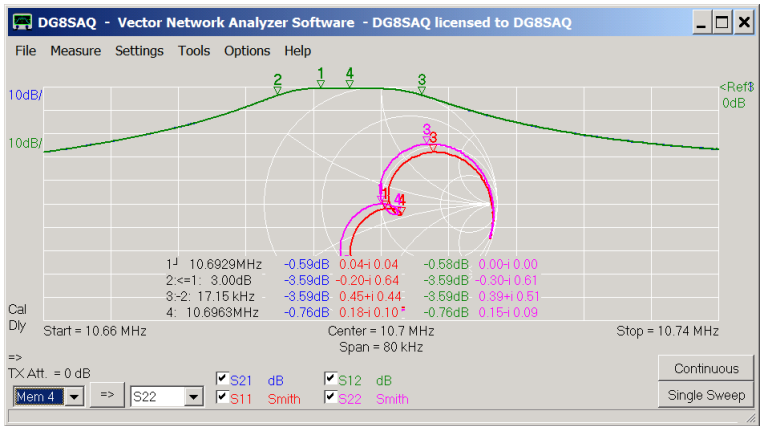
Man beachte, dass sowohl die S11 und S22 Daten an der Open-Kreisseite im Smith-Diagramm liegen, d.h. unserer Filter scheint eine relativ hohe Eingangs- und Ausgangsimpedanz zu haben, im Vergleich zu 50 Ohm. Obwohl wir die Übertragung in das 50 Ohm-Impedanz-Umfeld des VNWA gemessen haben. Nun könnte es interessant sein, herauszufinden, wie das gleiche Filter in einer hochohmigen Umgebung verhalten würde, d.h. in einem Umfeld, wo sowohl der Filter-Eingang und -Ausgang leistungsangepasst sind. Wir können tatsächlich diese Analyse innerhalb der VNWA Software machen, mit dem Matching Tool, das wir aktivieren, indem wir die m-Taste auf der Tastatur drücken:



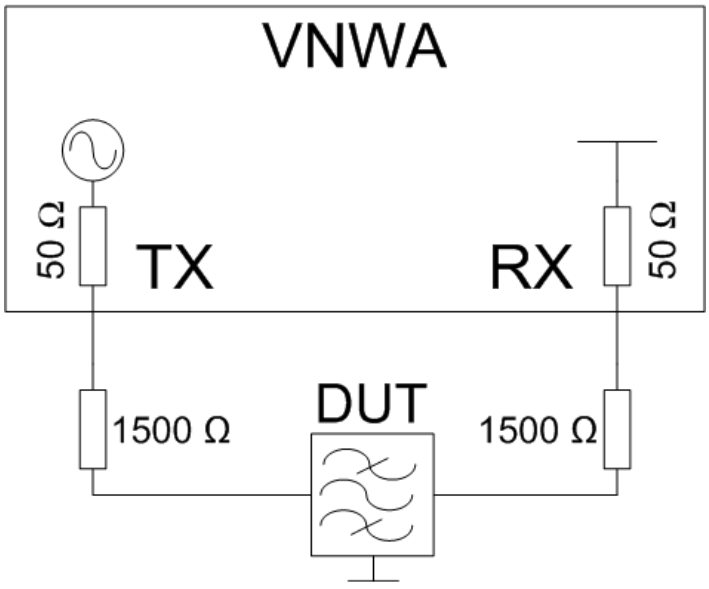

Wir können nun die Port 1 und Port 2 Impedanzen ändern, über die Tastatur oder mit dem Mausrad (Rechts-Klick auf die Eingabefelder, um die Mausrad-Schritte zu ändern) und beobachten Sie in dem Hauptfenster, wie sich die S-Parameter ändern, wenn in verschiedene Abschlussbedingungen umgewandelt wird, z.B. ändern der Abschlussimpedanzen beidseitig bis 1550 Ohm



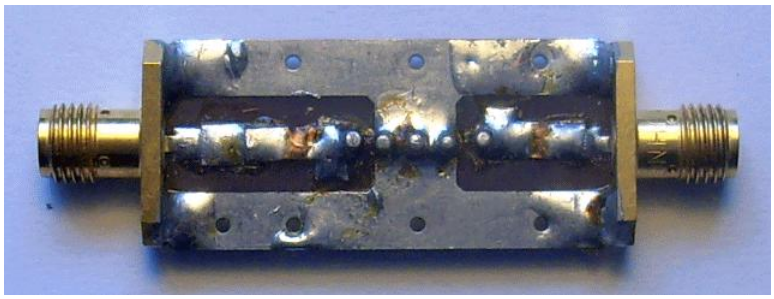

... wird einen angemessenen Leistungsanpassungszustand und einen flachen Durchlassbereich ergeben:



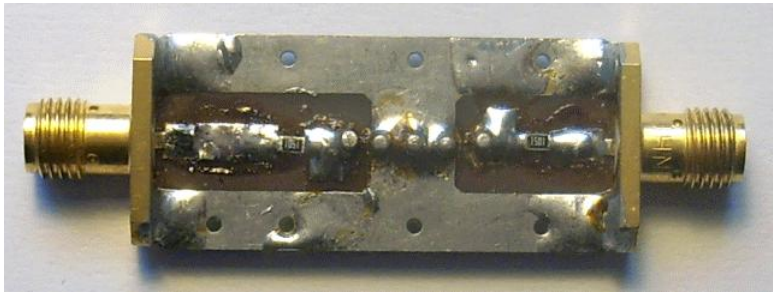

Wir können leicht diesen Impedanzzustand in ein Experiment einfügen, durch Verbinden von 1500 Ohm-Widerstände in Reihe mit den VNWA RX- und TX-Ports. Die RX-und TX-Port Impedanzen von 50 Ohm werden diesen 1500 Ohm hinzugefügt und ergeben 1550 Ohm Impedanz am Filter:



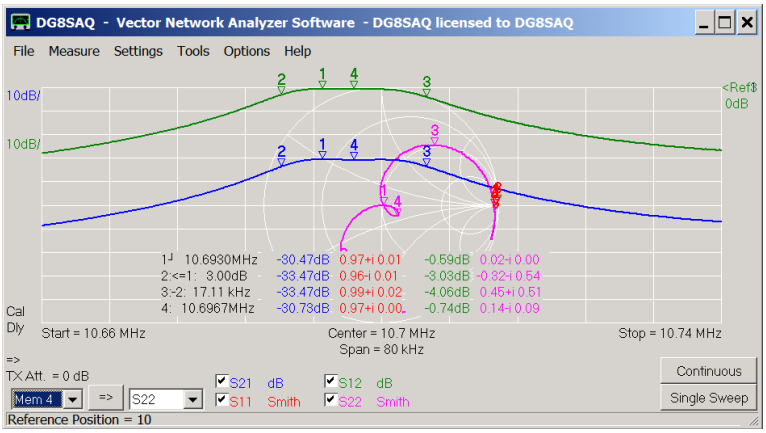

Dafür verändern wir die Unterseite unserer Test-Platine ...



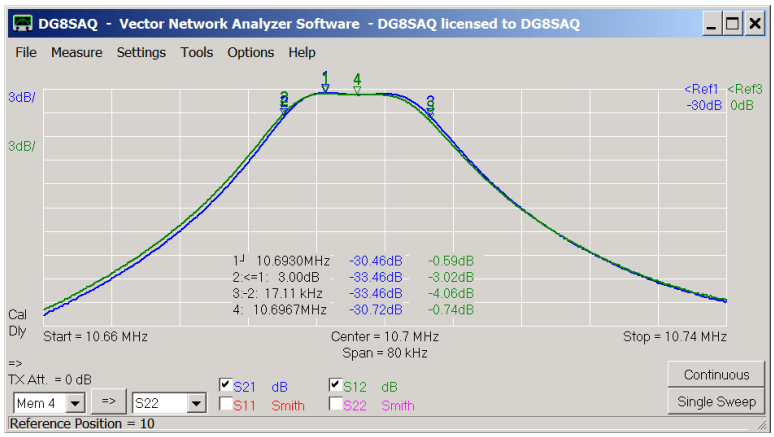
... um zwei 1500 Ohms Widerstände einzufügen:



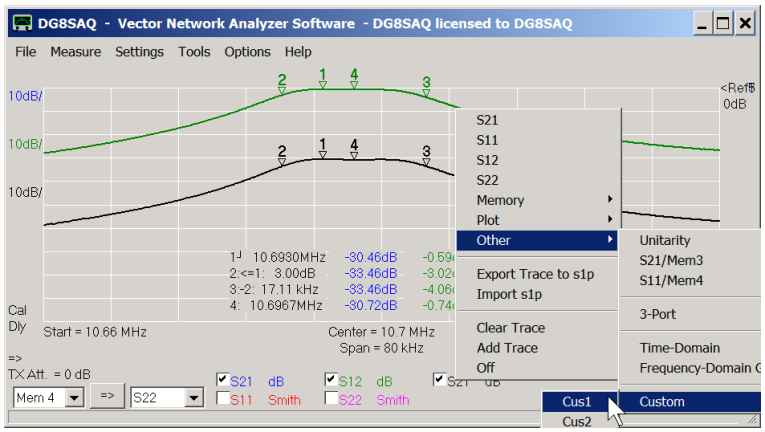
Wir verbinden die modifizierten Test-Platine mit dem Quarzfilter mit dem VNWA und machen einen Single Sweep, in Vorwärtsrichtung, mit der ursprünglichen Kalibrierungen und Einstellungen aus der S-Parameter-Messung:



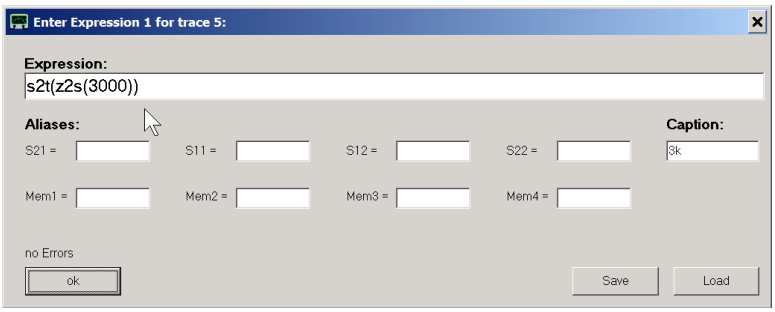

Tatsächlich ist das Filterdurchlassband jetzt flach geworden, aber der Einfügeverlust (Insertion Loss) hat sich erhöht, um etwa 30dB, im Vergleich zu unserer S12 Spur, die von Software-Matching-Experiment übrig geblieben ist
Wir bekommen einen besseren Vergleich, wenn wir die Skalen einstellen und den Referenzwert des blauen S21 Trace auf -30dB verschieben:



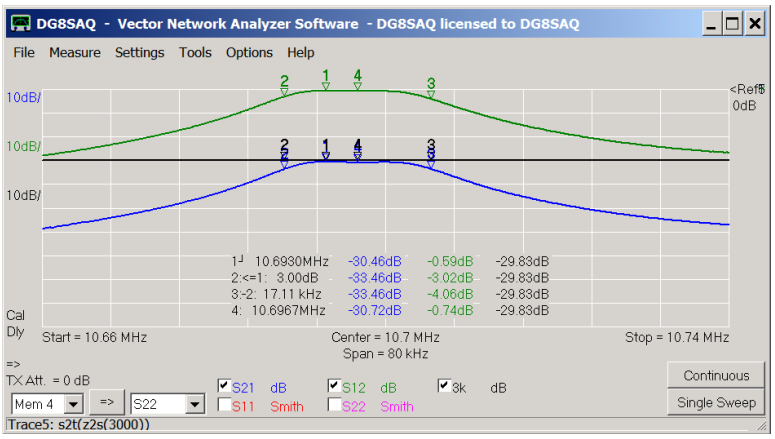

Also abgesehen von dem hohen Verlust, sieht unsere Messung wie erwartet aus.
Die 30dB zusätzliche Verluste, ist keine Überraschung, obwohl, weil wir effektiv 2x1500 Ohm = 3000 Ohm in den Signalweg eingeführt haben.
Als nächstes wollen wir schnell herausfinden, wie viel zusätzlichen Verlust, 3000 Ohm im Signalweg, bringen wird. Wir fügen ein weiteres Trace ein und machen es zu einem Custom-Trace:




Der Custom Trace Editor öffnet sich:

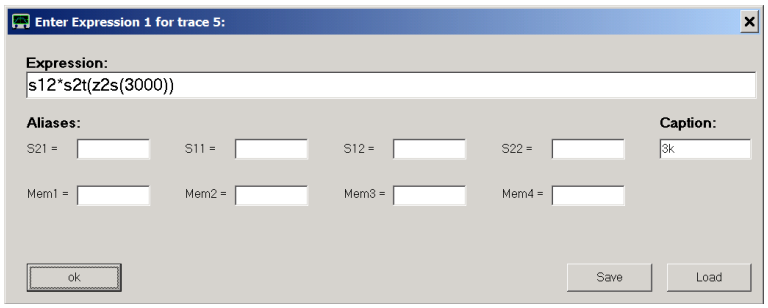



Wir bearbeiten den Ausdruck für die Funktion, die geplottet werden soll, wie oben gezeigt. Die Zahl 3000 ist unseren Widerstand von 3000 Ohm, den wir simulieren wollen. Die Funktion Z2S () wandelt diesen Widerstand in einem Reflexionskoeffizienten um. Die äußerste Funktion S2T () wandelt die Reflexions-Daten (die auch als S11 mit unseren 3000 Ohm aus dem TX-Anschluss mit Masse verbunden gemessen werden) in Übertragungsdaten (die gemessen werden konnten, als S21 mit unseren 3000 Ohm zwischen TX-Port und RX-Port ). Wir weisen ihm eine aussagekräftige Überschrift zu, die später im Hauptfenster erscheint. Schließen Sie den Custom-Trace-Editor, die neue Spur wird berechnet und geplottet:

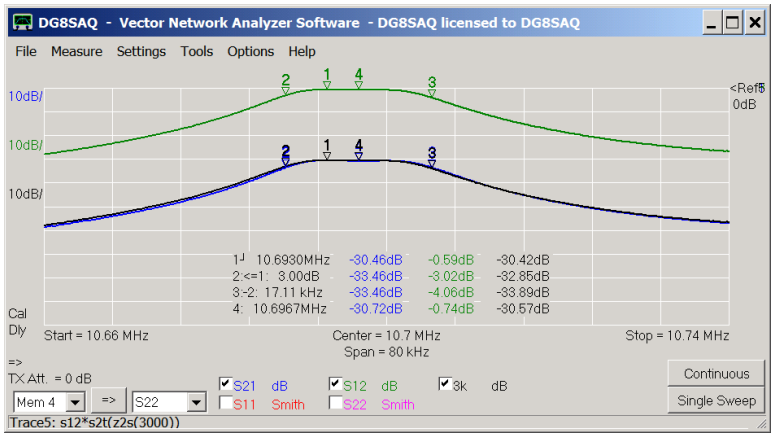



Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind wir zurückgekehrt zu der ursprünglichen Skalierung von 10dB / und einem gemeinsamen Referenzpegel von 0 dB , oben . Wir können an dem schwarzen 3k Simulation-Trace ablesen, dass 3000 Ohm zu einem zusätzlichen Verlust von 29.83dB führt, das richtig aussieht, im Vergleich zu dem blauen S21 Trace .

Jetzt können wir den grünen S12 Trace korrigieren, durch die gerade berechnete Dämpfung, um es direkt zu vergleichen, mit dem gemessenen blauen S21 Trace? Ja, dass können wir. Wir öffnen den Custom-Trace-Editor noch einmal, durch einen Doppelklick auf das schwarze 3k Label und ändern den Ausdruck so, dass wir S12 multiplizieren mit dem vorherigen Ausdruck:




Tatsächlich ist die simulierte schwarze Transfer-Charakteristik und der gemessene blaue S21 Trace in guter Übereinstimmung:

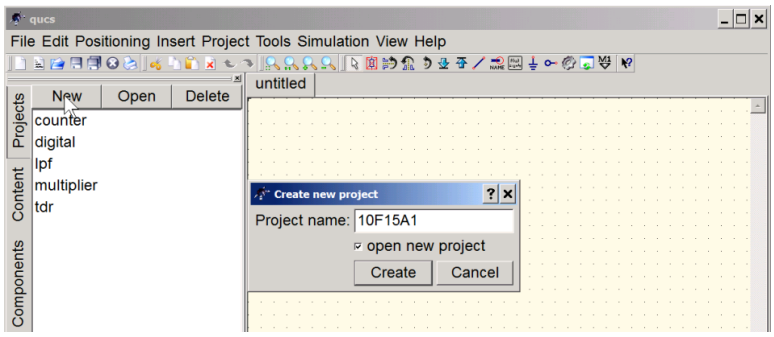



Wir haben unsere schwarze Simulationskurve im Handumdrehen bekommen. Als nächstes wollen wir es überprüfen, indem wir eine echte Netzwerk-Simulation durchführen.

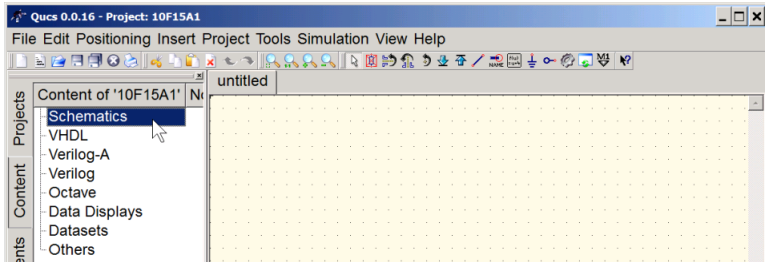
## Playing with S-Parameters using the Network Simulator QUCS

QUCS ist eine leistungsstarke und dennoch freie Netzwerk-Analyse-Software, zum Download erhältlich bei http://sourceforge.net/projects/qucs/. Im Folgenden werden wir ein QUCS Projekt durchführen, mit unseren Quarzfilter S-Parametern, die wir gerade gemessen haben. Zunächst versuchen wir zu simulieren, wie sich der Filter, zwischen den beiden 1500 Ohm Widerstände verhält, wie oben gemessen.

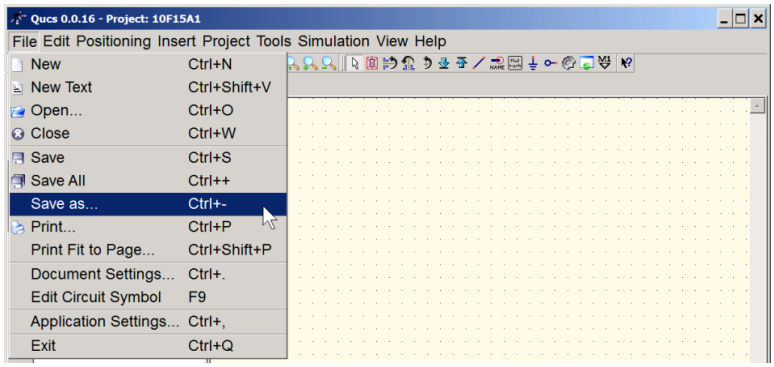
Nach dem Start von QUCS, erstellen wir ein neues Projekt, durch Anklicken von **New** in der Registerkarte **Projects** und durch Zuweisung eines neuen Projektnamen:



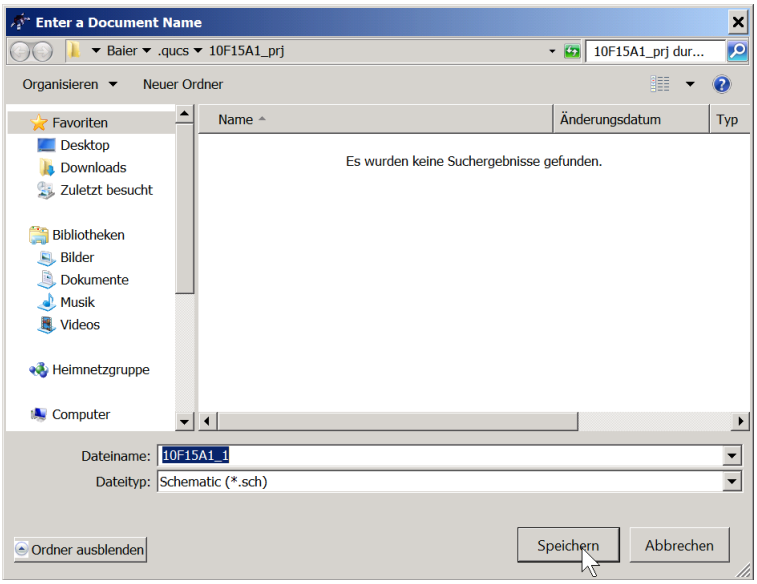

Ein unbenannter Schaltplan (Schematics) geöffnet sich:



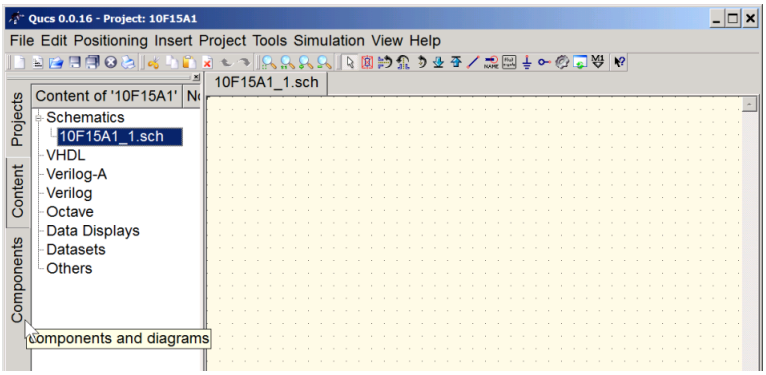

Wir speichern es ...



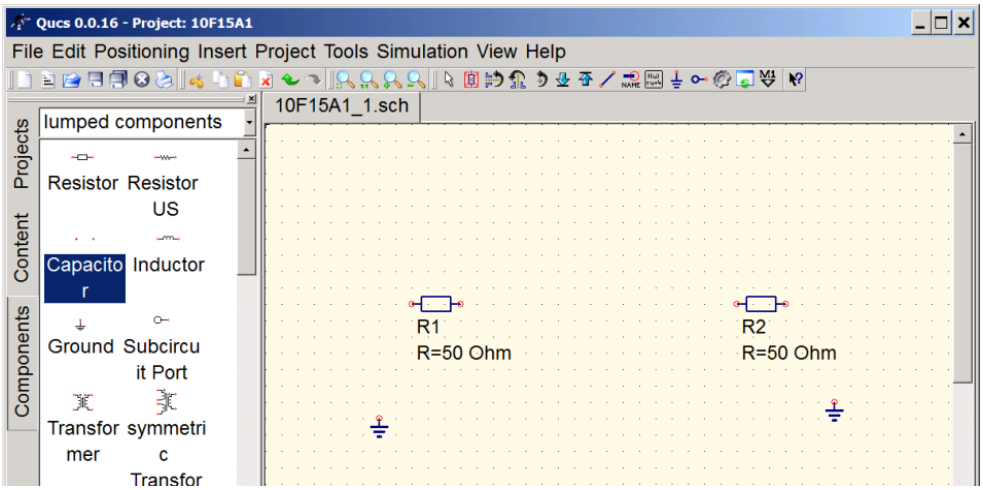

... und damit weisen wir es einen Namen zu:



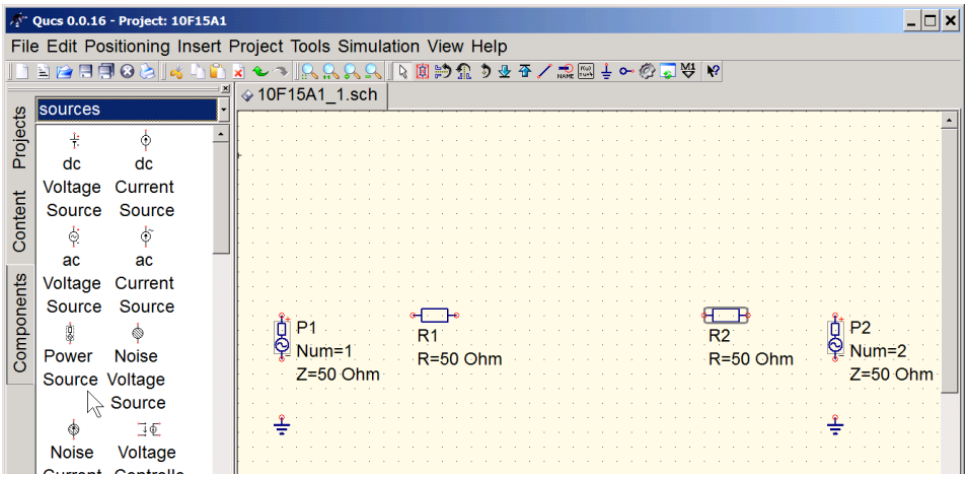

Wir wechseln zur Registerkarte **Components**, ...



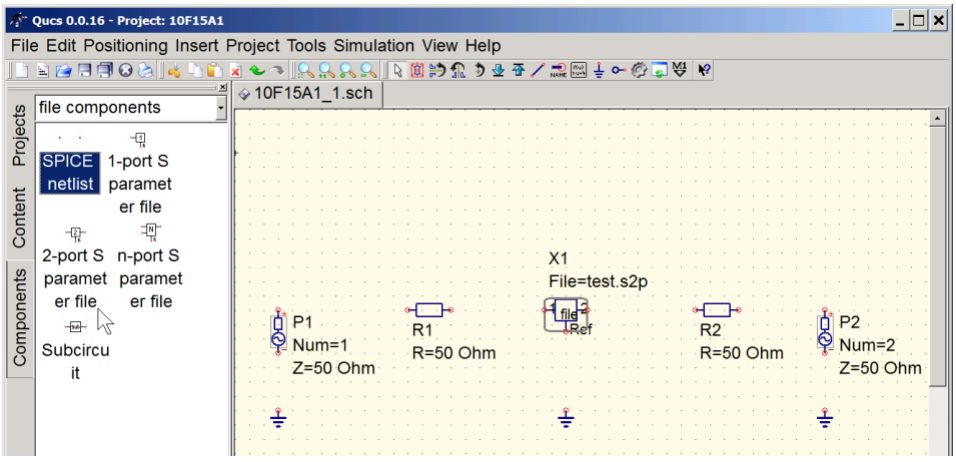

...wählen **lumped Components** (auf Komponenten konzentrierte Impedanz) im Dropdown-Menue und fügen zwei Widerstände und zwei Massesymbole hinzu:



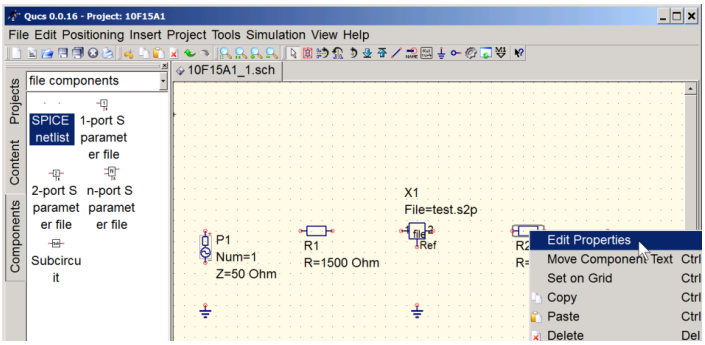

Als nächstes, wählen wir das **Sources** Dropdown-Menu und fügen zwei **Power Source** hinzu.



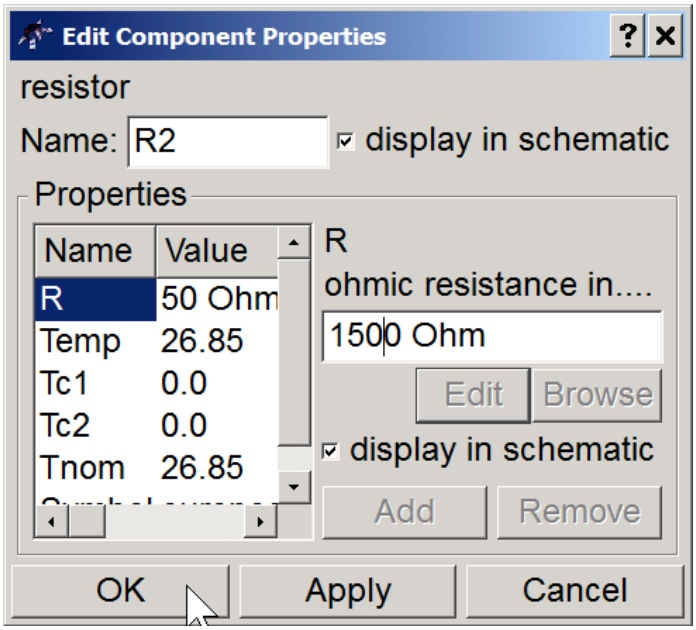

Dann schalten wir zu **File Components** um, und fügen ein **2-Port S Parameter File** Componente ein (und von **lumped Components** ein weiteres Massesymbol, welches wir vorhin vergessen haben) :



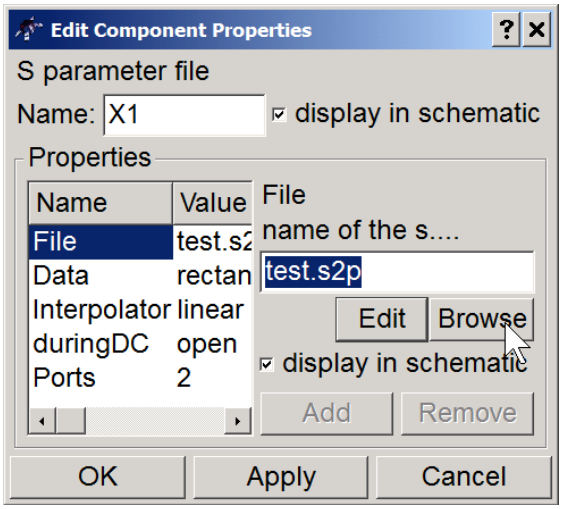
Wir müssen den Widerstandswert auf 1500 Ohm ändern, dafür Rechts-Klicken wir auf den Widerstand und wählen **Edit Properties**:




Wir markieren das R-Property und ändern den Wert auf 1500 Ohm

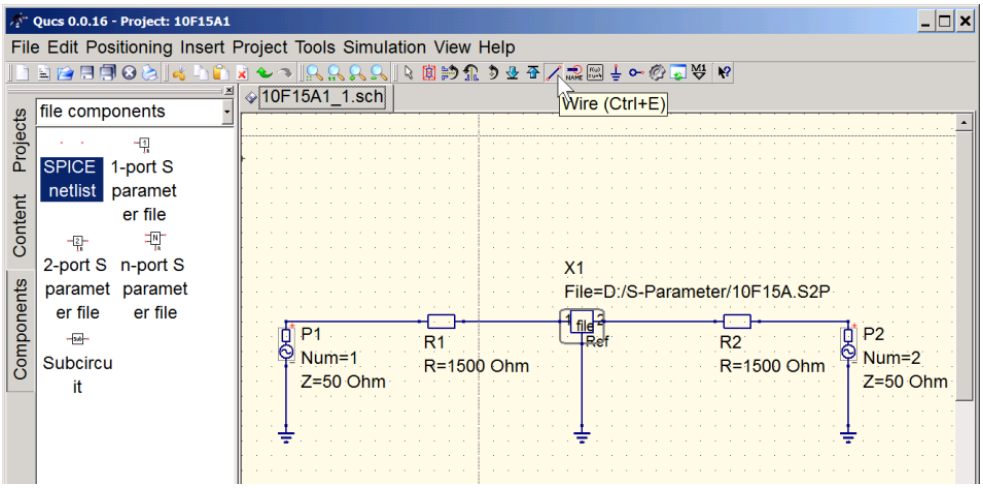



In gleicher Weise, editieren wir die Eigenschaft (Property) der **2-Port S Parameter File** Komponente durch Rechts-Klicken darauf und auswählen von **Edit Properties**:

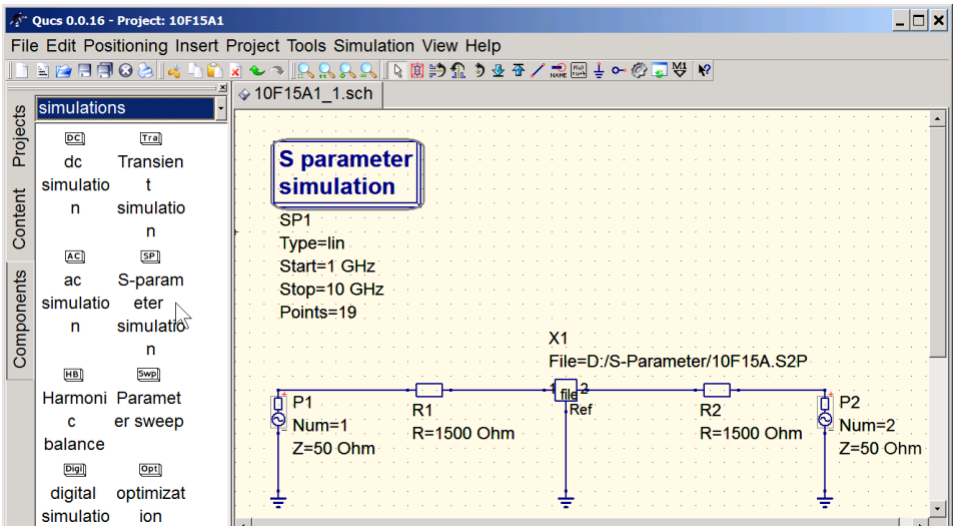


Hier suchen wir für unsere gemessenen S-Parameter-Datei, die wir aus dem VNWA Software im vorherigen Abschnitt gespeichert haben.

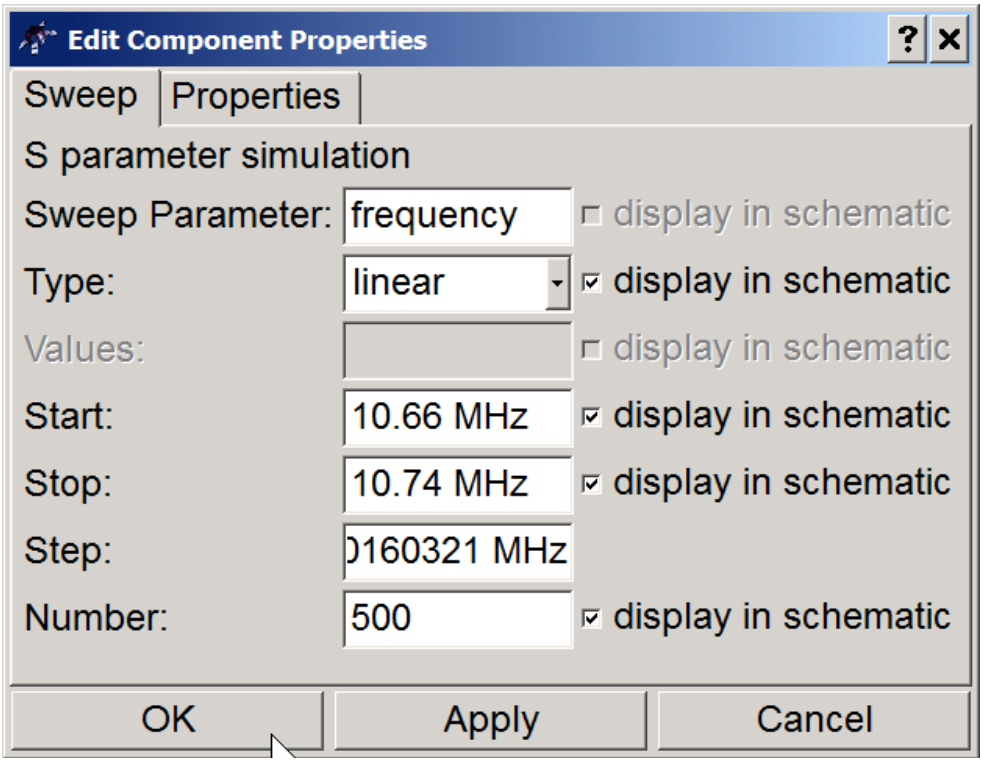
Als nächstes verdrahten wir die Komponenten:



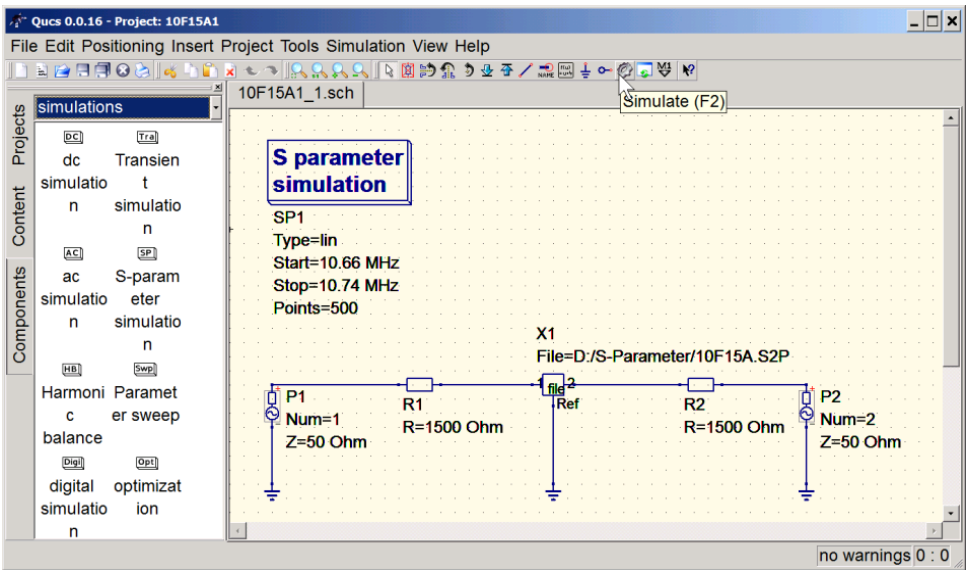

Der Schaltplan ist durchgeführt worden. Es sieht aus wie die Hardware in unserer vorherigen Messung.
Jetzt müssen wir den Simulator sagen, welche Art von Simulation wir wollen. Wir wechseln zu **Simulations**-Komponente und fügen eine **S-Parameter-Simulation** ein:



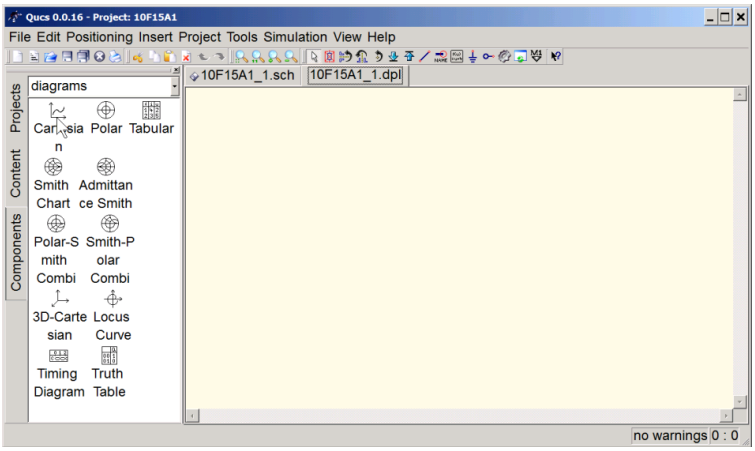

Wir bearbeiten die S-Parameter-Properties, durch Rechts-Klicken darauf und Eingabe des gewünschten Frequenzbereichs und der Anzahl der Punkte:



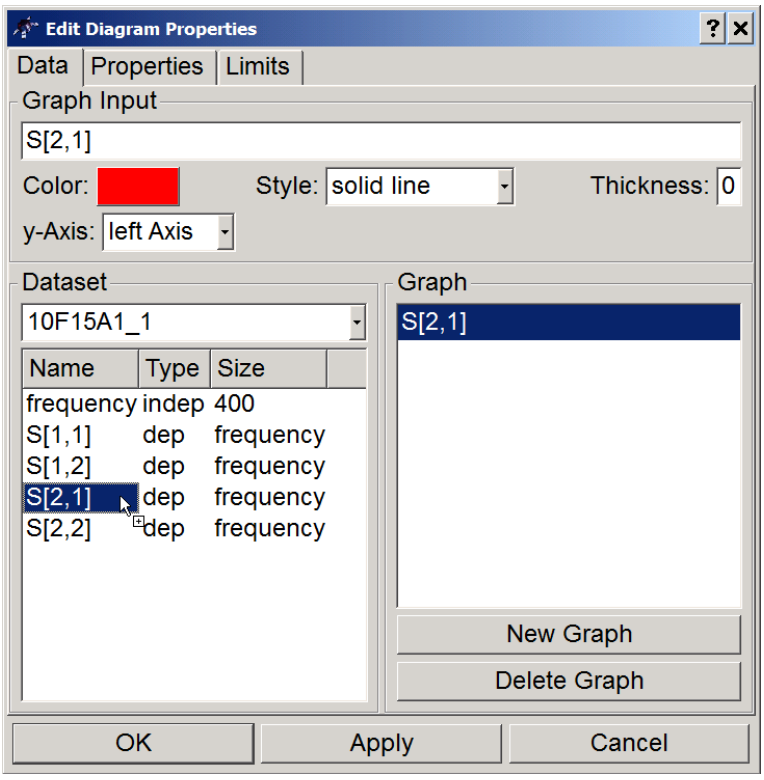

Wir verwenden die gleiche Frequency Grid wie in unserer S-Parameter-Datei. Jetzt können wir die Simulation starten durch Drücken des **Simulate Button**:



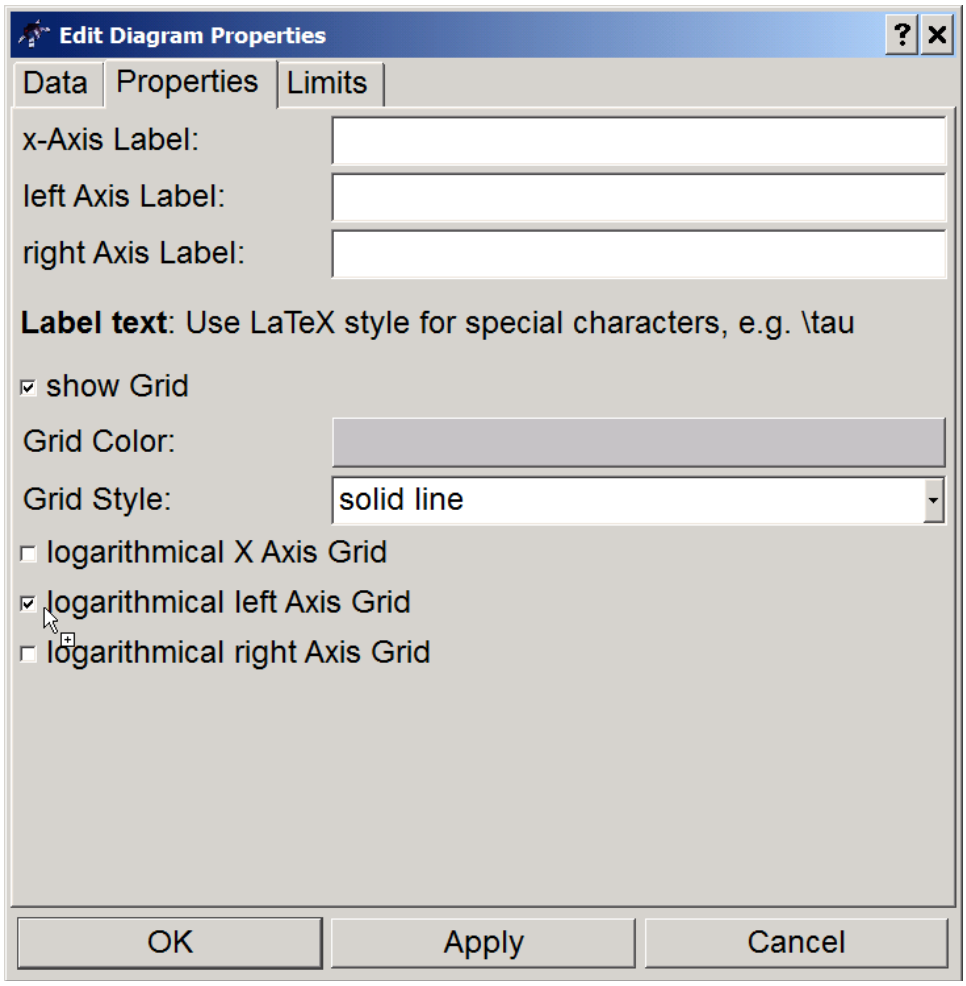

Das Plot-Fenster öffnet sich, aber es ist leer. Wir müssen noch eine Diagramm-Komponente hinzufügen. Wir wählen eine Carthesian Plot ...



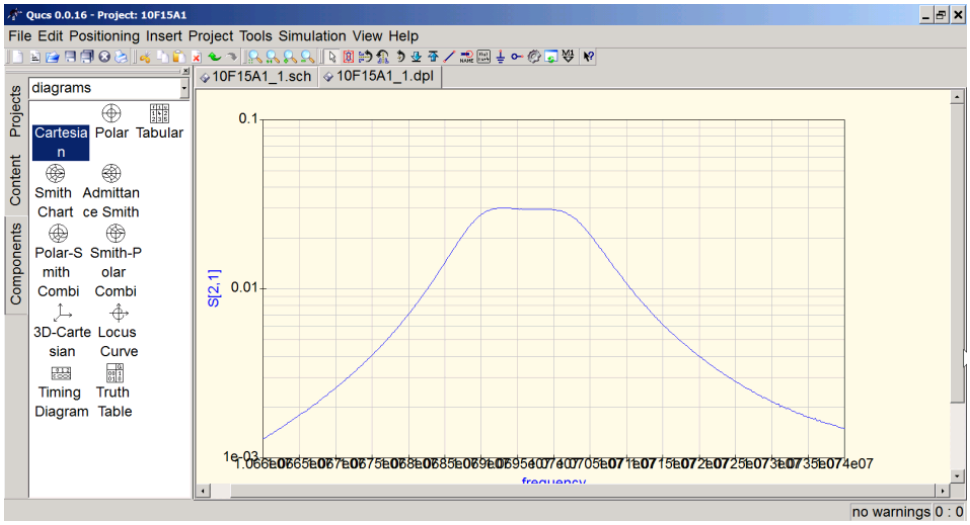

... und fügen es in das Dokument. Die Diagramm-Properties klappen auf. Wir fügen einen S21 Trace ein, durch Doppelklick auf das hellerleuchtete **S [2,1]** Property ...




... und angeben, dass wir eine logarithmische linke Achse möchten:

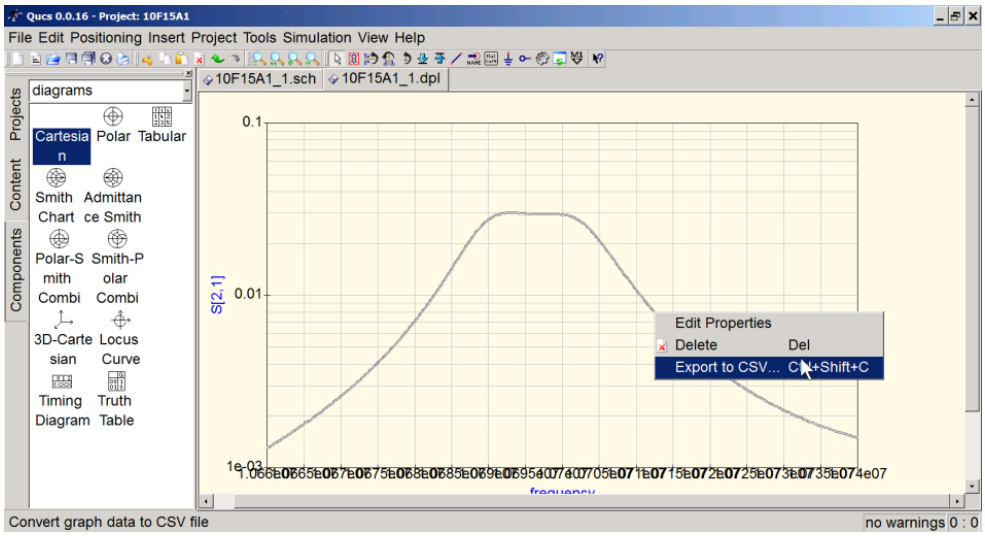



So, endlich sehen wir unser Simulations-Ergebnis:

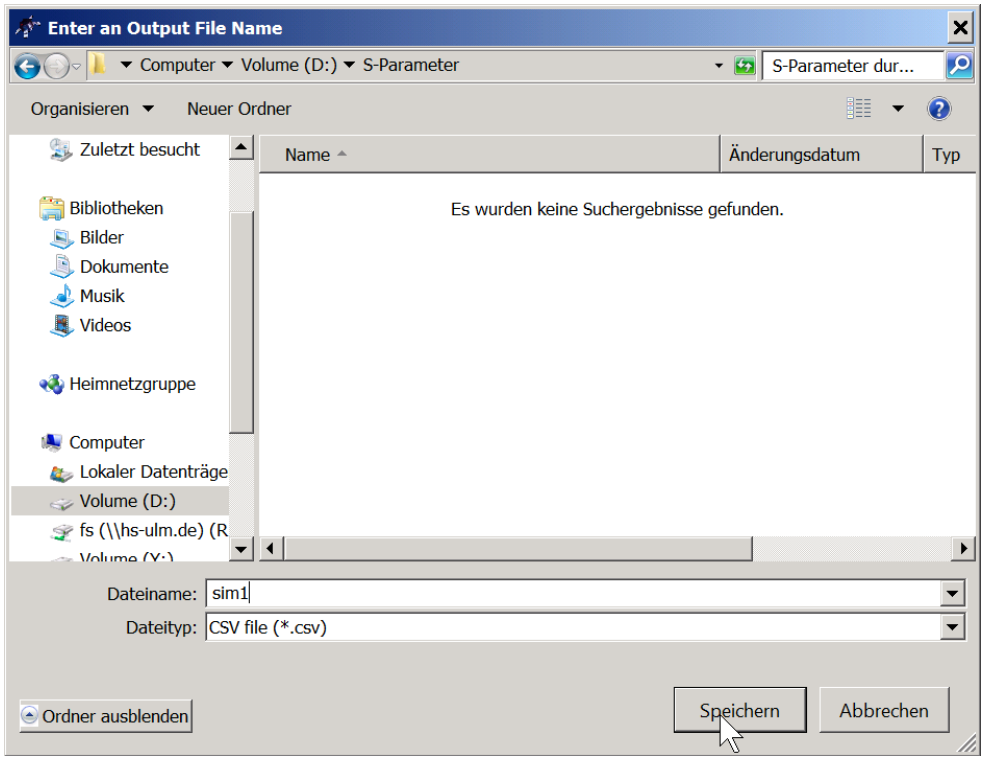



Der Plot ist nicht sehr schön, und wir wollen diese Simulation mit unserer vorherigen Messung vergleichen. Daher werden wir die Simulationsdaten zurück exportieren in die VNWA Software.

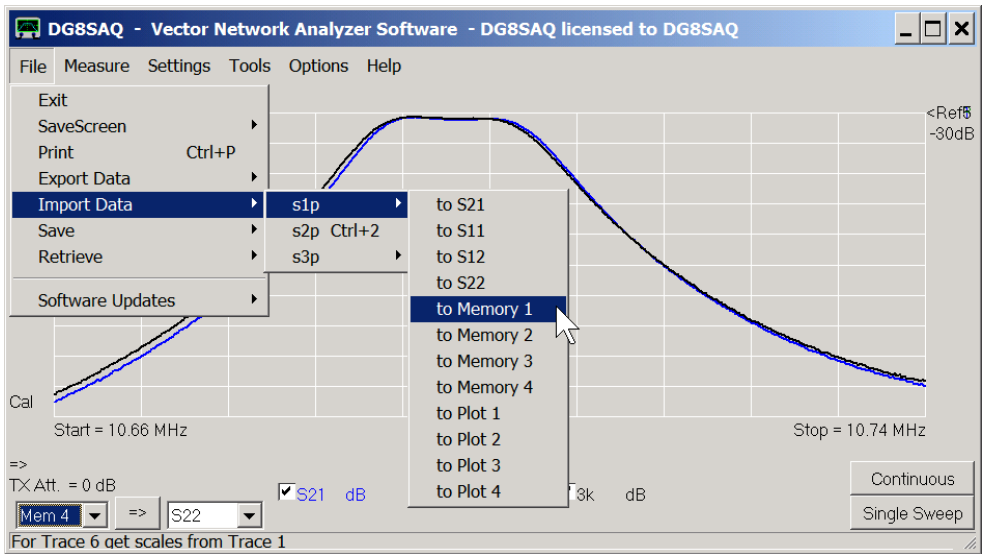
Um dies zu tun, Rechts-Klicken wir auf die Simulationskurve und wählen **Export to CSV**:



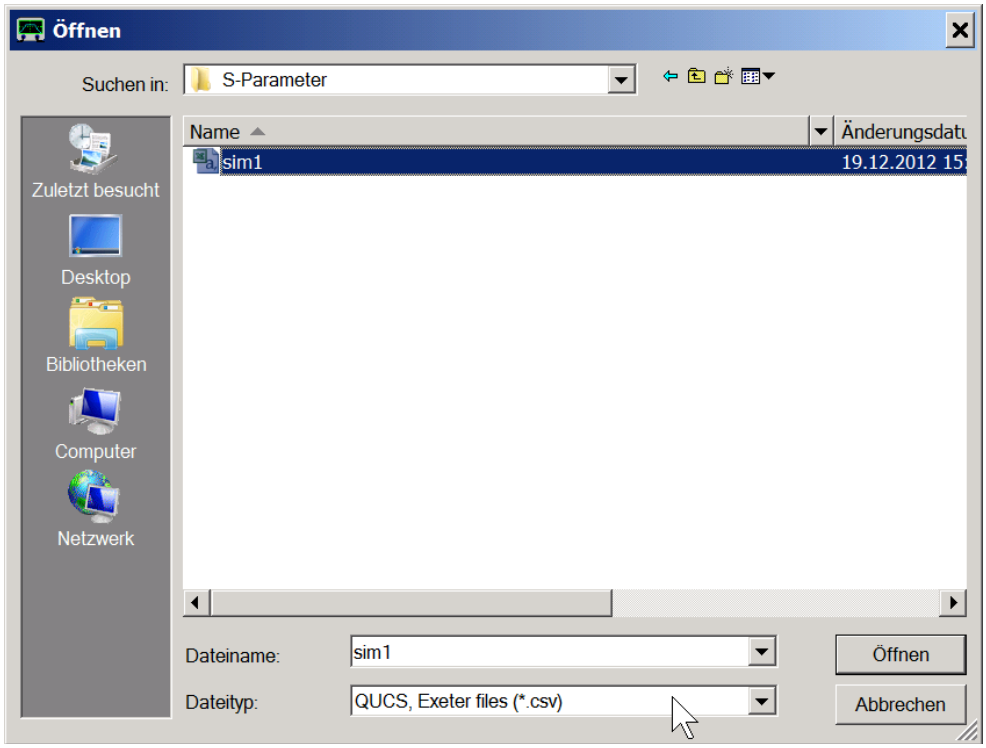

Wir speichern das Simulations- Ergebnis als csv-Datei auf die Festplatte



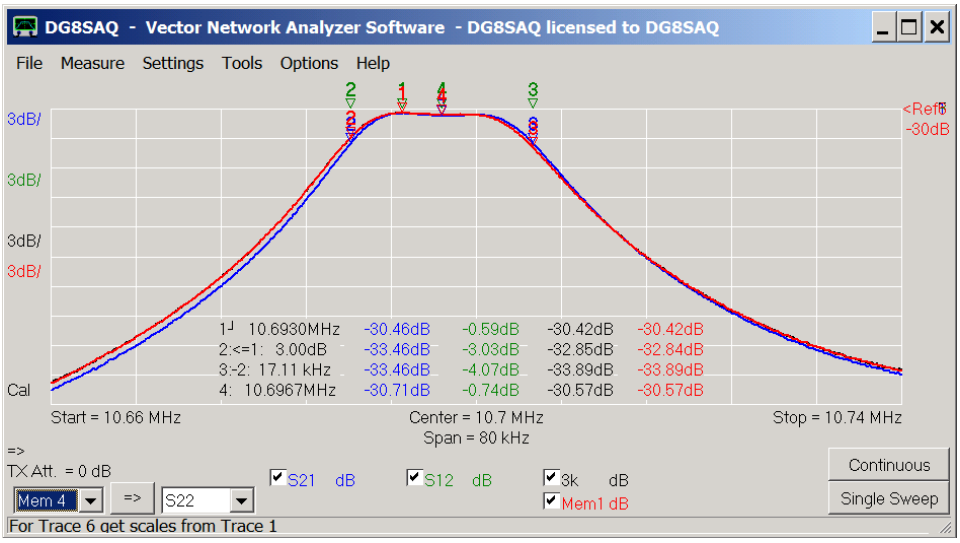

Und wir schalten auf die VNWA Software um, die immer noch unsere alte Messung und unser „im Hand um drehen“ Simulationsergebnis, auf dem Bildschirm har. Jetzt importieren wir das gerade gespeichert QUCS-Simulationsergebnis in den Speicher 1:




Wir wählen den File-Type QUCS, ... (*.csv) und wählen unser Simulationsfile von Disk:



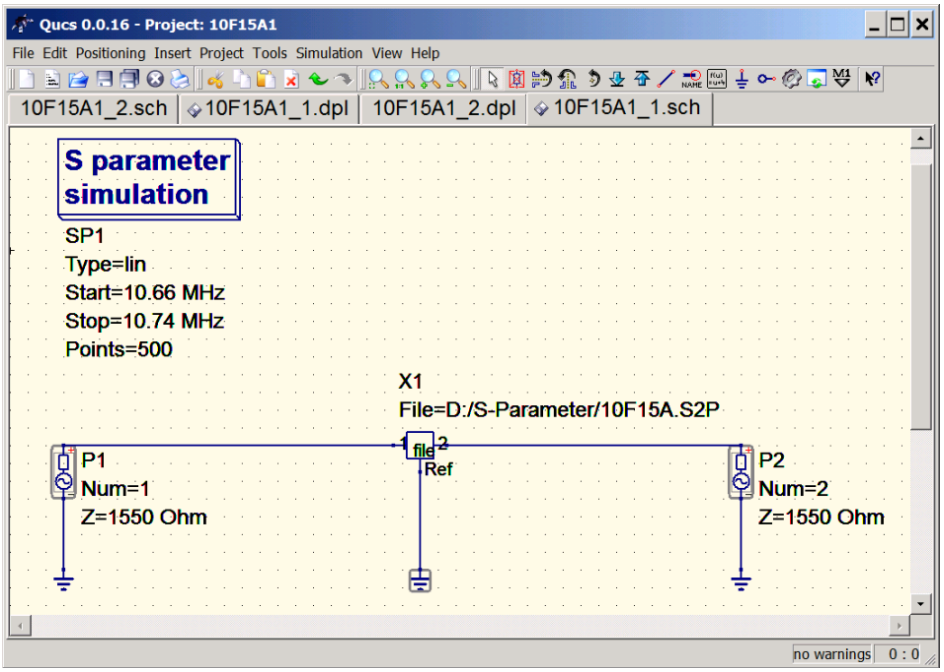

Wir öffnen ein weiteres Trace, um unsere QUCS- Simulation in Mem1 anzuzeigen:



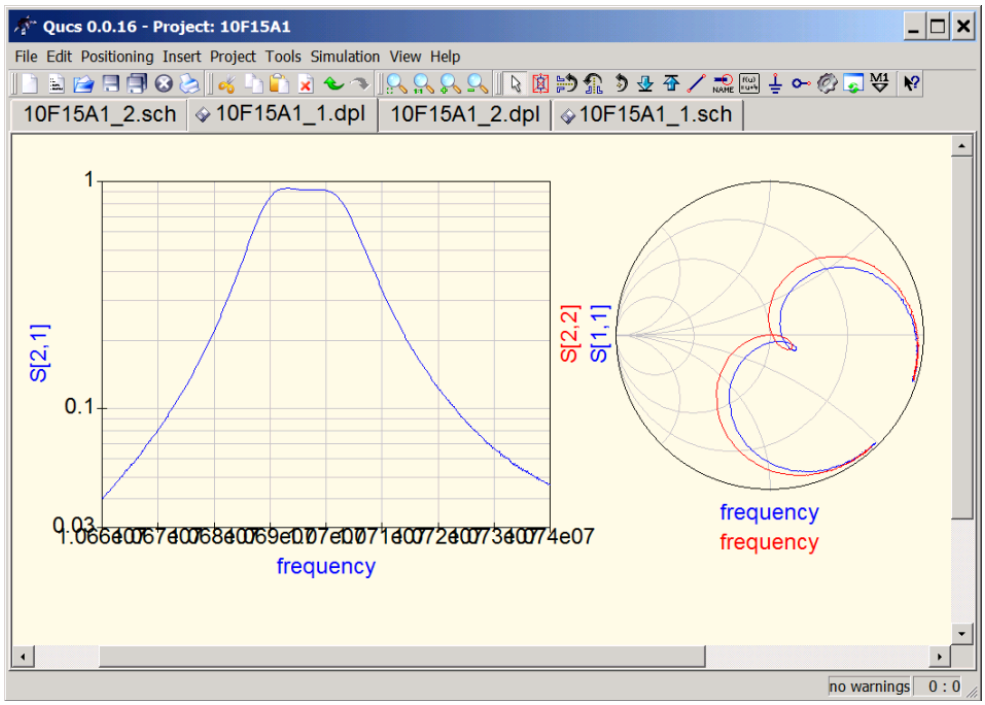

Beachten Sie, dass unsere „im Handumdrehen“ schwarze Simulation übereinstimmt, mit der roten QUCS-Simulation, bis fast auf die letzte Ziffer. Daher liegt der schwarze Trace versteckt hinter dem roten Trace.

Was können wir mit unseren S-Parameter zu simulieren?

Wir können simulieren, wie unser Filter aussehen würde, in einer 1550 Ohm-Umgebung, wie wir es mit dem VNWA Matching Tool getan haben. Um dies zu tun, entfernen wir die Widerstände und ändern Sie die Quell-Impedanzen auf 1550 Ohm:

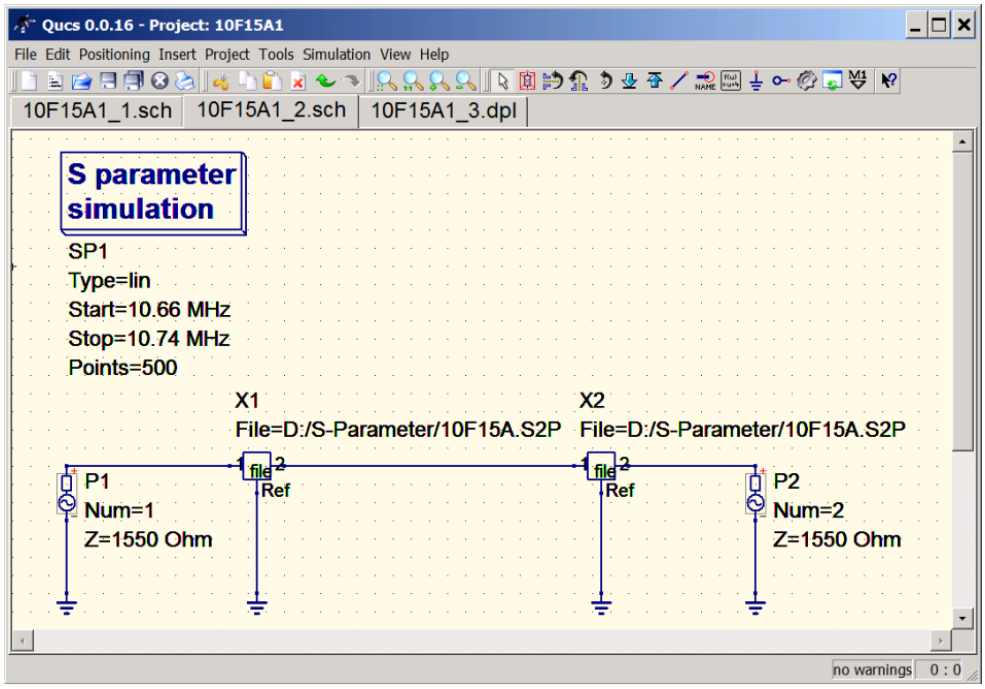



Keine Überraschung das Ergebnis ist identisch mit dem VNWA Ergebnis:

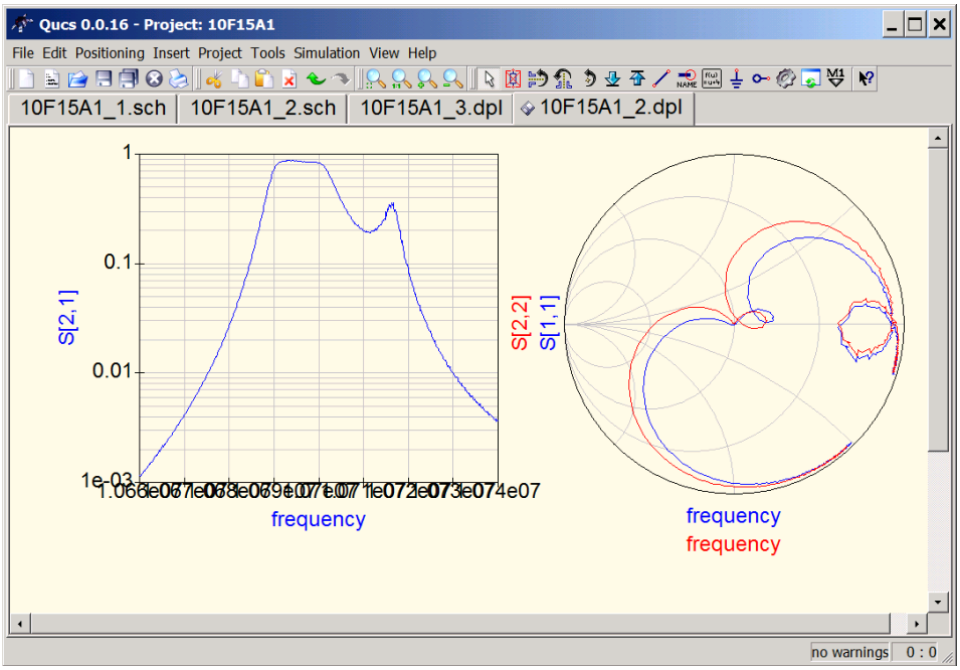



Wir haben ein Smith-Diagramm hinzugefügt, um die simulierten S11 und S22 anzuzeigen.

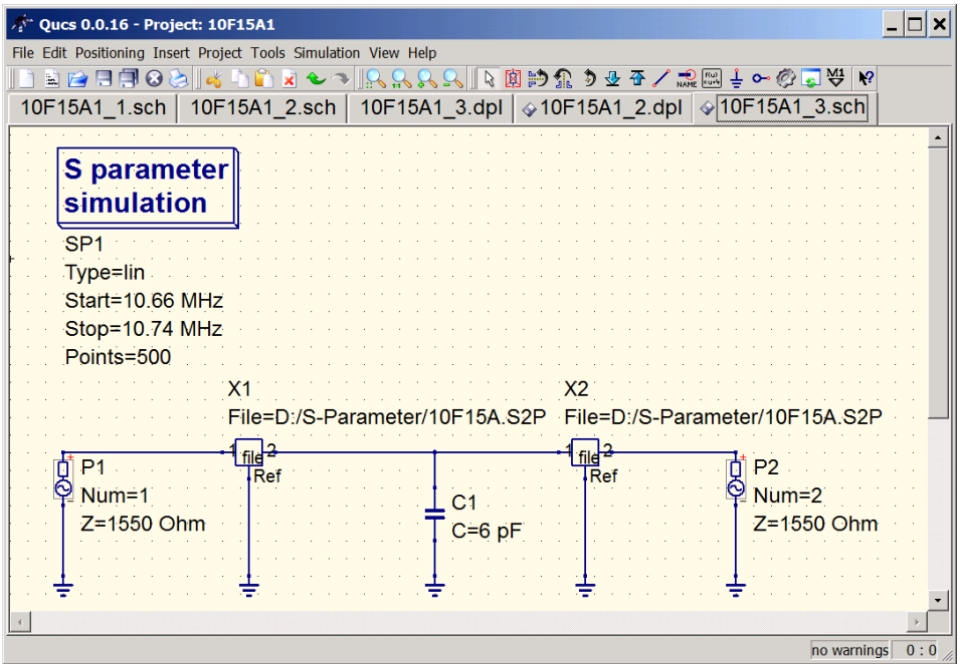
Beachten Sie, dass die Sperrdämpfung unserer beiden Pol-Filter nicht sehr hoch ist. Wir könnten es durch Kaskadierung zweier dieser Filter zu verbessern. Wir können leicht, die erwartete Leistung durch Hinzufügen einer weiteren S-Parameter-Datei Komponente, simulieren, die tatsächlich auf der gleichen Datei zurückgreift, wie die erste, da wir zwei identische Filter kaskadieren wollen:




Die simulierten S21 Daten zeigen einen unschönen Höcker an der Hochfrequenzflanke, aufgrund interner Fehlanpassung zwischen den beiden Pol-Filtern:

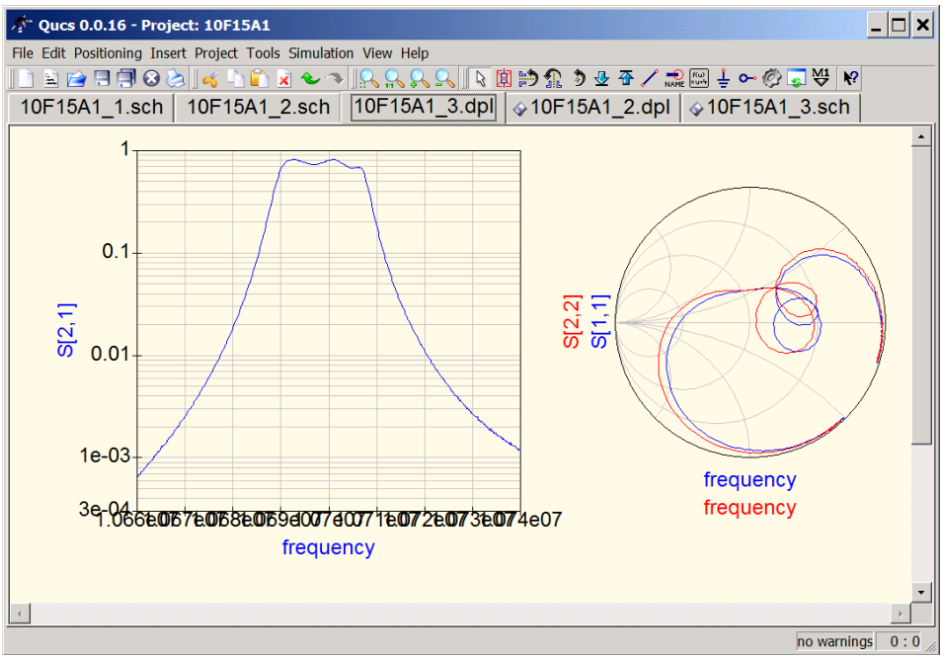



Fügen wir einen Kondensator in die interne Filter-Verbindung, um die Anpassung zu verbessern:




Jetzt haben wir einen anständigen Durchlassbereich und eine erheblich größere Sperrdämpfung.

Seite 150




Wir könnten leicht auch weiterhin interne und externe Anpassungen optimieren und damit ein perfektes vierpoliges Quarzfilter entwerfen. Offensichtlich ist ein Simulator wie QUCS zusammen mit dem VNWA für den Erwerb von S-Parameter-Daten, ein mächtiges Paar für das HF-Design.

**Time Domain Measurements**

Die VNWA Software ermöglicht eine Echtzeit-FFT auf gemessenen oder importierten Daten von Frequenz Zeitbereich durchzuführen, Display Daten im Zeitbereich, manipulieren Daten im Zeitbereich durch Gating und führen eine inverse FFT zurück in den Frequenzbereich.

Ein besonderer Abschnitt über Themen Zeitbereich Messungen zeigt Beispiele für beide Nutzungsarten:

Zeitbereichsreflektometrie ist eine nützliche Technik, um Defekte in Übertragungsleitungen suchen.

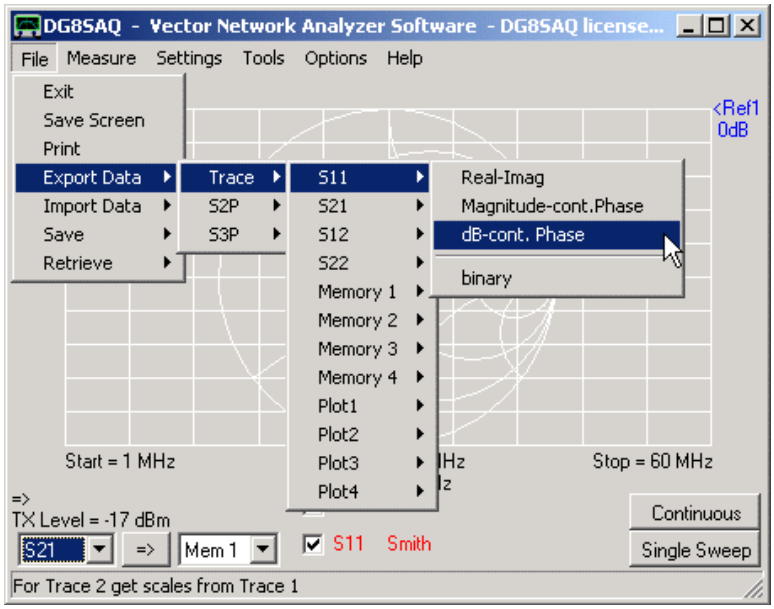
Die Sprungantwort ist nützlich, um Impedanzänderungen entlang eines koaxialen Kabels.

Gating zur Trennung von Antworten je nach ihrer Ankunft Zeiten verwendet, z. B. die langsame mechanische Antwort eines Kristalls Filter aus dem schnellen elektromagnetischen Durchführung des Test-Board trennen.

**VNWA Main Menu Functions**

**File**

Das VNWA Main Menu **"File"** bietet die folgenden Funktionen an:
**Exit**
**Save Screen**
**Print**
**Export Data**
**Import Data**
**Save**
**Retrieve**
**Software Updates**



**File - Exit**

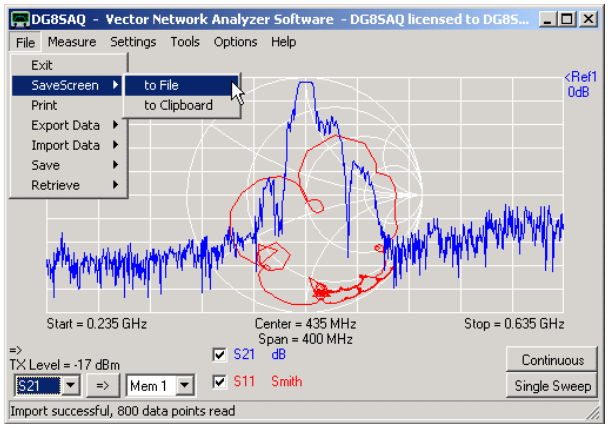
Exit

Verlassen Sie die VNWA Software. Alle Einstellungen werden für die folgende Session gespeichert.

**Ungesicherte Daten gehen verloren!!!**.

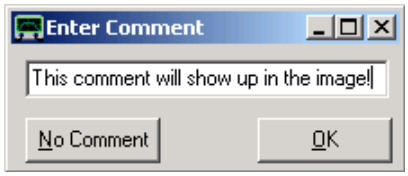
## File - Save Screen

## Save screen

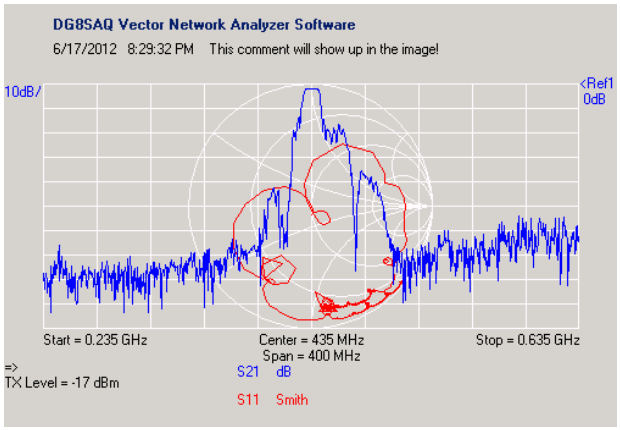



**...to File**

Speichern Sie das gegenwärtige Main Graphics Window in einen bmp, jpg oder die png File. Beim Speichern werden Sie zuerst nach einem Dateinamen befragt, dann klappt eine Eingabemaske auf, für ein optionales Image Kommentar:




Geben Sie einen **Kommentar** ein oder drücken Sie **no Comment**. Das exportierte Image mit dem oben genannten Kommentar wird wie das aussehen:




Beachten Sie, dass die Buttons und Menus unterdrückt werden. Das Image Size in Pixeln ist mit dem VNWA Window Client Size identisch. Wenn Sie das Image größer abspeichern wollen, dann vergrößern Sie das VNWA Window Size.

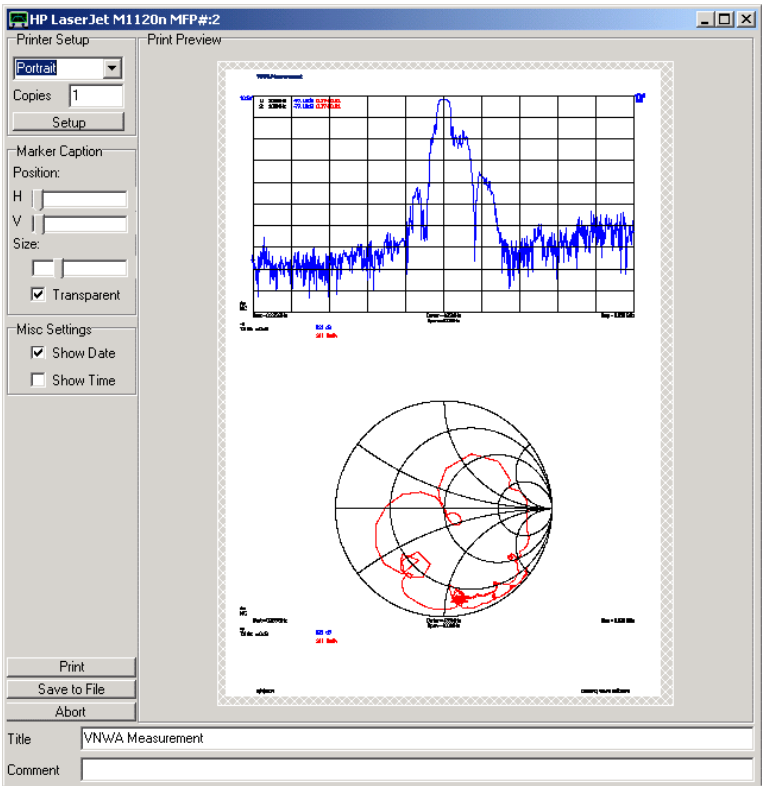
## ... to Clipboard

kopiert das Main Window Client Area als Bitmap in die Windows-Zwischenablage. Von dort kann das Image eingefügt werden in Dokumente oder Präsentationen z.B. durch drücken von ctrl-V.

**File-Print**

**Print**

Drucken Sie das gegenwärtige Main Graphics Window.
Nach der Aktivierung erscheint das Print-Control-Fenster.




Auf der rechten Seite wird eine Vorschau des Ausdruckes, einschließlich Papierformat und Druckbereich sichtbar.

In der Printer Setup Box können Sie:
- Auswählen Portrait (hoch) oder Landscape (quer) Stil
- Die Anzahl der gedruckten Kopien auswählen
- Setup des Printers oder einen anderen auswählen.

Der ausgewählte Printer wird angezeigt in der blauen Titelleiste des Fensters.
In der Marker Capture Box können Sie
- Ändern die horizontale und vertikale Position und Größe des Marker Beschriftungsetiketts im Ausdruck.
- Für eine bessere Lesbarkeit kann die Transparenz des Marker Beschriftungsetiketts abgeschaltet werden.

In der Misc Setting Box können Sie
- Aktivieren und Deaktivieren den Ausdruck des aktuellen Datums.
- Aktivieren und Deaktivieren den Ausdruck der aktuellen Zeit.

Auf der untersten Zeile kann ein Titel und ein Kommentar eingegeben werden, um zusammen mit der Grafik gedruckt zu werden.

Die Schaltfläche **Print** sendet das Bild an den ausgewählten Drucker.
Die Schaltfläche **Save to File** speichert das Bild in eine Datei, ohne das es an den Drucker gesendet wird.
Die Schaltfläche **Abort** schließt das Print-Fenster, ohne zu drucken.

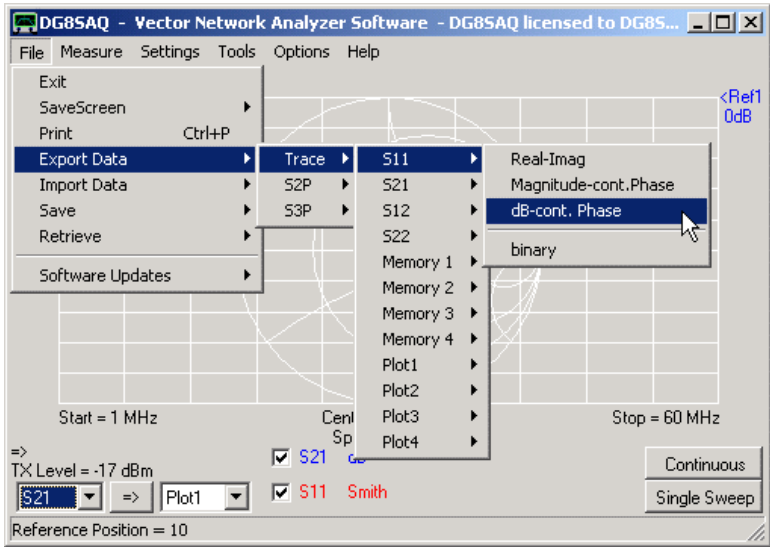
## File-Export Data

### Export Data

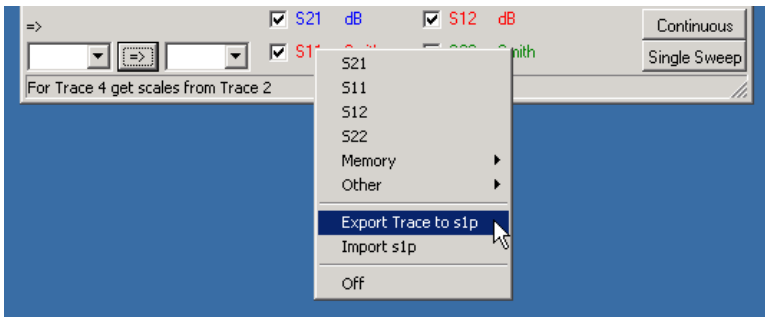
Hinweis: Exportierte Daten sind immer auf 50 Ohm normiert

#### Export Trace

Der VNWA kann alle Trace-Daten in das Touchstone Format *.S1p oder in eine binäre *.v1b Datei exportieren
Um dies zu tun, wählen Sie im Hauptmenü „Export Data“- „Trace“-…



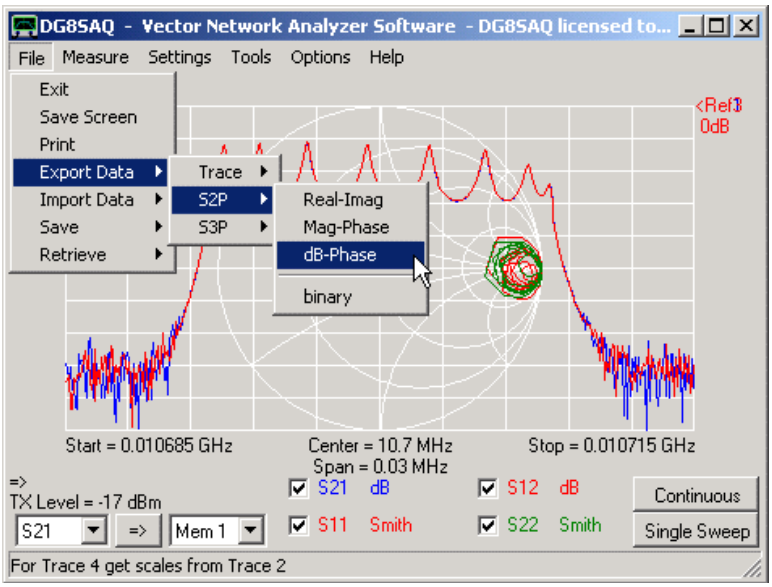

Sie können auch die Trace-Daten exportieren durch Rechtsklicken auf den dazugehörenden Main Window Trace Label.




Hinweis: Der s1p-File-Standard definiert, dass ein s1p-File, 1-Port Reflektions Daten enthalten muss. Dennoch benutze ich das gleiche Format, um S21-Daten zu speichern, sowie andere Trace-Daten, da es ein nützliches Format ist.

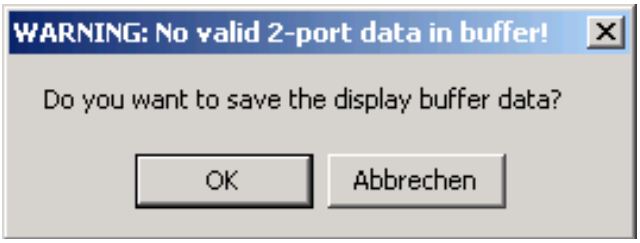
#### Export S2P or S3P

Sie können einen vollständigen Satz von 2-Port (3-Port) S-Parameter in eine *.s2p-Touchstone-Datei (*.s3p-Touchstone-Datei) exportieren, in verschieden andere Formate oder in eine *.v2b Binärdatei.

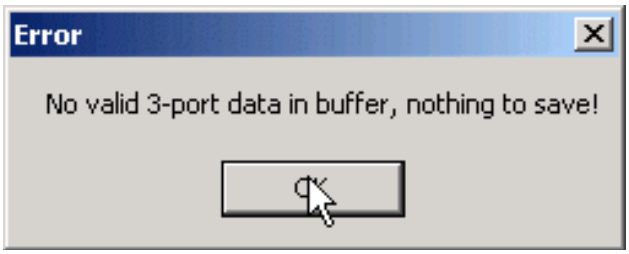



Hinweis: Export Data ist immer auf 50 Ohm normalisiert.

Hinweis: Wenn der VNWA keine gültigen 2-Port S-Parameter enthält, werden Sie gefragt, ob die Daten, die in der Display Data Spaces (S21, S11, S12, S22) enthalten sind, statt dessen gespeichert werden sollen.




Hinweis: Wenn der VNWA keine gültigen 3-Port-S-Parameter enthält, wird eine Fehlermeldung angezeigt.

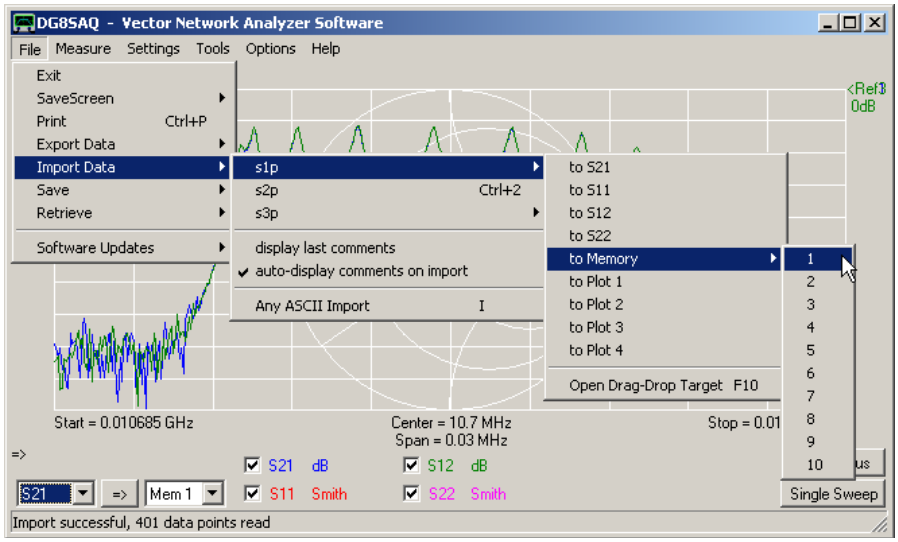


## File-Import Data

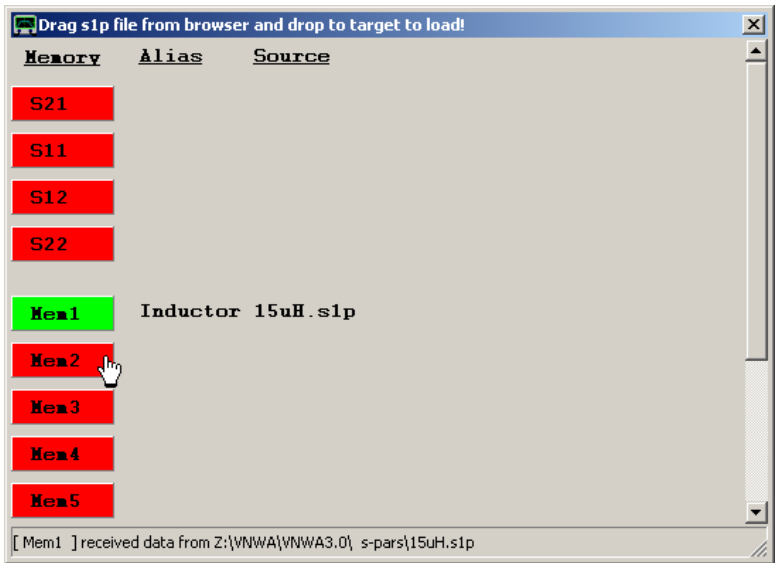
### Import Data

VNWA kann bestimmte S-Parameter-Files **im Touchstone-**Format (s1p, s2p, s3p), **binäres Format** (v1b, v2b) und **csv-Format** importieren. Um dieses zu tun, wählen Sie das Main Menu **"File" - "Import Data"** aus.

**Anmerkung :** Importierbare Files müssen auf 50 Ohm normalisierte S-Parameter enthalten.

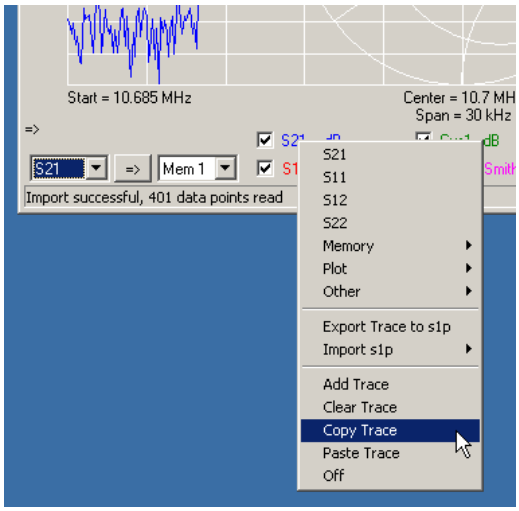



Tipp: Menü "Open Drag-Drop Target" öffnet das Drop-Target-Formular. Dieses Menü kann auch über die Tastenkombination F10 aufgerufen werden:

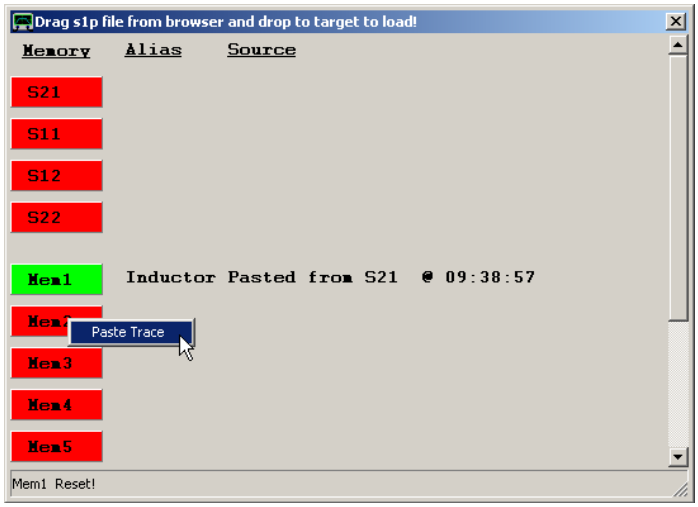



S1P-Dateien können geladen werden, indem Sie sie mit der Maus aus einem Dateibrowser zu den roten Drop-Targets im Formular ziehen und dort ablegen. Nach dem Laden wird das Drop-Target grün angezeigt und in der Source-Spalte wird der Name der Datei angezeigt, die geladen wurde. In der Spalte Alias wird der Alias angezeigt, der in der Custom Trace Form, dem entsprechenden Speicherplatz zugeordnet ist. Wenn Sie auf ein grünes Ziel klicken, wird es wieder rot und Sie löschen die Quellinfo. Es löscht jedoch NICHT den Inhalt des Memory Space, obwohl.

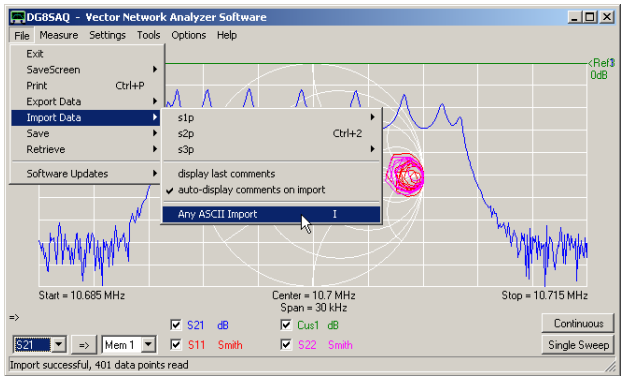
Beachten Sie, dass Daten auch aus dem Speicherbereich in den Speicherbereich kopiert und eingefügt werden können, indem Sie die Rechtsklickmenüs " **Copy Trace**"und "**Paste Trace**":aufrufen:




Die kopierten Daten können auch in das Drop-Target Form eingefügt werden, indem Sie mit der rechten Maustaste auf das jeweilige rote Drop-Tatget klicken:



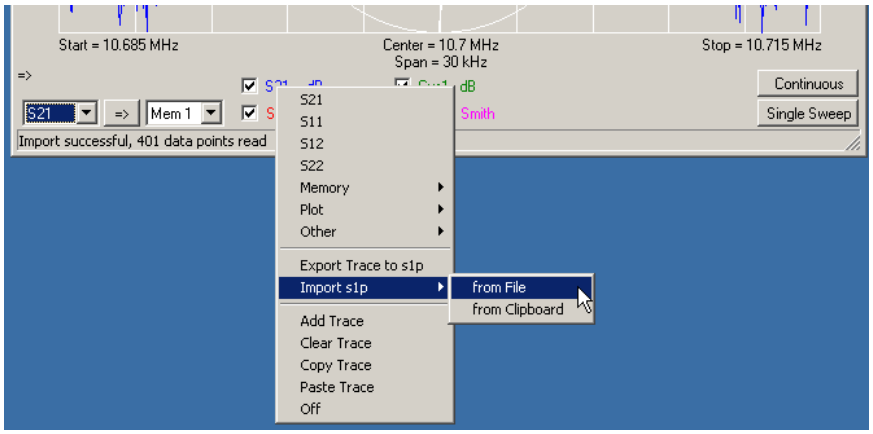

**Arbitrary ASCII Data Import:**




Menü „Any ASCII Import“ öffnet ein ASCII-Import Tool.

**Additional Data Import Functionalities:**

**Hinweis:** Sie können Import Trace Data direkt in einen bestimmten Memory Space importieren, indem Sie mit der rechten Maustaste auf das Trace Label klicken (z. B. S11 im folgenden Beispiel) und "Import s1p" auswählen. Somit wird die s1p, v1b oder csv Datei in den S11 Speicherplatz geladen.



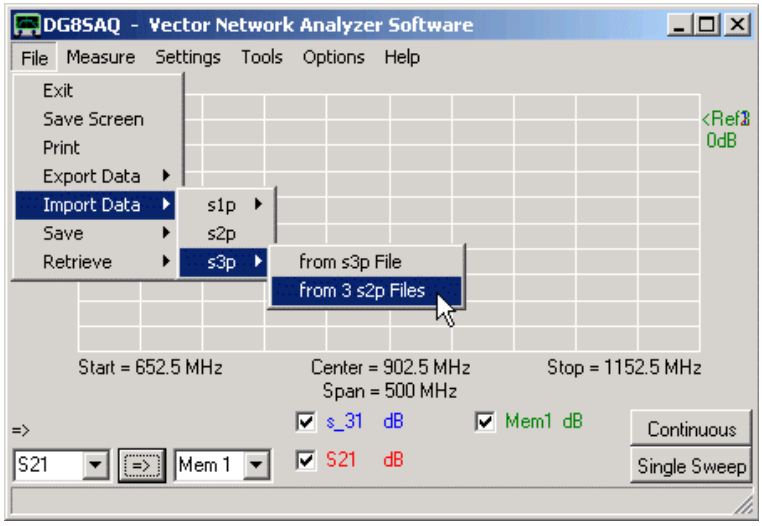

**Hinweis:** Sie können auch S-Parameter importieren, durch drag von s*p, v*b oder Csv-Files von jedem Filebrowser und drop in die VNWA Applikation.

**Hinweis:** VNWA wird s*p, v*b oder csv Filenamen als Runtime Parameter akzeptieren. Ein zweiter numerischer Parameter gibt Data Space an, wo ein s1p Record gespeichert wird (1:S21, 2: S11...). So, wenn Sie z.B. die File-endung s2p mit VNWA.exe verknüpfen, dann können Sie VNWA starten und einen s2p File laden, indem Sie auf den File doppelklicken.

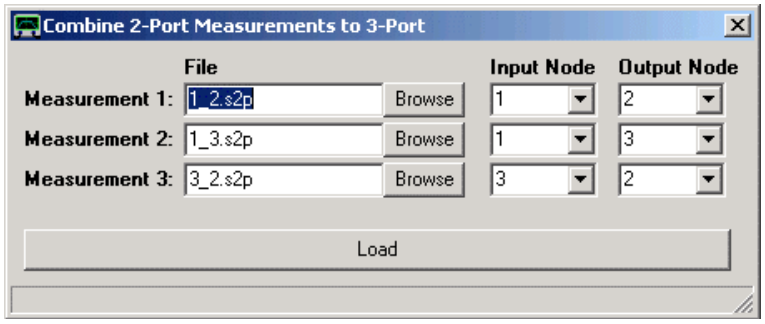
**Hinweis:** Sie können auch 3-port-Daten importieren von 3 2-port-Messungen mit dem dritten Port abgeschlossen durch 50 Ohm.

**File Import Data – s3p –from 3 s2p Files**

Es ist möglich, 3 2-port-Messungen oder Datenfiles zu 3-port-Daten, automatisch zu verbinden, Beachten Sie, dass der unbenutzte Port mit 50 Ohm abgeschlossen werden muss, um gültige 3-port-S-Parameter zu erhalten. Um dieses zu tun, wählen Sie das Menü aus, das unten hervorgehoben ist:




Im Popup- Window können Sie 3 File-Namen und die entsprechenden DUT-Port Nummern eingeben.



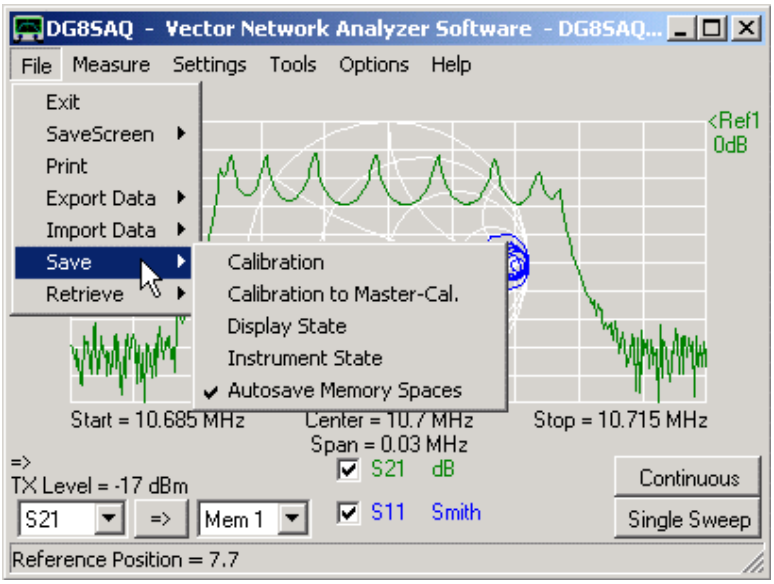

Das Drücken des **load Button** wird der 3-port-buffer geladen.

Beachten Sie, dass im oben genannten Beispiel S33 vom zweiten File Import durch den S33 vom dritten File Import überschrieben wird.

## File - Save

### Save

VNWA erlaubt, verschiedene Softwarestates zu speichern:




#### Save Calibration

Sie können eine Kalibrierung zu einem *.cal File sichern. Sie werden nach einem Filenamen und einer optionalen Anmerkung gefragt, die in den Calibration File gespeichert werden.
Wenn das Instrument nicht kalibriert ist, wird der Befehl ignoriert.

#### Save Calibration to Master-Cal.

Sie können eine Kalibrierung zu einem *.cal File sichern. Zur gleichen Zeit wird der File als Master Calibration geladen.

#### Save Display State

Sie können den Display State in einen File sichern, d. h. das Color Scheme, angezeigten Arten von Traces, Grids und Units. Sie werden nach einem File Name gefragt. Wenn Sie einen File Extention eingeben, wird dieser ignoriert, weil die Erweiterung vom Backup File vorherbestimmt wird.

#### Save Instrument State

Sie können den kompletten Instrumentenstatus einschließlich Display-Status, Hardware-Setup, Kalibrierung, Multiplikator-Tabelle ... in eine Dateigruppe oder eine einzelne gezippte Gerätezustandsdatei (* .zis-Datei) speichern. Sie werden nach einem optionalen Kommentar und nach einem Dateinamen gefragt.
Alle Backup-Dateien beginnen mit dem von Ihnen angegebenen Namen. Vordefinierte Erweiterungen werden automatisch hinzugefügt.
Im Fall der einzelnen gezippten Datei stimmt der Dateiname mit den archivierten Dateinamen überein. Benennen Sie diese zis-Datei daher nicht um, sonst kann sie nicht mehr gelesen werden. Verwenden Sie den Instrument State-Manager zum Entpacken, Zippen, Umbenennen oder Löschen von Instrumentzuständen.
Der Instrument Statemanager wird über das Menü File - Retrieve - Instrument State aufgerufen.

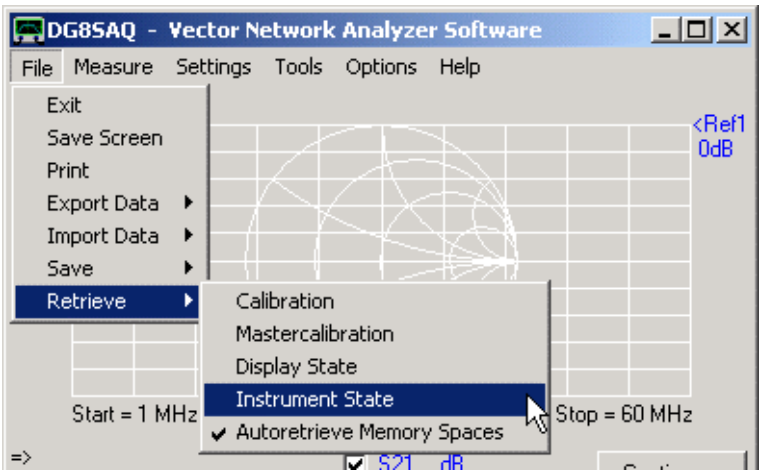
**Anmerkung:** Die Master-Kalibrierung wird NICHT gespeichert!

#### Autoretrieve Memory Spaces

Wenn diese Option ausgewählt ist, werden VNWA Daten von allen Memory Spaces in die Datei MemorySpaces.dat automatisch geschrieben, nach Programmbeendigung. Das erlaubt, die displayable Traces auf einer späteren VNWA Sitzung zurück zuladen.

**File - Retrieve**

VNWA erlaubt, verschiedene Software States zu speichern und abzurufen:




### Retrieve Calibration

Sie können eine vorher gespeicherte Kalibrierung von einem *.cal File abrufen. Wenn Sie diesen Befehl aufrufen, öffnet sich der Calibration File Manager und lässt Sie einen *.cal File auswählen. Beim laden des cal Files, wird der Frequenzbereich geändert, zu dem des Kalibrierungsfiles. Außerdem werden die Calibration Standard Settings in den Cal File gespeichert und werden durch **Load** wieder zurückgestellt.

**Warnung:** Wenn sich die Anzahl der **Data Points** oder der **Frequency Span** der Kalibrierung unterschiedlich ist, von denen Ihrer angezeigten Daten, gehen **alle Daten in den Display Buffers verloren**.

**Anmerkung:** Die Master-Calibration wird NICHT überschrieben!

### Retrieve Mastercalibration

Sie können eine vorher gespeicherte Kalibrierung von einem *.cal File abrufen und es als Master Calibration laden. Wenn Sie diesen Befehl aufrufen, öffnet sich ein File Browser, um den *.cal File auszuwählen. Der Frequency Range bleibt unverändert.

### Retrieve Display State

Sie können einen vorher gespeicherten Display State wieder abrufen, d. h. die Color Scheme, angezeigten Arten von Traces, Grids und Units von einem Backup. Ein File-Browser wird sich öffnen, um Ihnen zu helfen, das Backup auszuwählen.

### Retrieve Instrument State

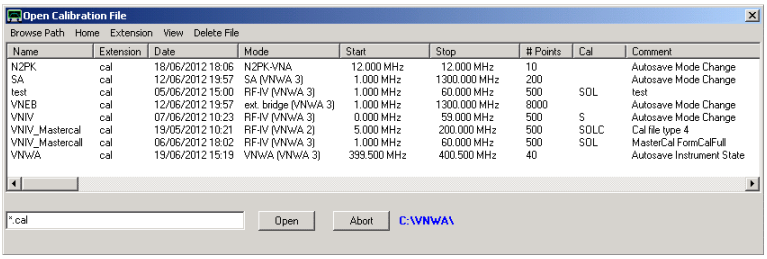
Sie können einen, vorher gespeicherten, ganzen Instrument State aufrufen, einschließlich des Display State, des Hardware Setup, der Calibration, der Multiplier Table…. von einem Set von Backup Files. Sie werden nach einem File Name gefragt. Ein File-Browser wird sich öffnen, um Ihnen das Auswählen zu erleichtern.
Sie müssen nur, eine der Backup Files, auswählen. Die restlichen Files werden automatisch gefunden. Fehlende Backup Files werden ignoriert.

### Autoretrieve Memory Spaces

Wenn diese Option ausgewählt wurde, sucht VNWA, nach dem Programmstart, den File **MemorySpaces.dat** und lädt alle Memory Spaces von diesem File, wenn verfügbar. Das wird die displayable Traces von der letzten VNWA Session zurück laden.

## File - Retrieve-Calibration: The Calibration File Manager

Nach dem Aufrufen des Main Menu Window **"File-Recieve-Calibration",** öffnet sich der Calibration File Manager, um Sie eine Kalibrierungsdatei auswählen zu lassen:




Der Manager listet alle Kalibrierungsfiles, im ausgewählten Verzeichnis, auf und zeigt ihre Haupteigenschaften an.

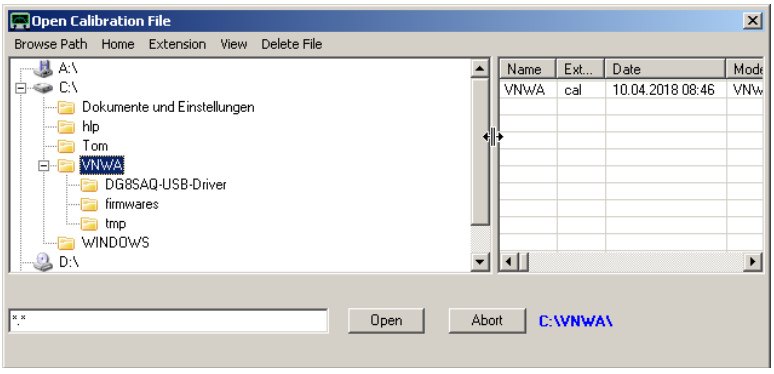
**Spalte "Cal". entries:**
S = Short
O = Open
L = Load
C = Low Loss Capacitor
T = Thru

**Spalte "Comment"** listet die Anmerkungen auf, die der Benutzer eingegeben hat, als der Cal-File gespeichert wurde. Automatisch erzeugte Cal-Files zeigen automatisch erzeugte Anmerkungen an (z.B. automatisches Speichern...).

### Main menu commands:

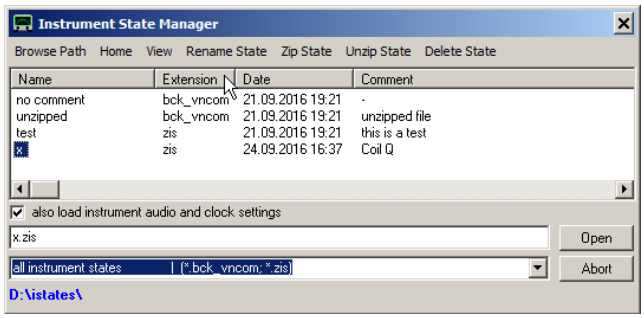
**Browse Path:** Lässt Sie, das zu durchsuchende Directory, auswählen. Das gegenwärtige Directory wird durch das blaue Label unten angezeigt.
**Home:** Ruft einen Sprung in den VNWA Programm-Ordner an.
**Extension:** Lässt Sie Dateinamenszusätze filtern. Cal Files können auch die Erweiterung *.bak haben. Beachten Sie, dass der Manager nur Kalibrierungsfiles anzeigt, unabhängig von ihrem Dateinamen und Erweiterung.
**View:** Erlaubt, die angezeigte Dateiliste Anwendergerecht anzufertigen, z.B. Kalibrierungen mit der passenden VNWA mode filternd.
**Delete File:** Löscht die markierte Datei. Diese Funktionalität wird auch erreicht, durch Rechts-Klicken auf den Dateinamen.

**Anmerkung :**
-Die Wildcard * kann im Dateieingabefeld verwendet werden, um einen Dateilistenfilter anzuwenden.
-Das Klicken auf einen Dateinamen wird den Namen zum **Name Input Field** kopieren.
-Das Doppelklicken auf eine Datei wird es öffnen.
-Das **File Name Input Field** akzeptiert auch Dateipfade.
- Ab der Softwareversion 36.7.5 enthält der Cal-Dateimanager eine Verzeichnisstruktur für die Verzeichnis-auswahl. Sie können den Baum erweitern, indem Sie auf das Menü "browse path" klicken, indem Sie auf die Pfadbezeichnung doppelklicken oder die rechte Baumgrenze mit der Maus nach rechts ziehen. Ein Ordner wird ausgewählt, indem Sie in der Baumstruktur darauf klicken.



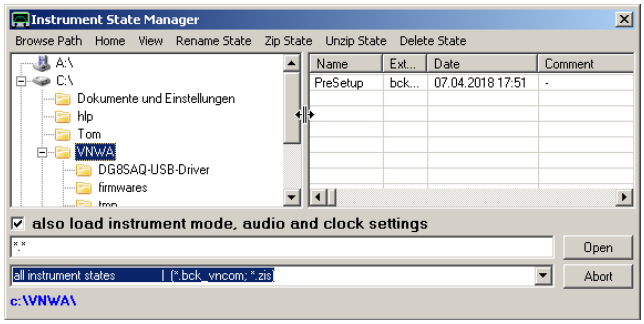
## FILE - RETRIEVE - INSTRUMENT STATE: THE INSTRUMENT STATE MANAGER

Beim Versuch, einen Instrumenten Status abzurufen (retrieve) , wird der Instrument State Manager aufgerufen:




Es listet alle Instrument-States auf (gezippt und / oder entpackt, abhängig von den Filtereinstellungen), die im ausgewählten Pfad gefunden wurden.

Der Pfad kann geändert werden durch:
Auswahl das Menü Browse Path.
Klicken auf die blaue Pfadbezeichnung auf der Unterseite.
manuell einen Pfad in das Dateinamensfeld neben der Schaltfläche Öffnen eingeben und drücken der Eingabetaste.
…Ab der Softwareversion 36.7.5 enthält der Cal-Dateimanager einen Verzeichnisbaum für die Verzeichnis-auswahl. Sie können den Baum erweitern, indem Sie auf das Menü "browse path" klicken, indem Sie auf die Pfadbezeichnung doppelklicken oder die rechte Baumgrenze mit der Maus nach rechts ziehen. Ein Ordner wird ausgewählt, indem Sie ihn in der Baumstruktur anklicken:




Beachten Sie, dass die Liste der Instrument States sortiert werden kann, indem Sie auf die Listenüberschriften klicken oder durch Eingabe eines Dateinamens filtern mit Platzhaltern, z.B. z *

Eine **Datei wird ausgewählt** durch:
Klicken auf den Dateinamen in der Liste.

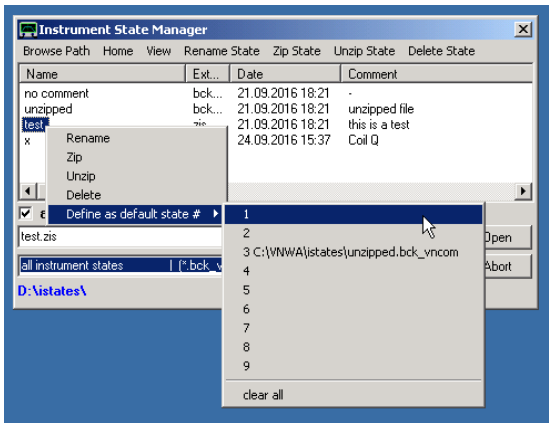
Eine ausgewählte Datei kann geöffnet, umbenannt, gezippt (wenn der Status entpackt wird), entpackt (wenn der Status gezippt wird), umbenannt oder gelöscht werden.
Diese Funktion kann über das Hauptmenü oder durch Rechtsklick auf die zu bearbeitende Datei aufgerufen werden.

Eine Datei kann geöffnet werden durch:
wählen aus der Liste und drücken der Öffnen-Taste.
doppelklicken auf den Dateinamen in der Liste.
manuelles eingeben des Dateinamens im Feld Dateiname neben der Schaltfläche Öffnen und drücken der Eingabetaste.

Hinweis: Es gibt zwei Lademodi: Sie können den vollständigen Gerätestatus einschließlich der Audio- und Takteinstellungen laden oder ignorieren. Der Lademodus wird über das Kontrollkästchen unter der Dateiliste ausgewählt. Wenn Sie Gerätezustände von einem fremden Computer laden, wird empfohlen, den vollständigen Gerätezustand NICHT zu laden. Wenn der vollständige Instrumentenstatus geladen ist, müssen Sie wahrscheinlich ein Audio-Setup durchführen und Ihre Takteinstellungen überprüfen, bevor Sie eine neue Messung durchführen.

Hinweis: Ein gezippter Gerätestatus (* .zis) kann auch geladen werden, indem Sie ihn einfach aus einem Windows-Dateimanager ziehen und auf das VNWA-Hauptfenster ablegen.

Hinweis: Es können bis zu 9 Gerätezustände als Standardzustände definiert werden, indem Sie mit der rechten Maustaste auf den Status klicken und die Option auswählen Standardzustandsnummer, der es zugeordnet werden soll:

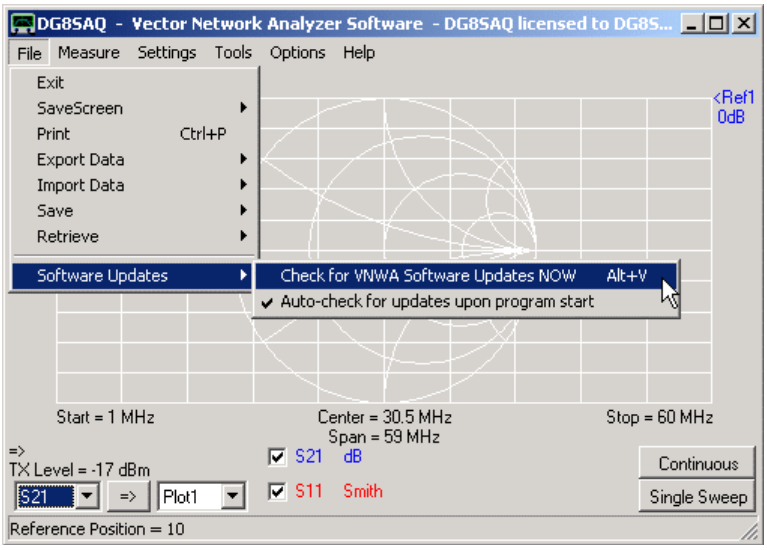



Im obigen Beispiel ist der Standardstatus 3 dem Instrumentzustand "entpackt" zugeordnet, und wir sind dabei, den Instrumentzustand "test" dem Standardzustand 1 zuzuordnen.

Standardzustände können über Tastaturkürzel alt + Zustandsnummer geladen werden, z. Bei obiger Zuordnung kann der Gerätezustand "entpackt" durch einfaches Drücken der Tastenkombination Alt + 3 im VNWA Hauptfenster ohne Aufruf des Gerätezustandsmanagers geladen werden, siehe auch Seite "Tastaturkürzel". Dies ist nützlich, wenn häufig zwischen den Instrumentenzuständen umgeschaltet wird.

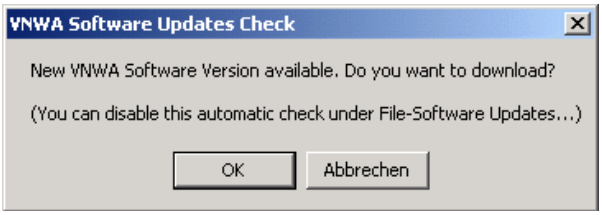
**File - Software Updates**

Ausgehend von der VNWA Softwareversion 36,2 ist es möglich, ein Software-Update innerhalb der VNWA Software einzuleiten.

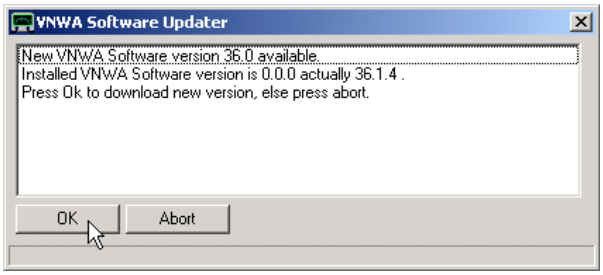



Mit dem Menüpunkt "Software Updates" können Sie manuell oder automatisch nach VNWA Software-Updates, über das Internet, suchen.
Wenn **"Auto-check for updates upon program start"** aktiviert ist, wird die VNWA Software im Internet nach Software-Updates suchen, jedes Mal wenn die Software manuell gestartet wird.
Wenn die Software ferngesteuert wird, über eine Skript-Datei oder über Windows-Messages, wird der Web-Zugang unterdrückt, so dass der Fernzugriff, gestartete Anwendung nicht hängen und warten lässt für Benutzereingaben.

Wenn der VNWA ein verfügbares Update, neuer als die installierte Software, findet, wird es dem Benutzer mit geteilt:

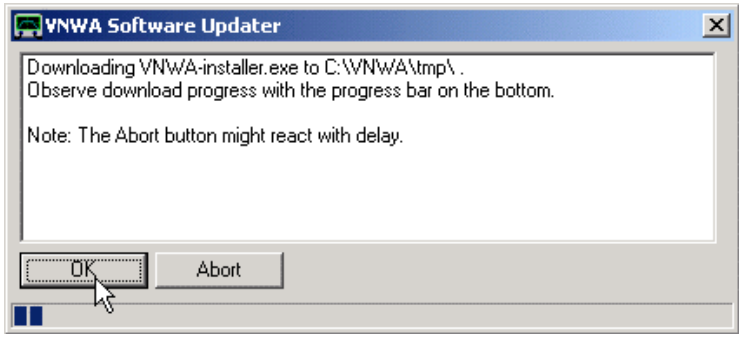



Wenn Sie den Download, der neuen Version, mit OK akzeptieren, wird der VNWA Software Updater gestartet:

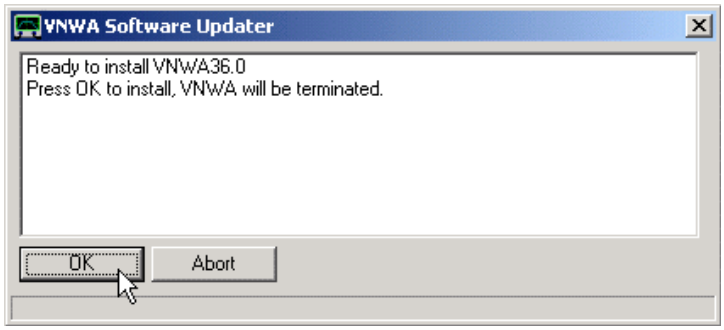



Hinweis: Der VNWA Software Updater kann auch manuell, durch das Hauptmenü, gestartet werden **"File – Software Updates - Check for VNWA Software Updates NOW"**.

Der Updater zeigt die neue Verfügbare und die aktuell installierte Software-Version an und bittet um Bestätigung zum Download. Mit OK wird der Download dann tatsächlich gestartet:




Hinweis: Der Download-Vorgang kann durch Drücken von **Abort** abgebrochen werden, aber erst nach dem Download, tatsächlich begonnen hat, ist der blauen Fortschrittsbalken zu sehen.
Sobald die Datei herunter geladen wurde, wird der Benutzer zur Bestätigung aufgefordert, um die neuen Software-Version zu installieren:

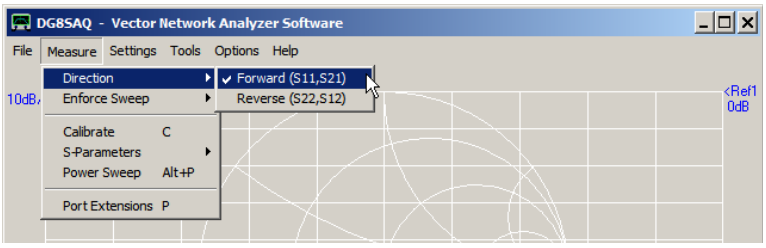



Die OK-Taste beendet die VNWA Software und startet den soeben herunter geladene Automatik-Installer.
Abort schließt den Software-Updater und kehrt zum VNWA Hauptfenster zurück. Das soeben herunter geladene Installationsprogramm wird nicht gelöscht und kann später manuell aus einem Datei Browser gestartet werden.

## Measure

Das VNWA Main Menu **"Measure"** bietet die folgenden Funktionen an:

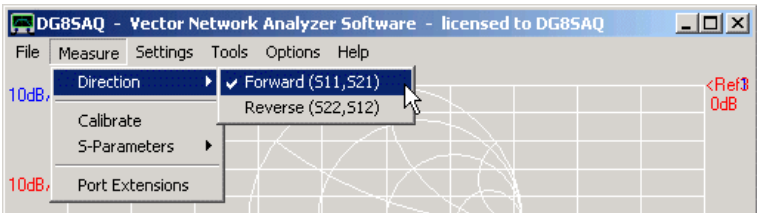
**Direction**
**Enforce Sweep**
**Calibrate**
**S-Parameters**
**Power Sweep**
**Port Extensions**



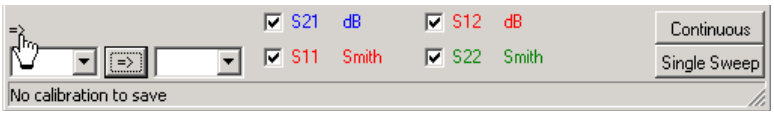
**Measure - Direction:**

**Direction:**

Verwenden Sie diesen Menü punkt, um die Messung **Direction Forward** oder **Reverse** auszuwählen.




**Hinweis:** Die Mess-Richtung kann auch verändert werden, durch anklicken des Pfeil-Label **=>** auf der unteren linken Seite des VNWA Main Windows:



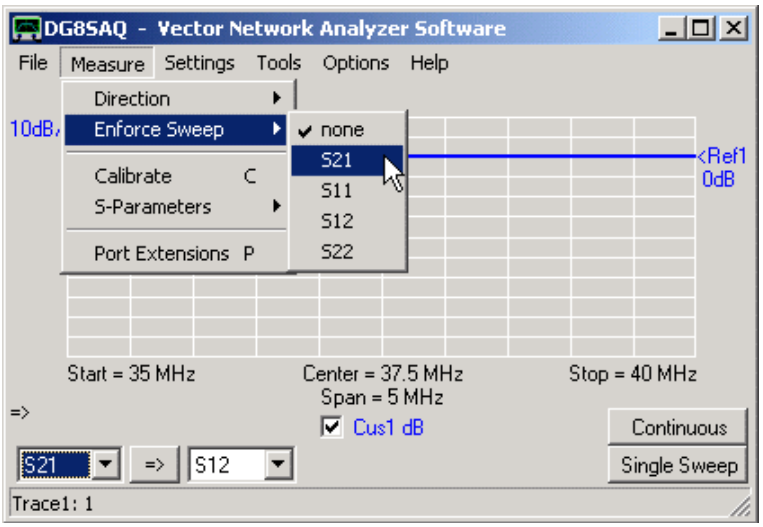

**Anmerkung :** Ohne Gebrauch eines **S-Parameter-Testsets,** bestimmt das **Direction Menu** nur, in welchen Data Spaces Messwerte gespeichert werden. Die Funktion des Tx-Port und Rx-Port bleibt unverändert. Das bedeutet, dass **der VNWA2.x die Signal Flow Direction nicht automatisch verändern kann.**
Wenn Sie S12 und S22 in diesem Fall messen wollen, müssen Sie den DUT **manuell** umdrehen, z.B. **die Input und Output Anschlüsse des DUT wechseln**.

**Anmerkung :** Die VNWA Software unterstützt den Gebrauch eines S-Parameter-Testsets, welcher wirklich die automatische Richtungsänderung des Signals zulässt. Wenn aktiviert, wird das **Direction Menu**, wenn notwendig, die Signalfluss-Richtung verändern.

**Anmerkung :** Das **Direction Menu** wird abgeschaltet, in Gegenwart von einem S-Parameter-Testsets **mit automatic Direction Switching**, wenn dieser aktiviert ist.

**Measure- Enforce Sweep**

Je nachdem, was für Traces angezeigt werden, bestimmt die VNWA-Software was zu messen ist. Das heißt, wenn nur S21 angezeigt wird, misst, unter normalen Bedingungen, der VNWA nur S21.
Wenn ein Custom-Trace angezeigt wird, wird der VNWA ausgeben „Nothing to sweep“(nichts zu tun), auch wenn der Custom-Trace auf z.B. auf S21 zugreift.
In diesem Fall, kann der Sweep von S21 erzwungen werden, durch Auswahl von „Measure-Enforce Sweep“ im Hauptmenü…




und ein Häkchen machen bei S21.

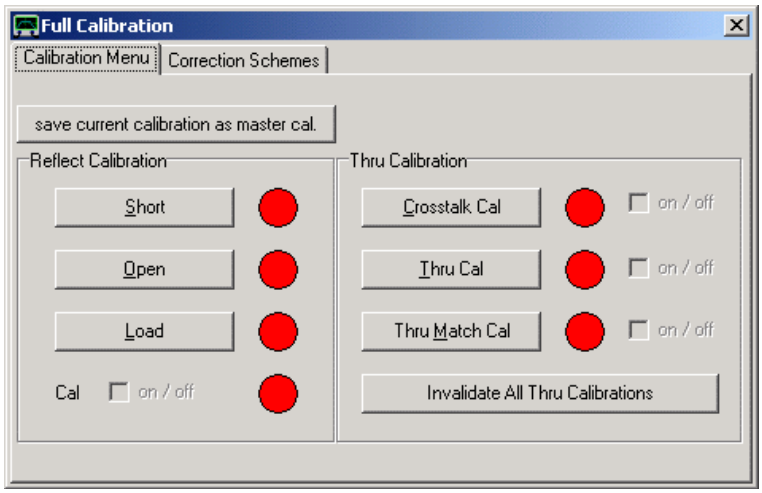
Das Häkchen bei „none“ löscht alle markierten Auswahlmöglichkeiten und schaltet die Software wieder auf die automatische Ermittlung von dem, was zu messen ist.

Beachten Sie, dass diese Einstellungen im RF-IV-Modus ignoriert werden.

**Measure-Calibrate:**

**Calibrate:**

Das Menü "Calibrate" erlaubt, den VNWA mit Kalibrationsstandards zu kalibrieren.




Von der VNWA Version 36.3.7.9 an, enthält dieses Fenster ein neues Sub-Menü.

| | |
|---|---|
| **Exit** | bendet. |
| **Calibration-** | |
| **Load** | Ladet eine Kalibration. |
| **Save as** | Speichert die bestehend Kalibration unter einem Benutzernamen. |
| **Invalidate** | Löscht die komplette Kalibration, alle Lampen gehen auf rot. |
| **Master Calibration-** | |
| **Load Mastercal** | Ladet eine Master-Kalibration |
| **Save Cal as Mastercal** | Speichert die bestehende Kalibration als Master-Kalibration. |
| **Off** | Schaltet die bestehende Master-Kalibration aus, ohne die Datei zu löschen. Die Master-Kalibrierung kann beim nächsten Programmstart wieder aufgerufen werden. |
| **Delete** | Deaktiviert die bestehende Master-Kalibration und löscht die Datei. Sie kann nicht wieder aufgerufen werden. |
| **Cal Kit-** | |
| **Load** | Ladet die Cal-Kit-Einstellungen von einer Datei. |
| **Save as** | Speichert die bestehenden Cal-Kit-Einstellungen als Datei. |
| **Info** | Zeigt das gerade benutzte Cal-Kit an. |

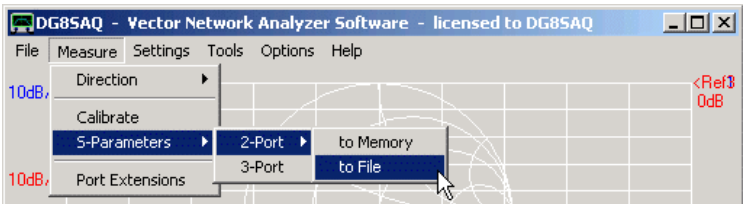



Hinweis: Das Cal-Kit-Info ist ebenfalls in der Kalibrationsdatei gespeichert. Eine so geladene Kalibration beschreibt auch die Kalibriersatz-Einstellungen

Eine ausführliche Kalibrierungsanleitung können Sie auf der Seite **Instrument-Calibration** finden.
Eine Diskussion über verfügbare Fehlerberichtigungsschemas können Sie auf Seite **Error Correction Models** finden.

## Measure - S-Parameters

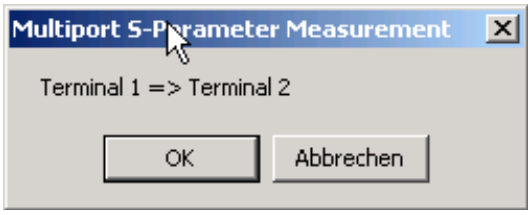
Dieses Menü erlaubt Ihnen zu messen **S-Parameter eines 2-Port oder eines 3-Port Device**, z.B. eines Kristallfilters (2-port) oder eines Baluns (3-port).



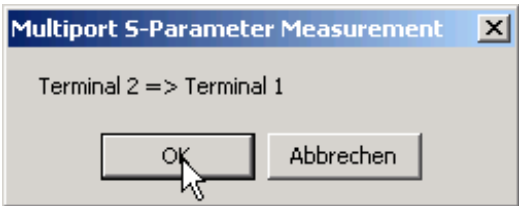

### 2-Port

Sie können auswählen, ob Sie die aufgenommenen Daten im internen S2p-buffer (=Memory) speichern wollen oder zusätzlich in einem File auf Ihrer Festplatte.
**Anmerkung :** Aufgenommene oder geladene 2-port-S-parameter werden in den VNWA Data Spaces (S21, S11, S12, S22) gespeichert und **zusätzlich in einem internen s2p Puffer**. Dass ist notwendig, zur Umrechnung von S-Parameter in neue wechselnde Normalisierungs- Impedanzen, z.B. wie im Matching Tool.

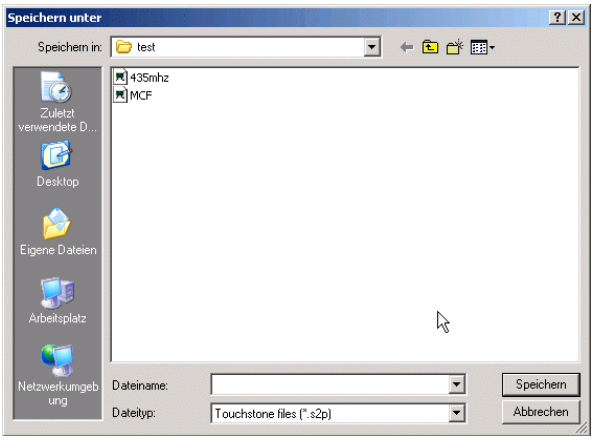
Wenn Sie die Messung anrufen, die Sie messen wollen, müssen Sie sie bestätigen, durch drücken des OK-Button.




Nachdem die **Forward Measurement** (S11, S21) fertig gestellt ist, müssen Sie den **DUT manuell drehen** und mit dem **OK Button** wieder bestätigen, dass Sie zur R**reverse Measurement** bereit sind.




Wenn Sie ausgewählt haben**, Measure "to File"**, dann werden Sie aufgefordert, einen Dateinamen auszuwählen:

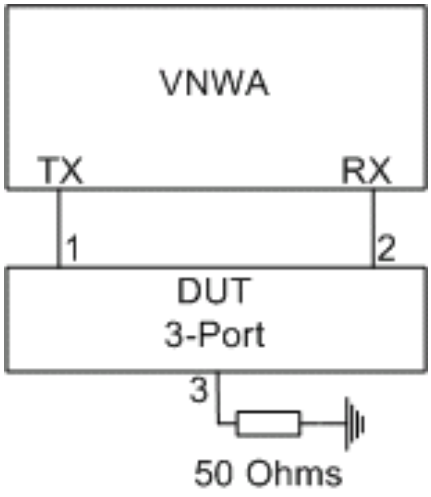



Die Daten werden im Touchstone s2p Format gespeichert.

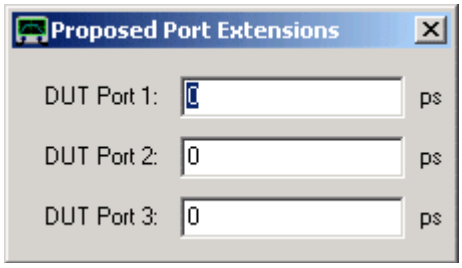
**Anmerkung:** Wenn Sie sich dafür entschieden haben**, "to Memory"** zu messen, können Sie noch Ihre Messwerte manuell speichern.

### 3-Port

3-Port-Messungen arbeiten grundsätzlich wie 2-Port-Messungen, außer dass **Sie den unbenutzten Port mit einem 50-Ohm-Widerstand abschließen müssen**:




**Anmerkung :** Wenn Port-Erweiterungen über Measurement-Start aktiviert wurden, können Sie 3 verschiedene Port-Erweiterungen für die 3 DUT-Ports spezifizieren:



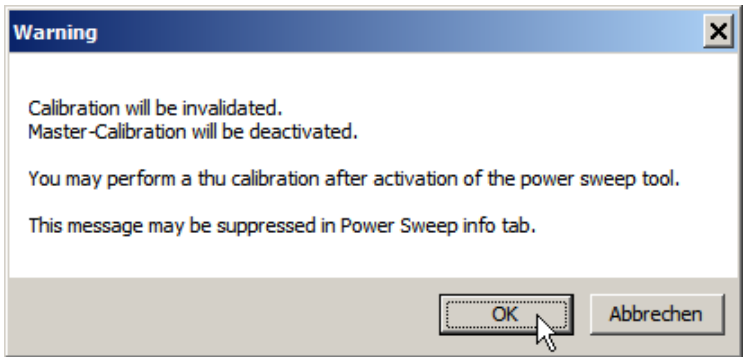

**Note:** Messdaten werden in einem internen s3p Puffer (=Speicher enthält, s11, s12, s13..., s33 ) gesammelt. Es gibt eine Unterscheidung zwischen z.B. **S11** (2-Port-Daten) und s11 (3-Port-Daten). Diese werden in verschiedenen Speicherbereichen abgelegt. Das ist notwendig, wenn 3 Ports analysiert werden sollen, in dem sie auf 2-Ports reduziert werden, durch einen balanced Port, mittels dem 3-Port-Analyser-Tool.

**Anmerkung :** Sie können Ihre Messwerte manuell speichern, zu einem 3-Port-Touchstone *.s3p-File .

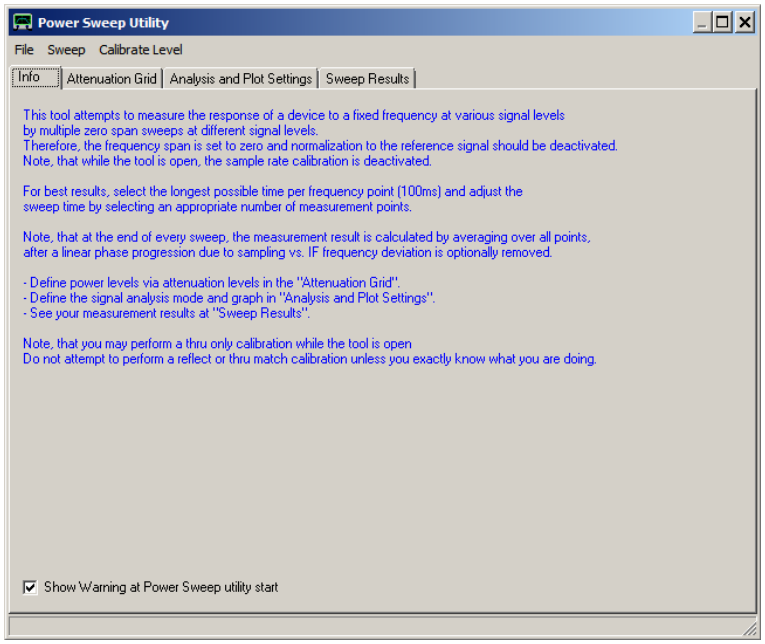
## MEASURE - POWER SWEEP

Die TX-Ausgangsleistung des VNWA kann über einen Bereich von 50dB mit einer Auflösung von bis zu 0.01 dB geregelt werden, mittels eines internen digitalen Dämpfungsglieds.
Das Power Sweep Utility ermöglicht es, die Reaktion eines Testgeräts auf die Änderung der Eingangsleistung zu messen, anstatt die Frequenz in einem benutzerdefinierten Dämpfungsgitter zu ändern.
Diese Art der Messung ist nützlich, um den Kompressionspunkt eines Verstärkers oder Mischers zu bestimmen. Beachten Sie, dass die maximale Ausgangsleistung des VNWA von -17dBm zu niedrig ist, um die meisten Testobjekte in Kompression zu bringen.
Somit wird ein Booster-Verstärker benötigt, um die VNWA-TX-Ausgangsleistung auf ein geeignetes Niveau zu bringen.
Es wird empfohlen, einen Bandpassfilter zwischen dem VNWA TX-Ausgang und dem Booster-Verstärker zu platzieren, um nur das gewünschte Signal zu verstärken, da der VNWA ein breites Frequenzspektrum liefert.
Der VNWA führt mehrere zero frequency span sweeps durch, jedes bei einem konstanten vordefinierten Leistungspegel. Eine Analysefunktion kann z.B. Extrahieren den durchschnittlichen Sweep-dB-Wert des RX-Eingangspegel.
Das Ergebnis ist gegen den TX-Ausgangsleistungspegel aufgetragen.

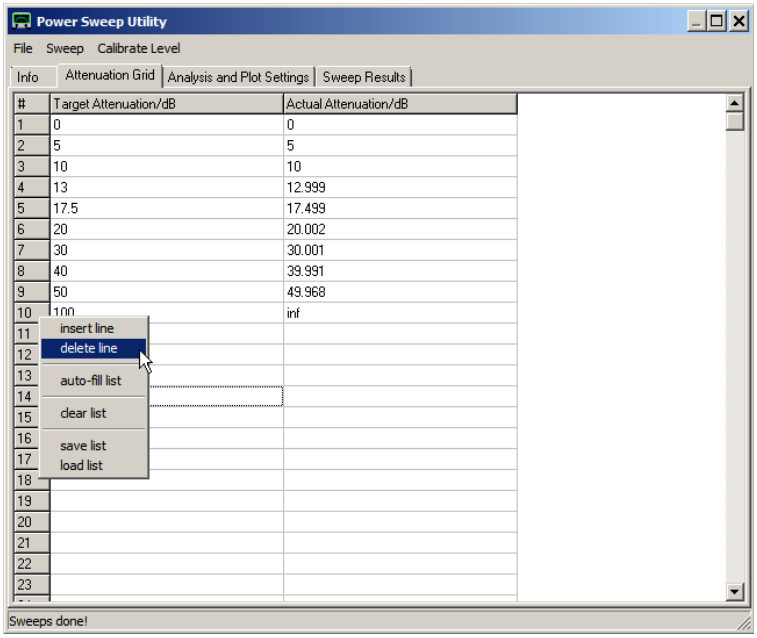
Beim Start des Utility wird eine Warnung ausgegeben, solange das Warnfenster nicht unterdrückt wird:



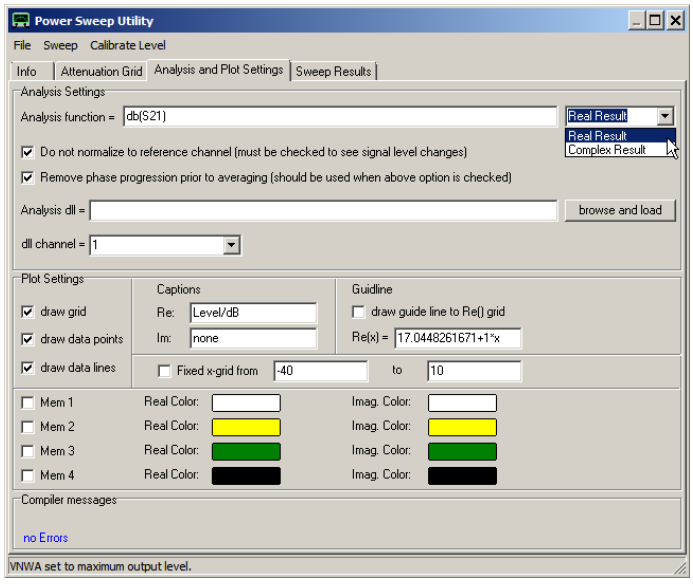

Das Power-Sweep-Dienstprogramm misst die empfangene Signalleistung in willkürlichen Einheiten und schaltet somit jede Kalibrierung ab, die die Erkennung von reinen RX-Eingangssignalpegeln beeinträchtigen könnte.
Wenn ein bestimmter Signalpegel als Referenzpegel verwendet werden soll, kann eine Durchgangskalibrierung auf dieser Ebene durchgeführt werden, während das Fenster des Power Sweep Utility geöffnet ist.
Das Info-Register des Dienstprogramms bietet weitere Anweisungen:




Beachten Sie, dass das Warnfenster unterdrückt werden kann, indem Sie das Kontrollkästchen am unteren Rand des obigen Fensters deaktivieren.
Auf der Registerkarte Dämpfungsgitter werden die Messsignalpegel über Dämpfungswerte spezifiziert:




Die Zieldämpfungsspalte kann bearbeitet werden. Ein Wert von 0 dB bezeichnet die maximale Ausgangsleistung. Positive Dämpfungswerte verringern die Ausgangsleistung, negative Werte sind unzulässig.
Da die Abschwächer-Hardware eine pegelabhängige endliche Auflösung hat, wird der nominale tatsächliche Abschwächungswert berechnet und in der rechten Spalte angezeigt. Beachten Sie, dass die Auflösung bei höheren Dämpfungswerten schlechter wird.
Die tatsächlichen Dämpfungswerte werden für die weitere Analyse verwendet und NICHT die Zielwerte. Das Excel-ähnliche Eingabeblatt bietet ein Rechtsklick-Menü, wie oben zu sehen ist. Es ermöglicht das Einfügen oder Löschen von Zeilen, das Füllen der Liste mit einer Reihe von Standardwerten (Auto-Fill), das Löschen aller Werte (Löschen), das Speichern der Liste in einer Datei oder das Laden einer Liste aus einer Datei. Auf die Dateibefehle kann auch über die Hauptmenü Datei zugegriffen werden.
Auf der Registerkarte Analyse- und Ploteinstellungen können Sie die Analyse und das Plotten von Messdaten festlegen:




Das Feld Analysefunktion ermöglicht die Angabe einer benutzerdefinierten Funktion zum Extrahieren der interessierenden Daten aus den Messdaten. Die Syntax ist identisch mit der benutzerdefinierten Ablaufverfolgungssyntax.
Im obigen Beispiel bezeichnet dB (S21) die Berechnung des relativen Pegels in dB aus den gemessenen S21-Daten.
Die Analysefunktion wird mit einem komplexen Kalkül ausgewertet und kann somit auch einen Imaginärteil enthalten. Wenn "Complex Result" aktiviert ist, enthält das vorbereitete Plot eine zweite Y-Achse für den Imaginärteil. Das Ergebnis der obigen dB-Funktion wird jedoch nur real sein.

Um RX-Eingangspegel mit wechselnden TX-Ausgangspegeln zu messen, muss die Normalisierung mit der entsprechenden Check-Box ausgeschaltet werden. Da der sich ändernde TX-Pegel auch das interne Referenzsignal entsprechend ändert, würden sich alle Änderungen aufheben, wenn die Normalisierung nicht deaktiviert würde.

Auf der anderen Seite bedeutet das Ausschalten der Normalisierung, dass absolute Phasen nicht mehr gemessen werden können. Das gemessene RX-Eingangssignal erfährt eine Phasenprogression über die Nullfrequenz-Abtastpunkte.
Das mathematische Entfernen dieses Phasenverlaufs verbessert die Genauigkeit und Empfindlichkeit der Pegelerfassung. Dies ist der Zweck der Checkbox "Remove phase progression".

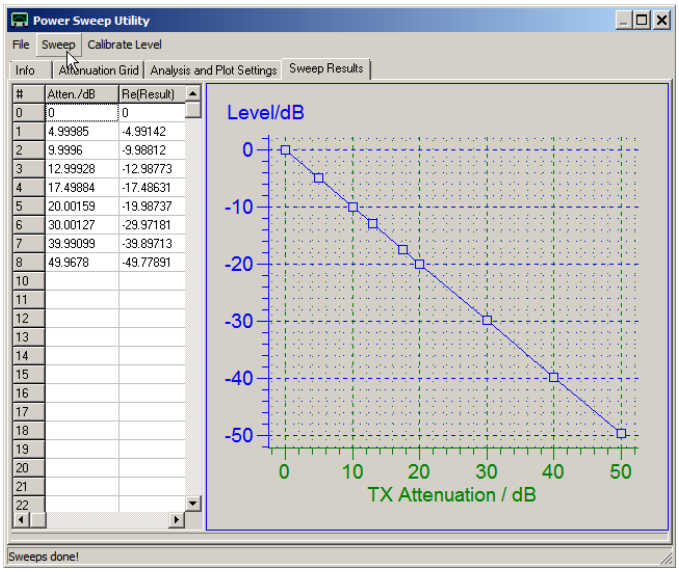
Anstatt den VNWA RX zur Erkennung von Signalpegeln zu verwenden, kann jedes externe Messsystem, das von der PC kann über eine DLL-Software-Schnittstelle angeschlossen werden. Diese so genannte Analyse-DLL kann mit der Schaltfläche "Durchsuchen und Laden" geladen werden. Diese Einrichtung kann nützlich sein, um externe Leistungssensoren zu kalibrieren. Eine Softwarevorlage wird auf der nächsten Seite "Messen - Power Sweep: Analyse-DLL" angezeigt. Eine "dll channel" -Nummer wird an die Analyse-DLL übermittelt.
Dies ermöglicht den Zugriff auf mehrere Sensoren mit ein und derselben DLL.

Im Abschnitt "Plot Settings" (Ploteinstellungen) können Sie das Plot auf der Registerkarte "Sweeps results" konfigurieren. Die Zeichnung eines Gitters, Datenpunkte und Datenleitungen, die die Datenpunkte verbinden, können separat ein- und ausgeschaltet werden. Beschriftungen für die linke (reale) und rechte (imaginäre) y-Achse können frei zugewiesen werden.

Die "Hilfslinie" ist eine benutzerdefinierte Funktion, die über den Datenpunkten und der Kurve aufgetragen wird. Auch hier ist die Syntax identisch mit der der Custom Traces. Hier wurde die Führungslinie verwendet, um eine durch lineare Regression automatisch erhaltene Gerade zu den Datenpunkten zu ziehen, siehe unten.

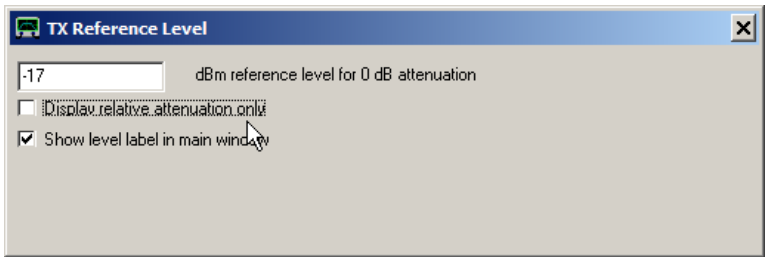
Gemessene Datensätze können in einem von vier Speicherbereichen (Mem1 ... Mem4) gespeichert und in benutzerdefinierten Farben dargestellt werden. Beachten Sie, dass diese Speicherbereiche unabhängig von den Hauptspeicherfeldern des VNWA sind. Darüber hinaus überstehen die gespeicherten Daten die Beendigung und den Neustart des Programms. Beachten Sie, dass die gemessenen Daten (aber nicht die in den Mem-Feldern gespeicherten Daten) gelöscht werden, wenn die Zielgitter-Dämpfungswerte oder die Analysefunktion bearbeitet werden.

Nach dem Aufruf eines Power Sweeps durch Auswahl des Menüpunktes **Sweep** werden die Messdatenpunkte und das Diagramm auf der Registerkarte "Sweep Results" gefunden:

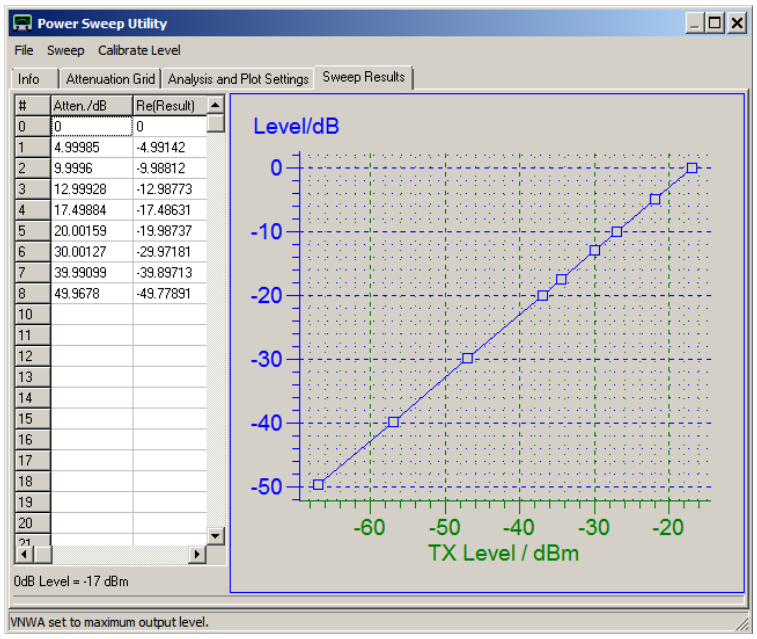



Die obige Messung wurde an einem Koaxialkabel durchgeführt, das den VNWA-TX-Port mit dem RX-Port verbindet. Vor der obigen Messung wurde eine Durchgangskalibrierung bei 0 dB Dämpfung durchgeführt. Daher entspricht ein Pegel von 0 dB dem 0dB-Dämpfungswert. Der gemessene RX-Pegel (blau) entspricht genau dem TX-Pegel (grün, hier in Bezug auf die TX-Dämpfung), wie es für ein Koaxialkabel sein sollte. Die gute Übereinstimmung kann auch mit den Zahlen in der Ergebnistabelle beobachtet werden.

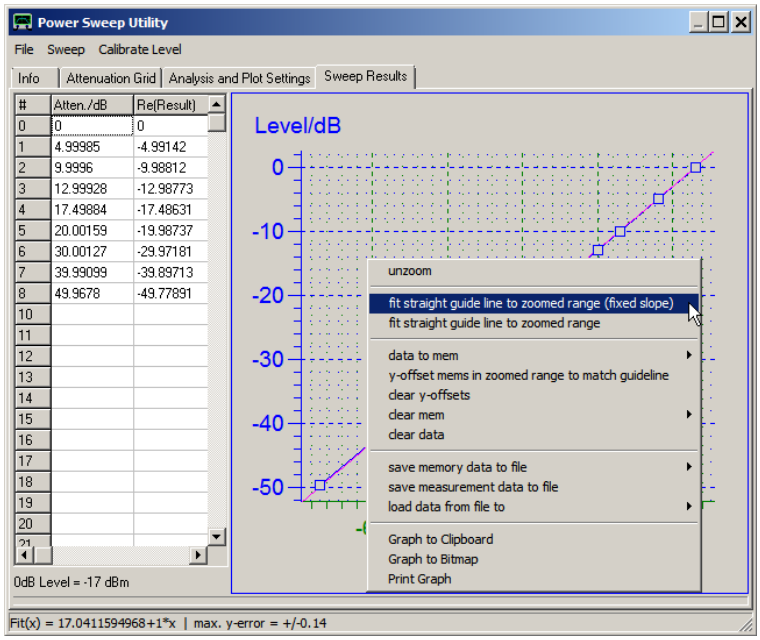
Durch Klicken auf das Hauptmenü "Calibrate Level" kann der absolute Ausgangspegel des TX - Ports (oder der Pegel nach a Booster-Verstärker) spezifiziert werden:




Wenn "**Display relative attenuation only**"deaktiviert ist, wird der absolute Pegel auf der x-Achse anstelle des Dämpfungswerts verwendet:




Das Diagramm bietet ein Right-Click Menu, das Zugriff auf verschiedene Funktionen bietet:

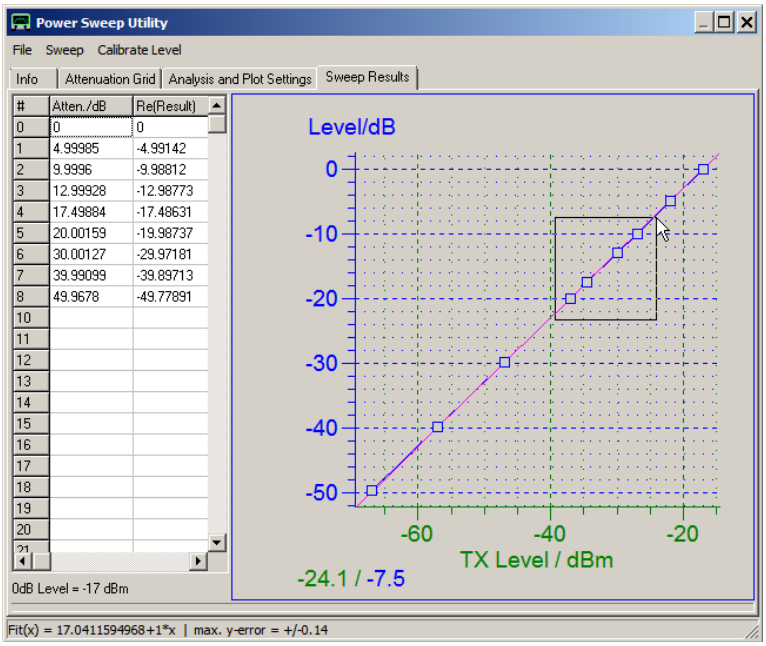



- Unzoom nach Box Zoom (siehe unten)
- Anpassung einer geraden Linie durch die Datenpunkte entweder mit fester Steigung (+1 oder -1 automatisch gewählt) oder mit variabler Steigung. Das Fit-Ergebnis wird im guide line input field auf der Registerkarte analysis and plot settings tab gefunden. Nur sichtbare Punkte innerhalb des vergrößerten Bereichs werden für die Anpassung verwendet. Beachten Sie die rosafarbene angepasste Führungslinie in obigem Diagramm. Beachten Sie auch das Anpassungsergebnis in der Statuszeile unter der Tabelle und dem Diagramm.

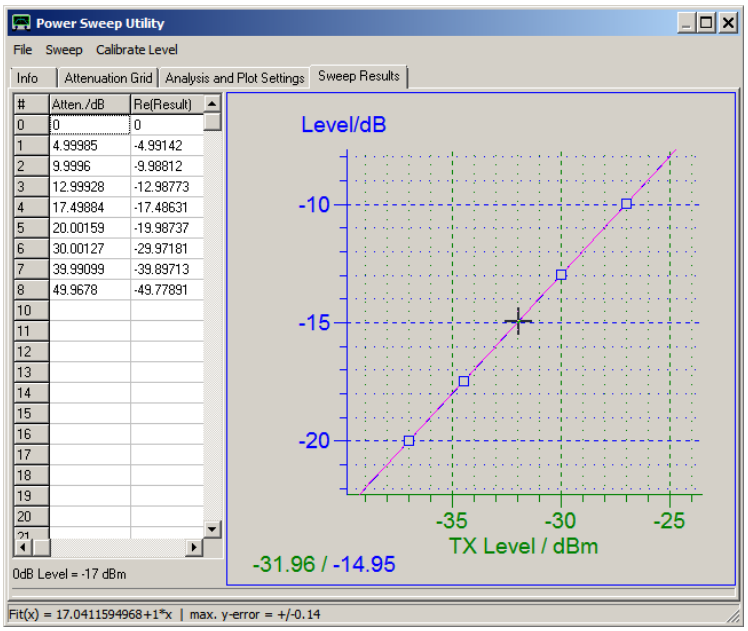
- Messdaten können in Mem-Feldern gespeichert werden, Mem-Felder oder Messdaten können gelöscht werden oder Mem-Traces können automatisch vertikal verschoben werden, so dass sie am besten zur Leitlinie passen. Letzteres ist nützlich, um die Kompression von Testobjekten mit verschiedenen Verstärkungswerten zu vergleichen.

- Daten können in Dateien gespeichert werden.
- Die Grafik kann gespeichert oder gedruckt werden.

Ein Box-Zoom wird ausgeführt, indem die Strg-Taste gedrückt gehalten wird, während die Box mit gedrückter linker Maustaste gezeichnet wird:




Die linke Maustaste muss vor der Strg-Taste losgelassen werden. Dann wird eine gezoomte Version des Graphen angezeigt:




Beachten Sie, dass durch Drücken der linken Maustaste ohne Drücken der Strg-Taste ein Cursorkreuz erzeugt wird. Notieren Sie die Werte für die Cursorposition unten links unter dem Diagramm.

**MEASURE - POWER SWEEP: ANALYSIS DLL**

Der folgende Delphi / Pascal-Code definiert eine einfache Beispiel-DLL mit dem Namen Powersweep_Example_DLL.dll:

```
library Powersweep_Example_DLL;

uses
Windows,
SysUtils,
Classes,
Forms,
ShellAPI;

$R *.res

procedure _Init; export; cdecl;
begin
$IFDEF DEBUG_CON
FreeConsole;
AllocConsole;
writeln('SwitchDLL function "Init" called.');
$ENDIF
end;

procedure _Close; export; cdecl;
begin
$IFDEF DEBUG_CON
FreeConsole;
$ENDIF
end;

procedure _Process(parameter: integer; var real, imag: double); export; cdecl;
begin
$IFDEF DEBUG_CON
writeln('SwitchDLL function "Process" called.');
writeln('Parameter=',parameter);
$ENDIF
real:=4;
imag:=5;
end;

exports _Init;
exports _Close;
exports _Process;
begin
end.
```

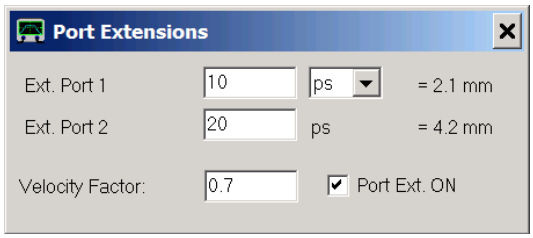
Hinweis: Die führenden Unterstriche in obigen Prozedurdeklarationen (z. B. _Init anstelle von Init) sind notwendig für die C-Sprachkompatibilität.

Die Prozedur Init initialisiert ein Konsolenfenster und schreibt eine Kurznachricht an dieses. Es wird nur einmal aufgerufen, wenn die DLL geladen wird.

Die Prozedur Process schreibt die übergebenen Daten an die Konsole und übergibt die simulierten Messergebnisse real und imag zurück zur VNWA Software. Es wird für jede Leistungsmessung aufgerufen.
Die Prozedur Close gibt die Konsole wieder frei. Es wird einmal aufgerufen, wenn die DLL entladen wird.

**Measure - Port Extensions**

Hier können Sie **Delays** zu Ihren Messwerten hinzufügen, sowie ein Account für die **endliche Länge von Ihrem Thru–Kalibrierungs-Standard**.

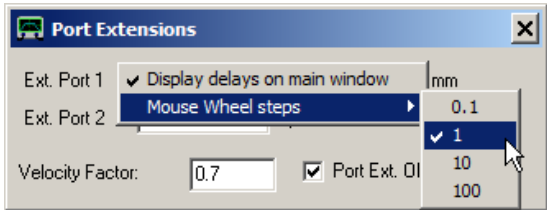



**Beispiel:** Sie führen eine Kalibrierung am Ende Ihres Testkabels durch. Aber zwischen Ihrem Testkabel und Ihnen DUT, könnte eine andere „low loss-50-Ohm-Transmissionline“ (z.B. eine Stripline auf dem Testplatine) sein. Wenn Sie den Reflektionskoeffizienten Ihres DUT wissen wollen, ohne die zusätzliche Transmissionline, Sie können einfach das Signal-Delay eingeben, das verursacht wurde, durch die zusätzliche Linie, in das **"Ext.-Port 1"** Feld und bestätigen das Feld **"Ext. on"**. Die Verzögerung der Transmissionline kann leicht gefunden werden, durch Erzeugen eines vorübergehenden Kurzschlusses am DUT und stimmen Sie "Ext. Port 1" so ab, dass der gemessene Reflektionskoeffizient nach oben zeigt, an den Kurzschluss-Punkt im Smith-Chart.

**Anmerkung :** Eingegebene Delays sind **ein Weg Delays**. Reflektions-Daten werden durch Delay x 2 korrigiert, weil die reflektierten Signale die Transmissionline zweimal durchlaufen (hin und zurück!). Durchlaufende Daten werden nur durch Delay x 1 korrigiert, weil ein durchlaufendes Signal die verzögerte Transmissionline nur einmal passieren wird.

**Anmerkung :** Positive Delays schieben die Kalibrierungsebene weiter vom VNWA weg, negative Delays rücken sie näher zum VNWA.

**Hinweis:** Sie können auch die Delays mit dem **Maus-Rad** abstimmen. Verwenden Sie das Right-Click Menu, um die Mausradschritte auszuwählen:

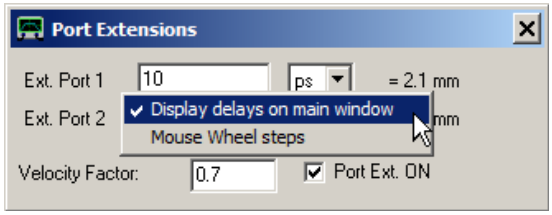


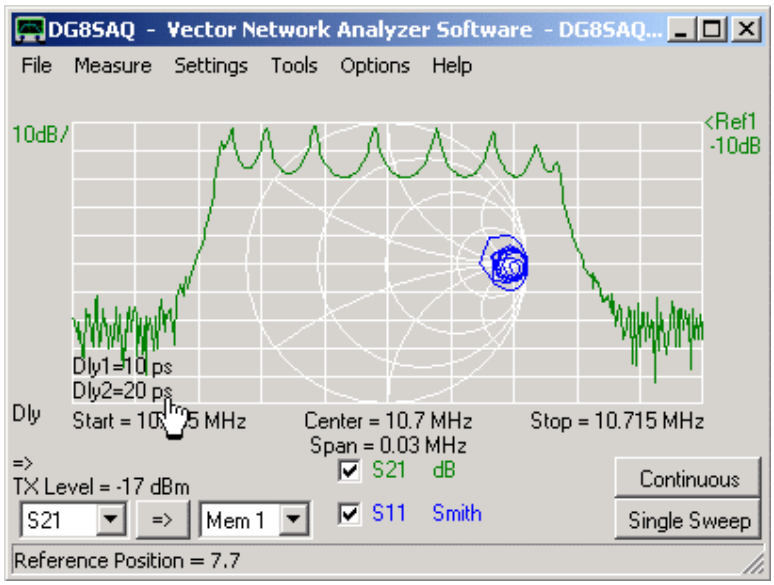

**Anmerkung :** Delays für Vorwärts- und Rückwärtsmessungen können unabhängig gewählt werden.

**Anmerkung :** Die mechanischen Längen der Delays werden als Info angezeigt. Der Verkürzungsfaktor wird nur dazu verwendet, um die mechanischen Längen des Delays, zu berechnen. Es hat keinen Einfluss auf die Messwerte., Beachten Sie, dass ein Verkürzungsfaktor von 0.7 für die Kalibrierungsstandards verwendet wird, während der Verkürzungsfaktor für koaxiale Kabel normalerweise niedriger ist.

**Anmerkung :** Alle Delays beeinflussen auch die Phasen der Transmissionsmessungen.

**Hinweis:** Rechts-Klick auf das Port-Expansions-Fenster wird erlauben, ein Info-Text-Label auf dem Hauptbildschirm zu aktivieren, zur Anzeige der Ports 1 und 2 Delays:

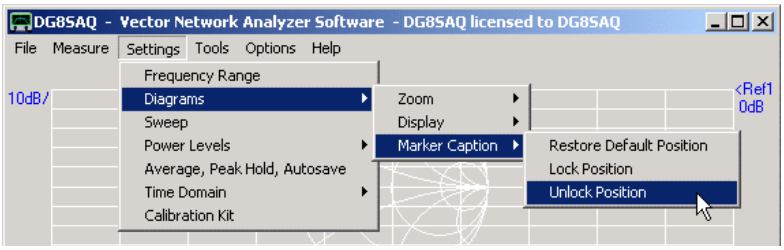



DG8SAQ - Vector Network Analyzer Software - DG8SAQ...
File
Measure
Settings
Tools
Options
Help
10dB/
<Ref1
-10dB
Dly1=10 ps
Dly2=20 ps
Dly
Start = 10
5 MHz
Center = 10.7 MHz
Stop = 10.715 MHz
Span = 0.03 MHz
=>
TX Level = -17 dBm
S21
dB
S11
Smith
Continuous
Single Sweep
S21
=>
Mem 1
Reference Position = 7.7

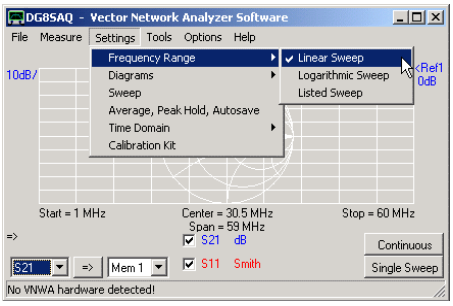
**Settings**

Das VNWA Hauptmenü **"Settings"** bietet die folgenden Funktionen an:

**Frequency Range (Frequenzreihe)**
**Diagrams (Diagramme)**
**Sweep** (VNWA) (**Sweep** (VNWA))
**Sweep** (N2PK-VNA) (**Sweep** (N2PK-VNA))
**Power Levels (Power-Levels)**
**Average, Peak Hold, Autosave (Durchschnitt, Spitze, Hält, automatisches Speichern)**
**Time Domain (Zeitbereich)**
**Calibration Kit (Kalibrierungssatz)**



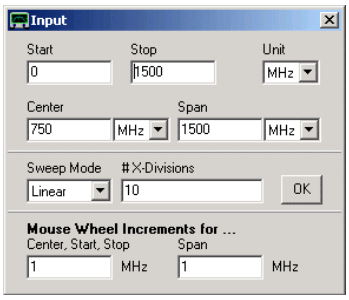
## Settings - Frequency Range




Dieses Menü erlaubt, den Sweep-Mode (lineares, logarithmisches, gelistetes Sweep) und die Sweep-Frequenzbereich, zu setzen.
Das Auswählen von "Lineares Sweep", oder“ Logarithmisches Sweep" ändert den Sweep-Mode entsprechend und aktiviert das **Frequenz- "Input" Fenster**.
Das Auswählen von "Listed Sweep" wird den Listed- Sweep-Mode auswählen und öffnet das Frequenz-List-Editor.

### The frequency "Input" window: (Das Frequenzeingabefenster "Input":)

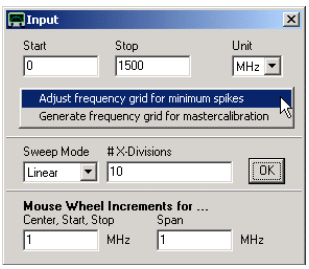
Das Frequenzeingabefenster "Input" kann auf verschiedene Weisen aktiviert werden:
- über das Hauptmenü "Settings" - "Frequency Range" (geradliniger oder logarithmischer Sweep-Mode)
- durch doppelklicken auf eines der Frequenz-Labels im Hauptfenster (geradliniger oder logarithmischer Sweep-Mode)
- durch drücken des Tastenkombinationsschlüssel "f" (geradliniger oder logarithmischer Sweep-Mode).



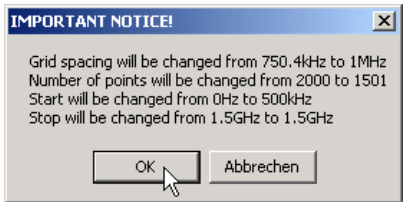

Geben Sie eine Start- und Stop-Frequenz ein oder alternativ, eine Center-Frequenz und eine Frequenzspanne.
Außerdem kann hier die Anzahl von vertikalen Raster-Linien und der Sweep-Mode (geradliniges, logarithmisches, listed Sweep) geändert werden.
**Hinweis:** Beachten Sie, dass die Start-, der Stop-, die Center-Frequenz und die Frequenzspanne, auch mit dem **Mausrad** geändert werden können,durch halten des Mauszeigers über das entsprechende Main-Window-Frequenz-Label, unter dem Raster und drehen des Maus-Rades. Die Zunahme-Werte können hier im Frequenzfenster "Input" gesetzt werden.

### Avoiding interference spikes ( Das Vermeiden von Interferenzspitzen.)

Beachten Sie, dass, während VNWA2 eine eigene Taktgeberfrequenz von 35.9 MHz hat, die VNWA3-Taktgeberfrequenz aber genau 12 MHz ist. Da sehr empfindliche Messungen einige der unerwünschten Interferenzen anzeigen, vom Vielfachen der Taktfrequenz, könnte es wünschenswert sein, das Frequenz-Raster so zu modifizieren, dass diese Frequenzen maximal vermieden werden. Das kann automatisch getan werden, für den linearen Sweep-Mode, durch rechtsklicken, irgendwo in das Frequenz-„Input“-Fenster:

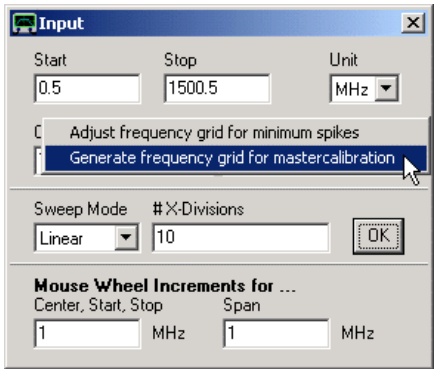


Das Drücken  auf „OK“ wird das ursprüngliche Frequenz-Raster modifizieren:




**Generating an optimum frequency grid for a mastercalibration**
(Das Erzeugen eines optimalen Frequenz-Rasters für eine Mastercalibration)

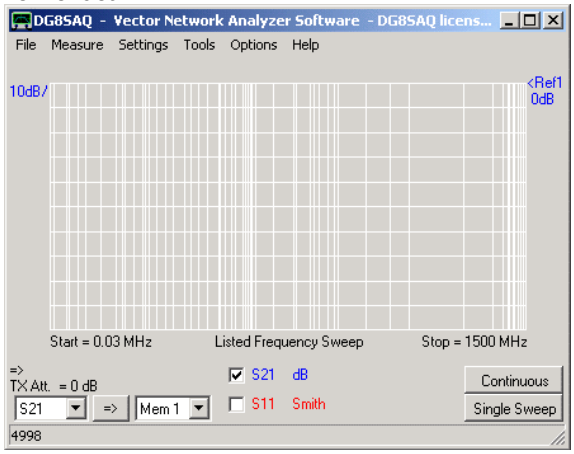
Wenn eine Mastercalibration erzeugt wird, durch den Gebrauch von Auto-Takt-Multiplier, müssen spezielle Vorkehrungen getroffen werden, um die Frequenzen richtig zu umfassen, wo die Multiplier wechseln, in dem Frequenz-Raster. Deswegen ist idealerweise, ein gelistetes Sweep-Raster erforderlich. Die passende Frequenzliste mit der gewählten Start- und  Stop-Frequenz und die ungefähre Anzahl der gewählten Punkte, kann automatisch erzeugt werden, mit der Menü-Auswahl **"Generate frequency grid for mastercalibration"**, welche geöffnet wird, durch Rechts-Klicken, irgendwo im Frequency „Input“ Fenster:




Ein Vorschlag der verwendeten Parameter folgt:



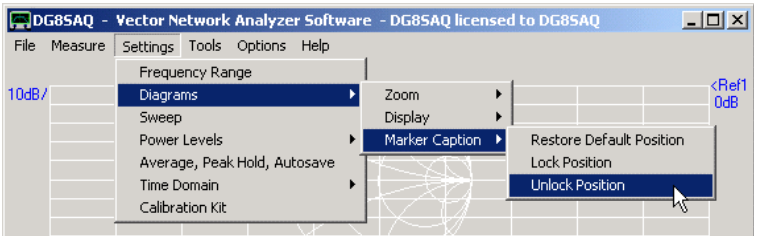

Nach dem Drücken von „ OK“, wechselt der Sweep-Mode zu "Freq. List". Nach dem Schließen des Frequency „Input“ Fensters, öffnet sich das Frequency-List-Fenster, um die Frequenzsegmente zu zeigen. Nach dem es geschlossen wird, wird das sonderbare, aber optimierte Frequenz-Raster angezeigt und im Hauptfenster verwendet:



**Settings - Diagrams**

Das VNWA Hauptmenü **"Settings_Diagrams"** bietet die folgenden Funktionen an:

**Zoom (Zoom)**
**Display (Display)**
**Marker-Caption (Marker Überschrift)**

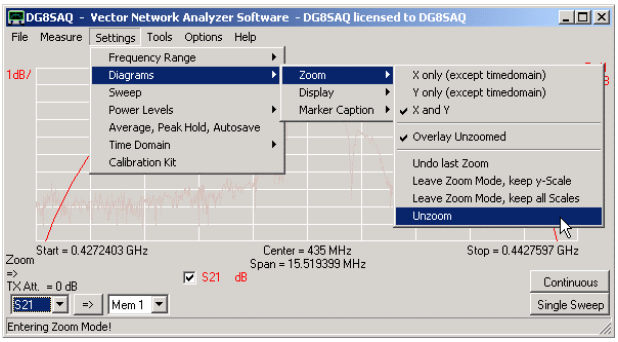


**Settings - Diagrams – Zoom**

Die **Zoom-**Einstellungen ermöglichen**, Box-Zooms** einzustellen, durch Zeichnen einer Box mit der Maus, bei gedrückter linker Maustaste, um den Bereich des Interesses.

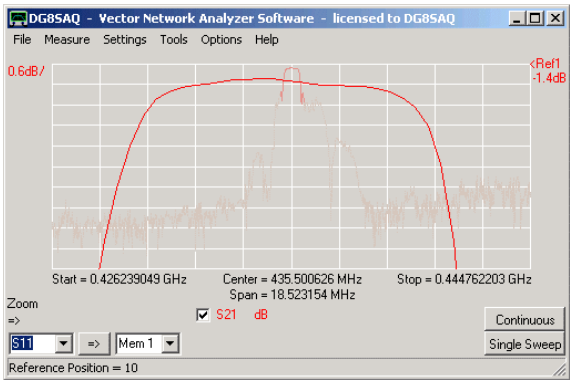
**Anmerkung :** Das Zoomen in den Smith Chart wird nicht unterstützt.

**Anmerkung :** Die Zoom-Menü-Items unter der Separator-Linie sind nur im Zoom-Mode sichtbar, d. h. wenn ein Kasten-Zoom durchgeführt wurde. Der **Zoom-Mode wird angezeigt durch das "Zoom-Label" unten links** auf dem Hauptfenster (siehe das Screenshot unten).




Auswahl:
- ***X only...*** = Nur zoomen in der Frequenzachse, alle Y-Achsen bleiben unverändert (nicht anwendbar in dem Time-Domain-Mode).
- ***Y only...*** = Nur vertikales Zoomen, die Frequenzachse bleibt unverändert (nicht anwendbar in dem Time-Domain-Mode).
- ***X und Y*** = Zoomen der Frequenzachse und Y-Achse

- ***Overlay Unzoomen*** =, Wenn ausgewählt, eine graue Version der ungezoomten Daten wird angezeigt, mit der hervorgehobenen Zoom-Reihe, zusammen mit der gezoomten Spur:




Die folgenden Auswahlen sind nur in dem Zoom-Mode sichtbar:
- ***undo last Zoom*** = Wiederherstellen der X- und die Y-Skalen vor dem letzten Zoom
- **leave Zoom-Mode keep y-Scale** = Wiederherstellen der vollen Frequenzspanne, aber die gezoomte vertikale Skala beibehalten.
- ***leave Zoom-Mode keep all Scales*** = Beibehalten der gezoomten Frequenzspanne und die gezoomte vertikale Skala. Die Daten außerhalb der letzten Zoom-Box gehen verloren, die sichtbaren Daten werden, zur vollen Anzahl des Datenpunkt-Rasters, interpoliert. Ein Sweep danach, wird nur die sichtbare Frequenzspanne überstreichen.
- ***Unzoom*** = stellt die ursprünglichen X- und die Y-Skalen vor allen vorherigenden Zooms wieder her.

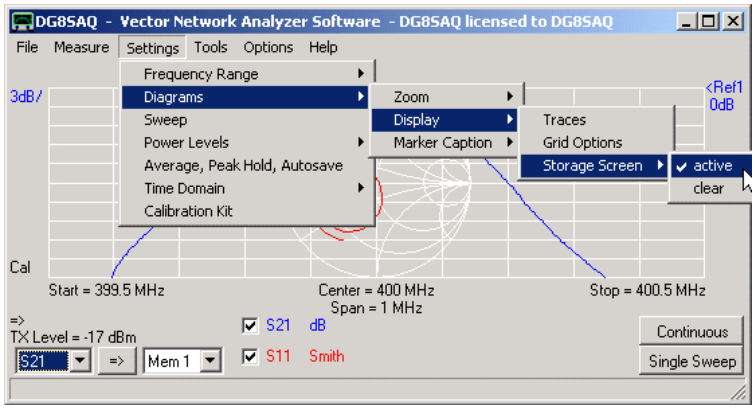
**Hinweis:** Sie können auch unzoomen, durch Rechts-Klicken in das Hauptgrafik-Raster .

**Hinweis:** Sie können auch unzoomen, durch Rechs-Klicken auf das Zoom-Label auf dem Main-Window.

**Settings - Diagrams – Display**

Das VNWA Hauptmenü **"Settings_Diagrams_Display"** bietet die folgenden Funktionen an:

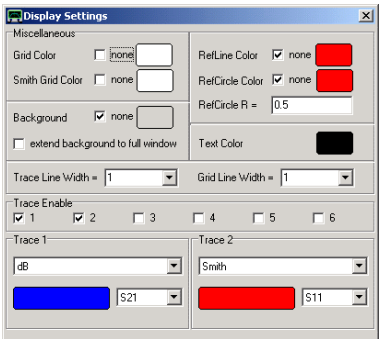
**Traces (Spuren)**
**Grid-Options ( Raster Optionen)**
**Storage Screen (Speicher Bildschirm)**
**Transparent Screen (durchsichtiger Bildschirm)**



**Settings - Diagrams – Display – Traces**

Die **"Traces"-**Einstellungen erlauben**, die am meisten angezeigten Features auf dem Hauptfenster zu kontrollieren**.

Durch Anklicken der Menue Punkte „**Settings_Diagrams_Traces"** öffnet sich das Display-Settings-Fenster:




Im oberen Teil der „Miscellaneous" Tafel, können die „Displayed**colors"** konfiguriert werden. Wenn "none" ausgewählt wird, ist die Eigenschaft entweder nicht angezeigt oder die (graue) Standardfensterfarbe wird verwendet. Um eine Farbe zu ändern, klicken Sie auf das passende Farb-Feld und wählen Sie die gewünschte Farbe vom heraus geklappten Farbauswahl- Menü.

**Hinweis: Zwei horizontale frei bewegliche Bezugslinien** können angezeigt werden. Wenn diese nicht erforderlich sind, wählen Sie "RefLine Color" "none". Diese Linien können entweder im Y-Skala-Menü eingestellt werden (erreichbar durch doppelklicken auf das Y-Skala-Menue (D, E) oder durch ziehen, auf und ab, mit der Maus .Einschalten des Cursors, wenn die Linien mit der Maus bewegen werden, vereinfacht das Stellen der Linien auf ein spezifisches Niveau.

**Hinweis: Ein Benutzer definierbarer Bezugskreis** kann im Smith-Chart angezeigt werden. Wenn es nicht erforderlich ist, wählen Sie "RefCircle Farbe " "none". Der Kreisdurchmesser kann durch "RefCircle R" Parameter angegeben werden. R = 1 stellt den Kreis an den Rand des Smith-Chart.

**Hinweis: Die Linienbreiten** der Traces und Grids können eingestellt werden, um Sichtbarkeit draußen im Sonnenlicht zu verbessern. Die default Linewidth ist 1 (= 1 Pixel, dünnste Linien).
Ist die **"Trace enable Checkboxes"** ausgesucht, folgt wie viele Traces (=curves, maximale 6) angezeigt werden. Beim Überprüfen einer der Traces, ein dazugehörendes Trace-Informationsfeld klappt auf, wo der **Trace-Typ** (S21, S11...) und der **Display Type** (DB, Smith...) ausgewählt werden kann.

Die "Trace enable ( aktivieren) Checkboxes" bestimmen, welche Traces (=Kurven, max. 6) angezeigt werden können. Bei der Überprüfung eines Traces, wird eine entsprechende Trace-Information eingeblendet, indem der Trace-Typ (S21, S11...) und die Anzeigeart (dB, Smith…) ausgewählt werden kann.

Die "enable Trace Markers Checkboxes" bestimmen, welche Traces(=Kurven, max. 6) Marker tragen dürfen Wenn deaktiviert, werden die Marker für die dazu gehörigen Traces nicht angezeigt, obwohl die Marker aktiviert sind.

**Verfügbare Trace -Typen:**

S21, S11, S12, S22 => Messwerte
Memory 1... 4 => speichert Daten
Unitarity => |S11 | ² + | S21 | ² = Bruchteil der nicht gestreuten Leistung
M.3/M.4 => Memory 3 / Memory 4
S21/M.3 => S21 / Memory 3
S11/M.4 => S11 / Memory 4
TimeDomain => umgekehrter FFT des ausgewählten Datenraums, siehe Beispiel.
Gated F-Domain => FFT des gated Zeitverlaufs, siehe Beispiel.
Custom1... 6 => willkürlicher mathematischer Ausdruck, der Datenraumvariablen enthält, siehe Beispiel.
s11, s12... s33 => 3-Port-S-Parameter

**Verfügbare angezeigte Typen:**
dB
Re dB => echter im dB gezeigter Teil
Im dB => imaginärer im dB gezeigter Teil

Smith
VSWR
sVSWR => signed VSWR, negativ für Reflexionskoeffizienten > 1
real part
imaginary part
lin.-magnitude
phase => Range - Pi... Pi
continuous phase => extended Range , so dass die Phase-Funktion dauernd wird
-cont. phase/f => minus continuous Phase / Frequenz
group delay time
polar mag/phase
RADAR
dFreq => Frequency-Center des RX Input-Signals (nur anwendbar für Zero-Frequency-Span-Mode in VNWA ab VNWA2 und VNWA3)
dFreq/Freq =>(Frequency-Center)/Center des RX Input-Signals(nur anwendbar für Zero-Frequency-Span Mode in VNWA ab VNWA2 und VNWA3)
Frequency => Frequency des RX Input-Signals (nur anwendbar für Zero-Frequency-Span-Mode in VNWA ab VNWA2 und VNWA3).

**Die folgenden Display-Typen sind nur für Trace-Typen S11 und S22 sichtbar**. Z zeigt die **Impedanz** und Y die Admittance an, berechnete vom Reflexionskoeffizienten.
real Z
imag Z
| Z |
C - => serielle equivalente Stromkreis-Kapazität, Serien-Widerstand ist real Z.
L - => serielle equivalente Stromkreis-Induktivität, Serien-Widerstand ist real Z
real Y
imag Y
| Y |
R || => paralleler equivalenter Stromkreis-Widerstand
C || => parallele equivalente Stromkreis-Kapazität
L || => parallele equivalente Stromkreis-Induktivität an
QC => Qualitätsfaktor des Kondensators
QL => Qualitätsfaktor der Induktivtät
Smith renormalized => Smith-Chart renormalsiert, dem Benutzer auswählbare komplexe Impedanz (Leistungs-Welle Darstellung), siehe Beispiel.

**Hinweis:** Trace-Typen und Display-Typen können auch im Hauptfenster des VNWA geändert werden, durch rechts anklicken des Trace-Type-Labels (K) und des Display-Type-Labels (L) entsprechend.

**Hinweis:** Auf das **Display-Setting-Menu** kann auch zugegriffen werden, durch Doppelt-Klicken auf das Trace-Select-Checkboxes (J), das Trace-Type-Label (K) (abgesehen vom Trace-Type "Custom", wo das Custom-Menü angerufen wird und für Trace-Type "time" und "gated", wo das Time-Domain-Setting-Window angerufen wird.) und das Display-Type-Label (L).

**Anmerkung:** Traces können ein- und ausgeschaltet werden, mit Trace-Select-Checkboxes (J) .

**Settings - Diagrams – Display – Grid Options**

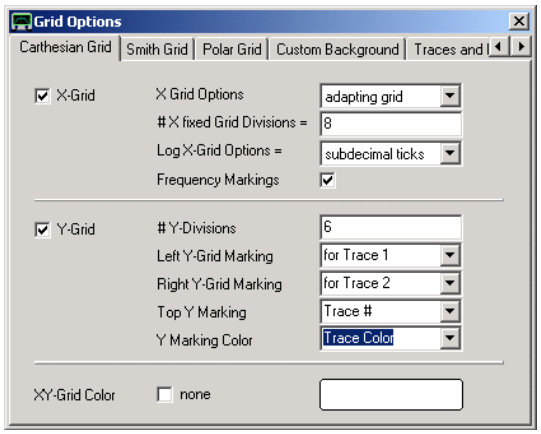
Die **"Grid Options"** Einstellungen erlauben**, das Äußere des x-y Rasteres (=Carthesian Raster) und des Smith Raster zu kontrollieren**. Außerdem können die **Trace und das Hintergrund-äußere** hier kontrolliert werden.

Durch klicken auf das Menue **" Setting _ Diagrams-Display _ Grid Options"** wird sich das Grid-Optionsfenster öffnen.

**Hinweis:** Auf denselben Funktionsumfang kann auch zugegriffen werden**,** durch Rechtsklicken auf Grid, in dem Hauptfenster VNWA, und Auswählen von **Grid-Options**.

Viele der Grid-Optionen sind in anderen Fenstern, z.B. in den Trace-Einstellungen, zugänglich. Alle Grid-Einstellungen sind hier zusammengefasst.

**Carthesian Grid-Optionen:**



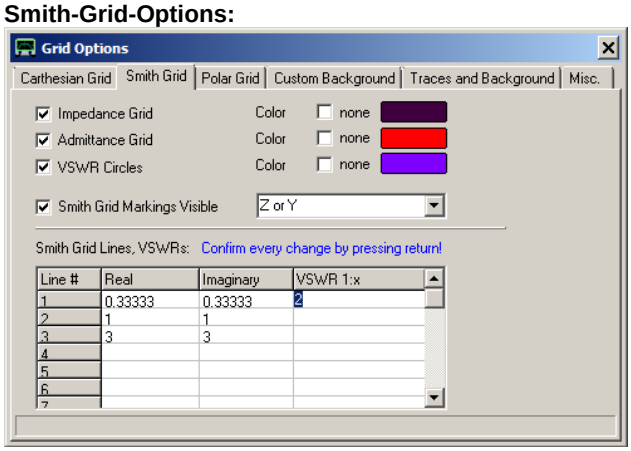

Die neuen Grid-Optionen**,** sind nur hier erreichbar:

**X Rasteroptionen:** können nur bei einem linearen Frequenzraster angewendet werden.
*festes Raster*: Die vertikalen Gitterlinien in gleichen Abständen gesetzt, entsprechend den "fixed Grid Divisions # X".
adapting grid: Die vertikalen Gitterlinien werden in gleichen Abständen gelegt, in menschlich überschaubare Frequenzen, z.B. wie ein Vielfaches von 100 MHz.

**Frequency Markings:** Wenn aktiviert, wird die Frequenz einer jeden vertikalen Gitterlinie im Hauptfenster angezeigt werden.

**Left and Right Y-Grid Markings:** Horizontale Raster Markierungen können für zwei Traces gewählt werden und so konfiguriert, dass sie die Tracenummer anzeigen und in der Trace-Farbe.

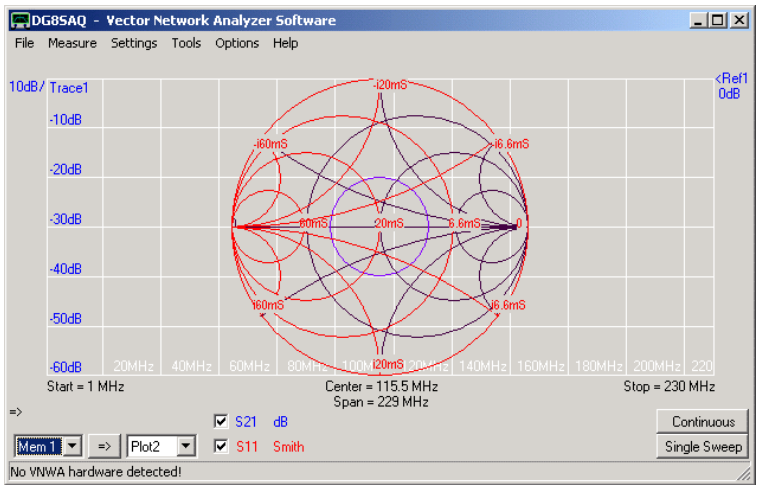
**Smith-Grid-Options:**




Die **Smith-Grid-Options** erlauben, das Smith-Raster auf verschiedene neue Weisen zu konfigurieren:
- Ein **admittance-Smith-Grid** (siehe rotes Raster auf folgendem Bildschirmausdruck), kann zusätzlich oder alternativ zum bevorzugten **Impedance-Smith-Grid,** ausgewählt werden.

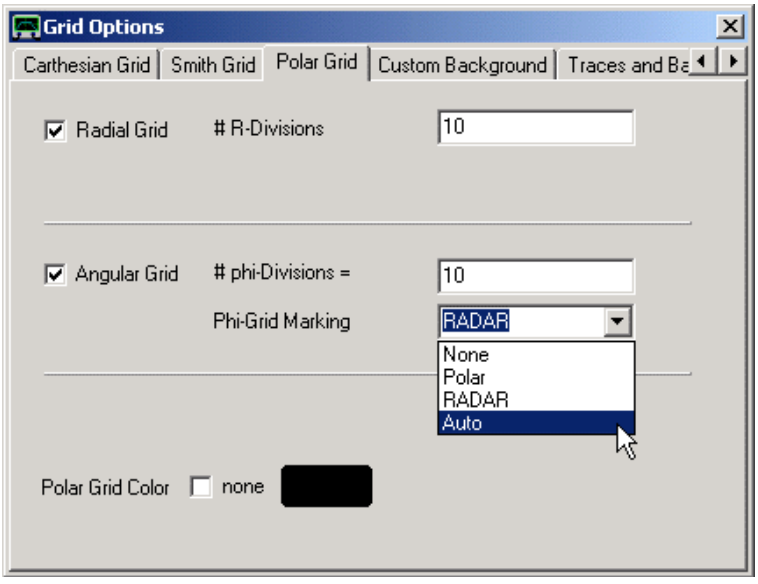
- **VSWR Kreise** können hinzugefügt werden (siehe lila Kreise unten).
- Beachten Sie, dass Sie anstelle des VSWR, Reflektionskoeffizienten oder Return-Loss eingeben können, indem Sie auf die VSWR Titelleiste der Tabelle klicken oder auf das Kontrollkästchen "VSWR Circles".
- Gitter- und Kreisfarben sind anpassbar.
- Alle **Raster und Kreisfarben sind vom Benutzer konfigurierbarer**. Sie können die Gitterlinien hinzufügen oder entfernen, durch hinzufügen oder entfernen von Eintragungen in die Excel-ähnliche Tabelle.
- **Smith-Grids** können so konfiguriert werden**,** um **Markierungen** anzuzeigen mit Impedanz/Admittanz Markierungen, entweder normalisiert zu 50 Ohm oder absolut in Ohm/Siemens wie unten zu sehen.

Mit den oben gezeigten Einstellungen, erscheint das Hauptfenster wie folgt:



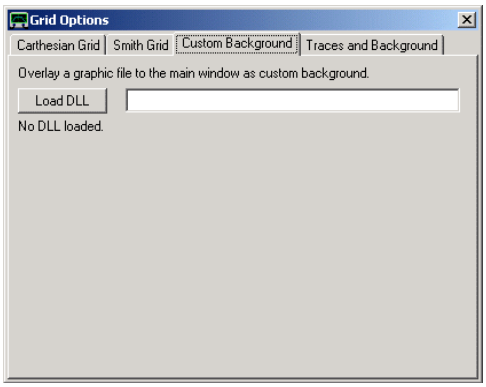

Beachten Sie, dass der Carthesian Grid hier nicht die richtigen Markierungen anzeigt, da Trace 2 im Carthesian Grid nicht angezeigt wird, aber im Smith-Grid.
Beachten Sie auch die Anpassung vom Frequenzraster in 20 MHz-Schritten mit Frequenzmarkierungen.

**Polar Grid Options**




Hier können die Grids ( Gitter) von polaren und RADAR Plots gesteuert werden.
Beachten Sie, dass, während Polardiagramme in der Regel die 0° Ausrichtung auf der rechten Seite haben, haben RADAR-Plots sie oben.
Phi-Grid- Marking = Auto wird automatisch den Ausrichtungsstil nach der obigen Regel wählen.

**Custom Background Options:**

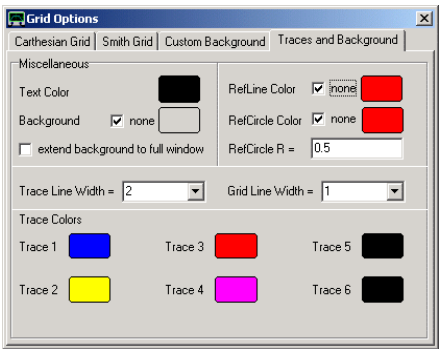



Die **Custom-Background-Options** erlauben**, ein Image zu laden, um als Hintergrund auf dem VNWA Hauptfenster zu erscheinen**.
**Image-File-Import** wird mit einer **Optional-External-Dynamic-Link-Library (dll)** durchgeführt, um Inkompatibilitäten mit älteren Windows-Versionen zu vermeiden (unterstützen Windows98 und Windows2000 GDI nicht, der verwendet wird, um zu lesen und *.svg-files anzuzeigen).

Zwei verschiedene dlls werden zur Verfügung gestellt, um Bilddateien zu lesen:
**svg_dll.dll** unterstützt den Import von Scalable-Vector-Graphics-Files (*.svg)
**gfx_dll.dll** unterstützt den Import von den meisten Punktgrafik-Dateien wie *.bmp, *.jpg, *.png.

Vor dem Importieren eines Images muss eine passende dll-Datei geladen werden, den Button des "Load DLL" drückend und auswählend die dll-Datei.
Sobald die dll geladen ist, erscheinen die Regler, um ein Image zu laden und zu bearbeiten.
Siehe Seite "Importing and Manipulating a Background Image" für ausführliche Beispiele.

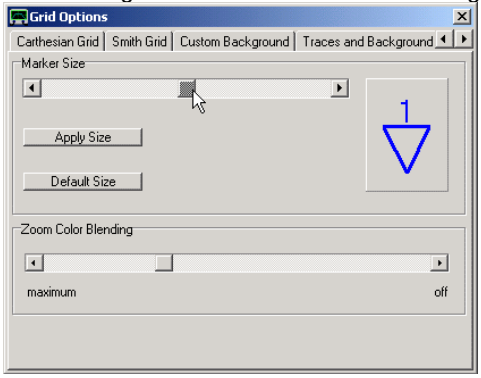
**Traces and Background Options:**




Das Traces- und Background-Menü erlaubt, die Farben der Traces, Grids, Background und Reference-Lines und Circles einzustellen und macht einige zusammenhängende Einstellungen. Dieses Menü ist redundant zum Menü "Trace Options".

**Misc. Options:**
Hier kann die **Marker-Größe** mit einem Schleifer geändert werden:

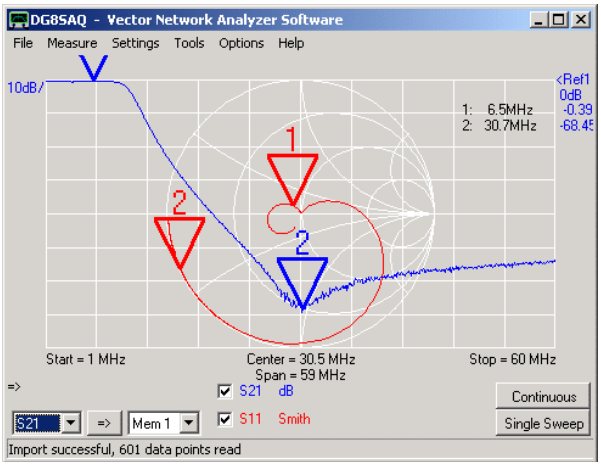
Die Markergröße kann mit einem Schieberegler geändert werden:



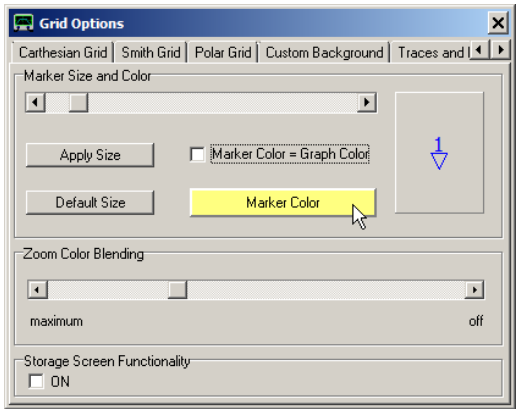
Beachten Sie, dass sich die aktuellen Marker, nur nach dem Drücken des "Apply Size"-Button oder nach dem Schließen der Grid-Options-Fensters geändert werden.

Der Button-"Default Size" stellt das Default-Marker-Size wieder zurück.

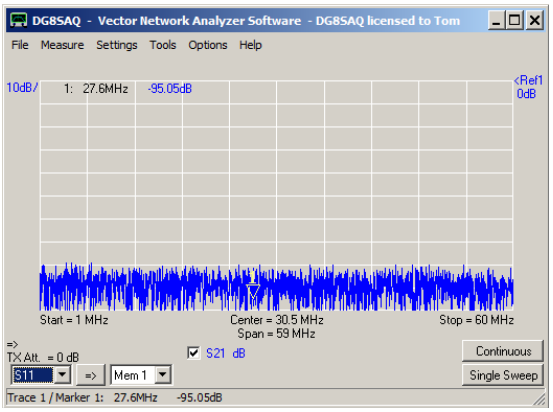
Nach der Verwendung des ausgewählten Marker-Size, werden die Main-Window-Marker in derselben Größe wie im Beispiel-Marker erscheinen:



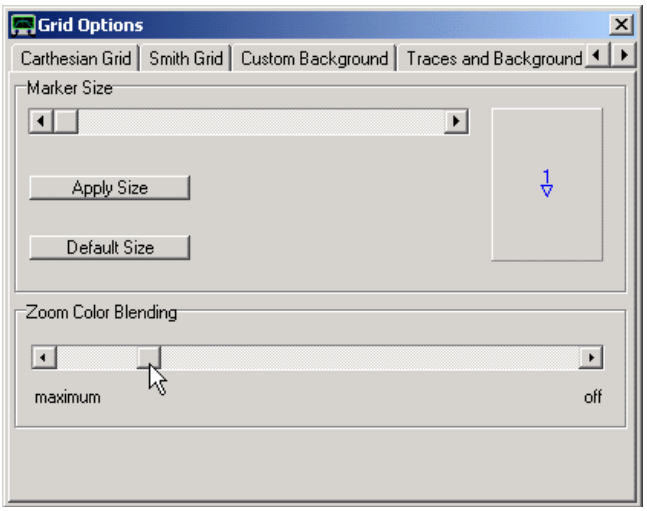

Standardmäßig haben die Marker die gleiche Farbe wie die entsprechenden Spuren. Daher ist es manchmal schwierig, einen Marker innerhalb einer geräuschvollen Spur zu lokalisieren.
Daher kann die Farbe aller Marker gleichzeitig von der Standard-Trace-Farbe in eine benutzerdefinierte Farbe geändert werden, indem das Kontrollkästchen "Marker Color = Graph Color" deaktiviert und eine entsprechende Farbe durch Klicken auf das Feld "Marker Color" ausgewählt wird:



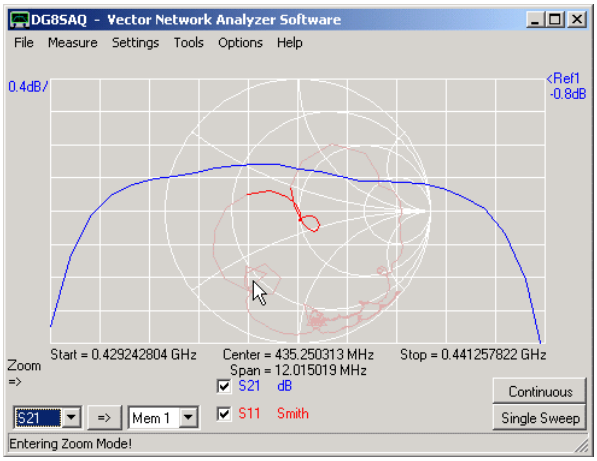

Die jetzt gelbe Markierung ist leicht auf der blauen Rauschspur zu sehen:




Zoom Color Blending:

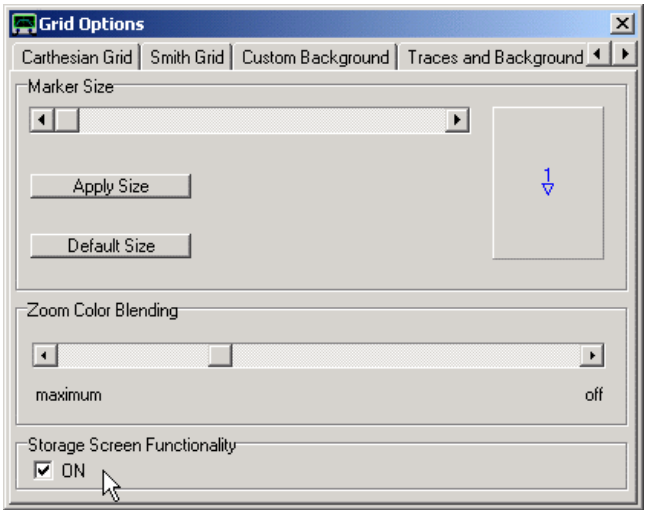



Der "Zoom-Color-Blending"- Schleifer( Zoom-Farbmischung) verändert die Schattierung z.B. des Smith-Chart-Trace außerhalb des Zoom-Gebiets (siehe Maus-Zeiger):




*Maximum* bedeutet, dass die Outside-Trace-Segments verschwinden, während *off* meint, dass das ganze Trace in derselben Farbe gezogen wird.

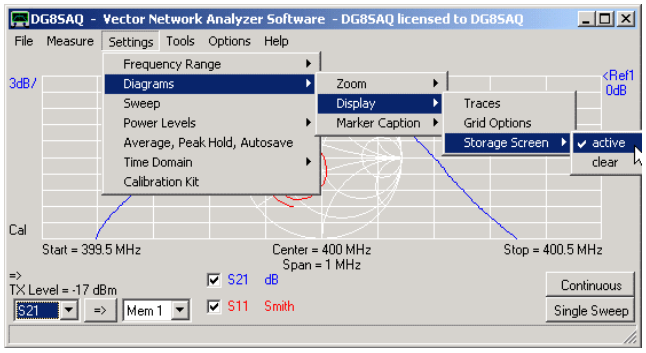
**Storage Screen Functionality:**



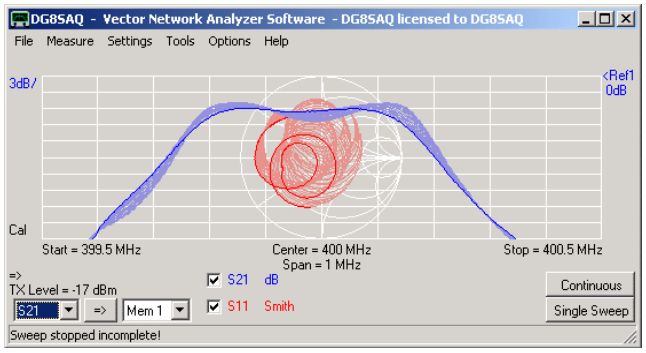

Ab der Softwareversion 35.8.q ist ein **Storage Screen** verfügbar, d. h. alles Geplottete auf dem Main-Screen wird dauerhaft. Das ist nützlich, wenn viele Konsekutiv-Sweep-Traces verglichen werden sollen.
Siehe hier für mehr Details.

**Settings - Diagrams – Display – Storage Screen**

Ab der Softwareversion 35.8.q ist eine **Storage Screen (**Bildschirmspeicherung) verfügbar, d. h. alles, auf dem Hauptbildschirm geplottete, wird dauerhaft. Das ist nützlich, wenn viele Konsekutiv-Sweep-Traces verglichen werden sollen.
Um diese Eigenschaft zu aktivieren/auszuschalten, klicken Sie im Hauptmenü **"Settings - Diagrams - Display – Storage Screen - aktive"**. Verwenden Sie wechselweise die Tastenkombinations **strg-S**.

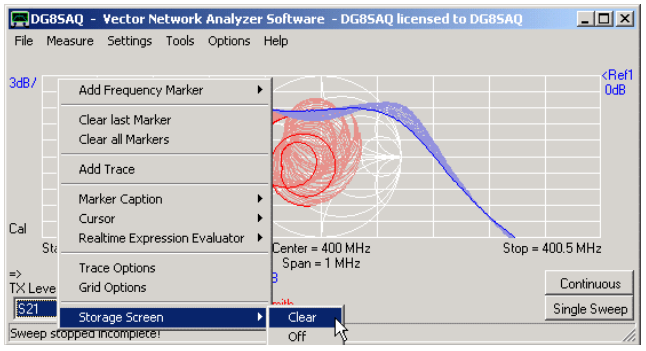



Wenn der **Storage Screen** aktiviert ist, hinterläßt jedes Sweep ein dauerhaftes Trace auf dem Plott-Raster. Im Folgenden wird eine Reihe von Sweeps gezeigt, während eine Filter abstimmt wurde:




Der Farbsättigung des Storage-Screen kann mit dem **Zoom-Color Blending-**Regler verändert werden.

Der **Storage Screen** kann gelöscht werden, durch Rechts-Klicken auf den Plotting-Grid und auswählen **"Storage Screen- Clear"**, über die Tastenkombination **ctrl-x** oder über das Hauptmenü **"Setting - Diagrams - Display – Storage Screen - clear"**, z.B.

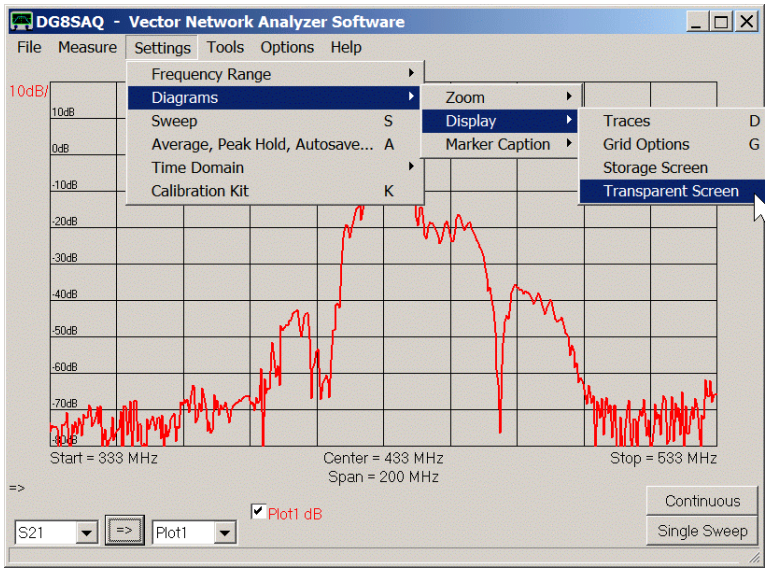



Beachten Sie, dass der **Storage Screen** automatisch gelöscht wird, wenn immer das **Drawing-Grid Size** geändert wird, über eine Zoom Aktion oder über Deaktivierung des Storage Screen.

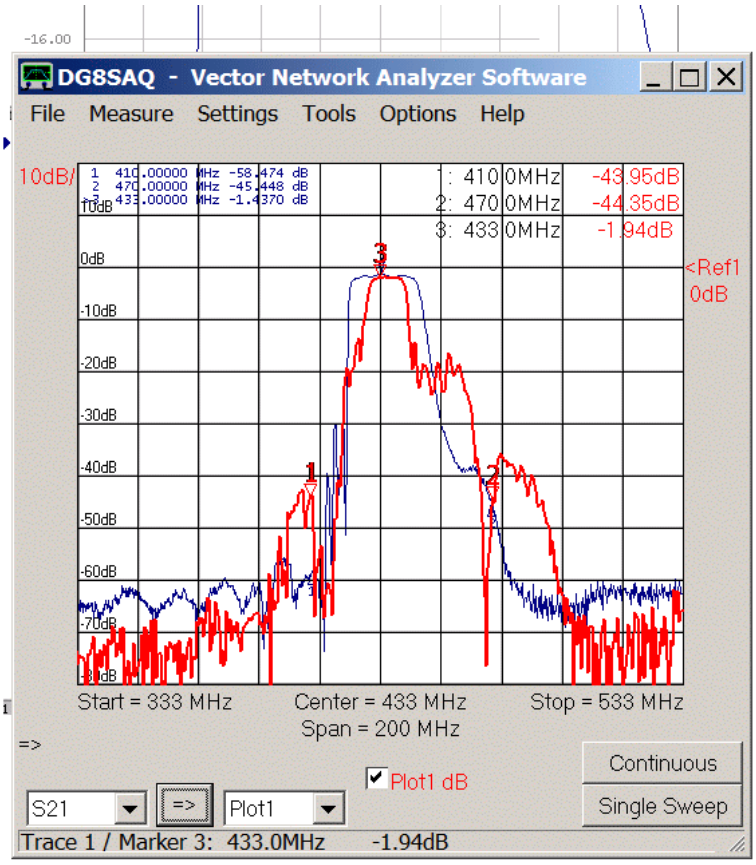
Ab der Softwareversion 36.5.5 wird der **Storage Screen**-Inhalt automatisch beim Herunterfahren gespeichert und nach einem Neustart wieder geladen. Außerdem wird der **Storage Screen** -Inhalt gespeichert und wieder geladen vom gespeicherten Instrumenten- Status. Darüber hinaus kann der **Storage Screen**-Inhalt vorübergehend gespeichert und wieder geladen werden, über das, oben sichtbare, **Storage Screen** Popup-Menü.

**Settings – Diagrams – Display – Transparent Screen**

Ab der Software Version 36.3.7.9 kann der Hintergrund des Main-Windows auf den Transparent Mode umgeschaltet werden




Dies ist nützlich, um schnell eine Messung oder eine Daten-Datei, transparent über ein Dokument oder Datenblatt, zu legen.
Schieben Sie einfach das transparente VNWA-Fenster über das Dokument, mit dem es verglichen werden soll und justieren Sie die VNWA-Skalen, so das sie mit dem Dokument übereinstimmen.

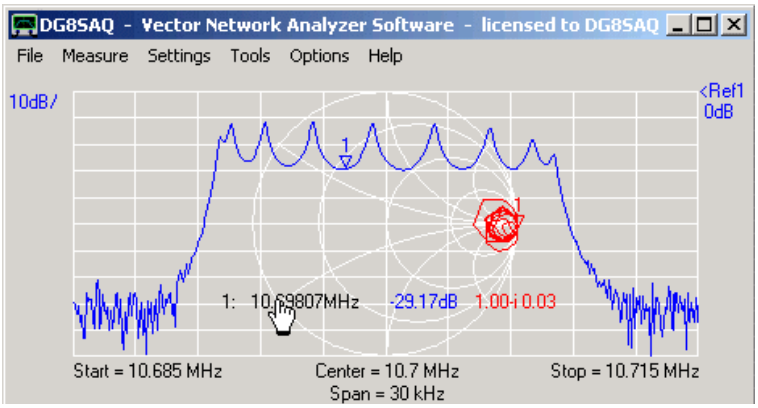


Oben ist das rote Trace und Labels VNWA-Daten, während das blaue Trace und Labels aus einem PDF-Dokument stammen, welches unter das VNWA-Fenster platziert wurde.

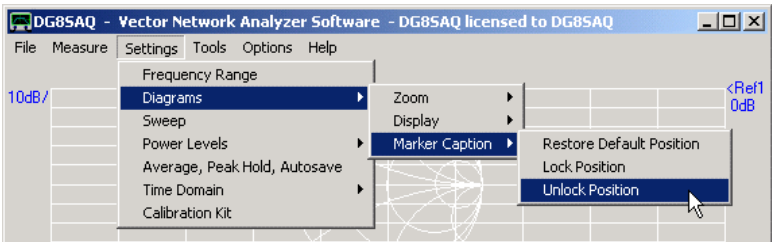
Hinweis: Die meisten Screen-Capture-Softwares, können halbtransparente Fenster nicht erfassen. Zwei Programme, die das können, sind das in Windows 7 integrierte Snipping Tool und die Freeware 7capture.

**Settings - Diagrams – Marker Captions**

**Anmerkung :** Die Marker-Zeichen können auf dem Hauptfenster bewegt werden, durch zeigen auf den Frequenzteil und ziehen der Markierung mit der Maus, indem Sie die linke Maus-Taste gedrückt halten.




Die **"Marker Caption"** Einstellungen erlauben, das Verhalten der Marker-Zeichen auf dem Hauptfenster zu kontrollieren.



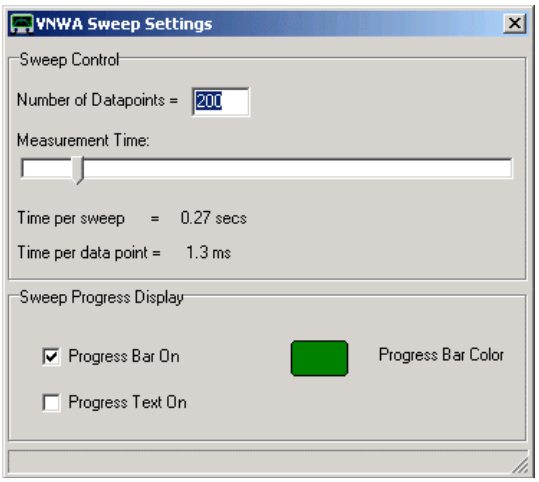

**restore default** = Platziere die Marker-Zeichen zur default-Position an der oberen linken Ecke Position und mache es beweglich.

**lock position** = Blockiert die Marker-Captions-Position so, dass sie nicht mit der Maus bewegt werden kann.

**unlock position** = Macht die Marker-Caption wieder beweglich durch die Maus, nach der „Positionsblockierung"

**Settings - Sweep (VNWA)**

Die **"Sweep-Settings"** erlauben, die **Number of measured Datapoints** sowie die **Measuring Time per Data point** an zu geben. Von diesen Werten wird eine beste Annahme-**Sweep-Time** berechnet, aber wie Windows häufig unvorhersehbare Dinge tut, ist gewöhnlich die Sweep-Zeit im LPT –Mode, ein bisschen länger. Die Vorhersage für dn USB-Mode ist genau.



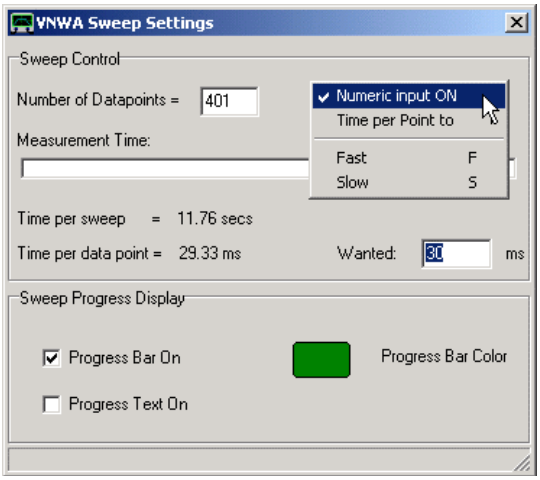

**Anmerkung :** Abgesehen vom schnellsten (<=1ms) Zeiteinstellungen, **werden 50 % der festgelegten Zeit reserviert für den DUT ,** sich auf die neue Frequenz einzustellen. Die restlichen 50 % werden für die Messung verwendet. In den **<=1ms Fälle**, die DUT Stabilisierungszeit wird im Setup-Fenster durch # von Presamples angegeben.

**Anmerkung :** Sweep-Rates unter 1 ms / Frequency Point sind nur im USB-Mode verfügbar.
**Anmerkung :** Der Sample-Rates-Schieber wird links bei der schnellstmöglichen Sweep-Rate blockieren. Wenn Sie einen schnelleren Sweep wollen, müssen Sie erhöhen die „**IF by decreasing the #samples per IF period“** und/oder erhöhen die **Sample Rate**.

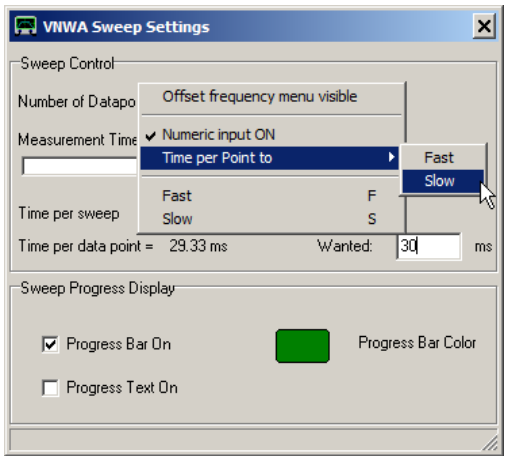
Zwei Arten von **Sweep-Progress Indicators** können ein- oder ausgeschaltet werden, nämlich einer grafischen **Progress-Bar**, die an Unterkante des **Main Window VNWA Grid** erscheint und eines **Progess Text** erscheint in der Statuszeile ganz unten im VNWA Main Window.

**Advanced speed control:**

Rechtsklick auf das Sweep Control Panel erlaubt es, ein numerisches Eingabefeld für die Zeit pro Datenpunkt zu aktivieren:

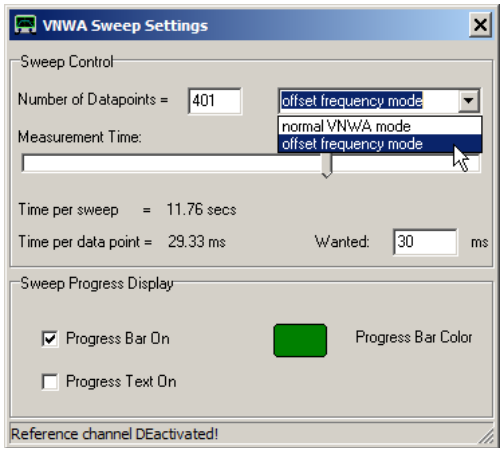



Im obigen Beispiel wurde 30 ms in das "Wanted" Datenfeld eingegeben. Die Software wählt den nächsten möglichen Wert, in obigen Fall 29.33ms.
Auf die gleiche Weise können zwei Standardgeschwindigkeitswerte als "Fast" oder "Slow" Geschwindigkeiten definiert werden:




Die Auswahl von "Time per Point to> Fast / Slow" wird die aktuell ausgewählte Time per Point zu einer schnellen / langsamen Speicherung kopieren, aus die es wiederhergestellt werden kann, wenn "Fast" oder "Slow" via oberes Menü oder mit Hilfe der Tastenkombinationen F oderS.
Dies ist nützlich für schnellen Wechsel zwischen zwei vordefinierten Messgeschwindigkeiten.

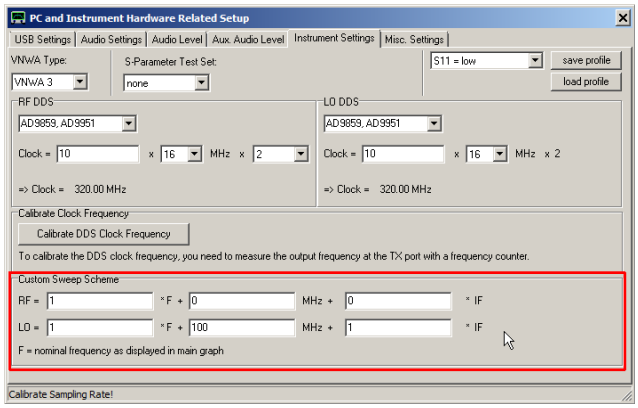
Das Rechtsklick-Menü ermöglicht es auch, das Offset-Frequenz-Menü zu aktivieren:




Im normalen VNWA-Modus folgt die TX-Ausgangsfrequenz immer der RX-Frequenz, so dass der RX immer das TX-Signal sieht, wenn eine Verbindung zwischen TX und RX besteht.

Im Offsetfrequenzmodus können die Sende- und Empfangsfrequenzen einen Frequenzversatz zueinander aufweisen.

Der Frequenzoffset wird im VNWA-Hauptmenü Optionen - Setup - Misc. Settings definiert

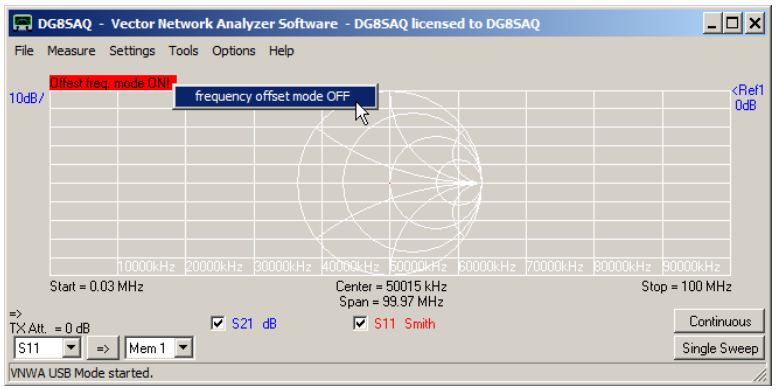



Im obigen Beispiel folgt der RD-Oszillator, der dem TX-Port zugeführt wird, die angezeigte Frequenz. Der lokale Oszillator (LO) des Empfängers wird um die Zwischenfrequenz (IF) + 100 MHz versetzt.

Diese Funktion ist besonders nützlich für die Durchführung von Kompressionsmessungen an Mischern mit dem VNWA Power Sweep-Dienstprogramm.

Beachten Sie, dass der DUT-Mischer ein LO-Signal von 100 MHz benötigt, das mit dem VNWA-Takt synchronisiert ist. Es ist am einfachsten, sowohl den externen Mischer LO als auch den VNWA-Takt von einem externen Multi-Synthesizer abzuleiten.
Ein VNWA3EC mit externem Takteingang ist für solche Messungen zwingend erforderlich.
Beachten Sie, dass die Normalisierung mit dem Referenzsignal im Offset-Modus ausgeschaltet ist, da kein internes Referenzsignal erzeugt werden kann, da sich RF und LO nicht mehr in die ZF-Bandbreite des Instruments mischen.

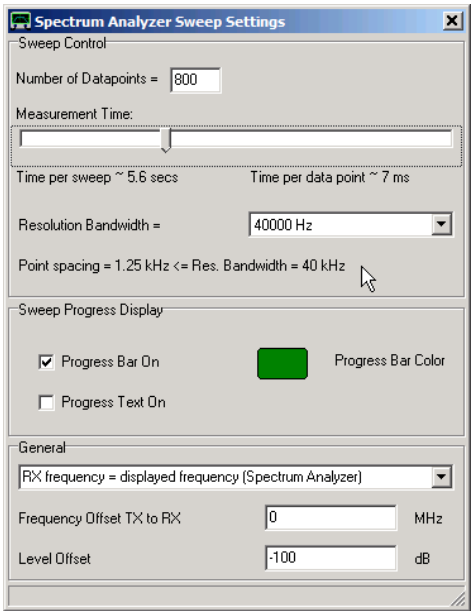
Der Offset-Modus wird im VNWA-Hauptfenster durch eine rote Offset-Modus-Beschriftung angezeigt:




Der Offset-Modus kann deaktiviert werden durch:
- Klicken mit der rechten Maustaste auf das rote Offset-Modus-Label (siehe oben)
- oder in Sweep-Einstellungen über das Offset-Modus-Menü.

**Settings - Sweep ( Spectrum Analyser – SA)**

Im **SA-Mode (=SpeKtrumanalysator-Modus)** erlauben die **"Sweep-Settings"**, verschiedene Einstellungen anzugeben.




**1. Die Anzahl von Measured Data Points.**
**Warnung:** Beachten Sie, dass im SA-Mode (es sei denn, benutzt mit dem Tracking- Generators) der **Frequency-Point-Spacing kleiner sein muss, als die Resolution Bandwidth**! Wenn dem nicht gefolgt wird, wird das Spektrum verloren gehen, z.B. könnte es geisterhafte Linien geben oder Sie werden nichts sehen. Wenn die Einstellungen unpassend sind, wird der **Status-Text** (links vom Maus-Pfeils im oben genannten Bild-schirmausdruck) rot erscheinen.

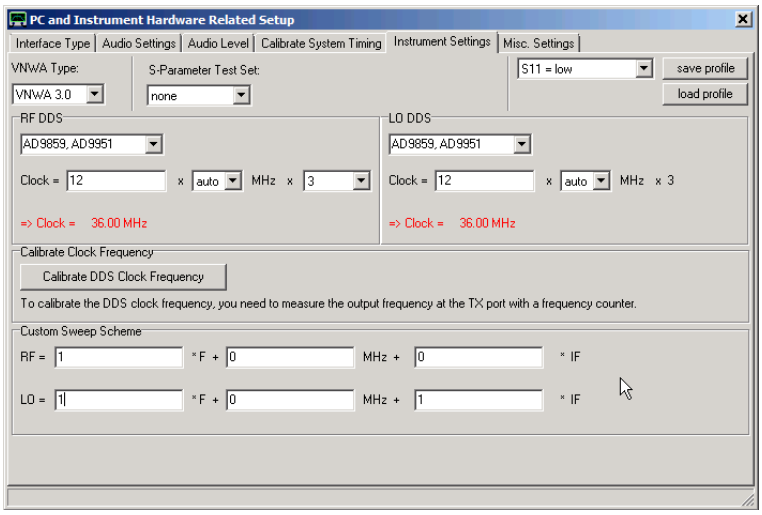
**2. The Measurement Time per Datapoint**: Von diesen Werten wird die bestmögliche **Sweep-Time** berechnet, aber weil Windows häufig unvorhersehbare Sachen macht, ist gewöhnlich die **Sweep-Time** im LPT -Mode ein bisschen länger. Die Vorhersage für den USB -Mode ist genau.
Beachten Sie, dass die minimale **Sweep-Time** von der **Resolution Bandwith** abhängt. Der Schieber wird am erlaubten Minimum der **Measurement Time** stehen bleiben.
Beachten Sie, dass **Measurement-Times** unter 1 ms / **Frequency-Point** ist nur im USB-Mode verfügbar.

**3. The Resolution Bandwidth.**
**Warnung:** Wenn die **Resolution Bandwidth** kleiner ist als das **Frequency Point Spacing**, dann wird der Status-Text unter dem Zugangsfeld rot (siehe 1.).
Beachten Sie, dass das Ändern der **Resolution Bandwidth**, zu kleineren Werten, die **Measurement Time Setting**, wenn notwendig, automatisch vergrößern könnte.

**4.** Zwei Arten von **Sweep-Progress Iindikators** können ein- und ausgeschaltet werden, nämlich eine **Graphial-Progress-Bar**, die in der Unterkante des **Main-VNWA-Window-Grid** erscheint und eines **Progress-Text**, der in der Statuszeile, ganz unter dem VNWA-Main-Window erscheint.

**5.** Eine **Frequency Axis Option:** Drei Optionen sind verfügbar:

a) **RX Frequency = angezeigte Frequenz (Spektrum-Analysator)**
Diese Option wird die **Main-Window-Frequency Axis** auf die erhalten Frequenz des RX setzen, so dass spektrale Linien richtig zentriert zu ihrer Zentral-Frequenz angezeigt werden. Beachten Sie, dass die TX Frequenz durch den **VNWA IF** in diesem Fall ausgeglichen wird.
b) **TX Frequency = angezeigte Frequenz (Tracking Generator)**
Diese Option wird die **Main Window Frequency Axis** setzen auf die **Transmit Frequency** des TX, so das im **Tracking Generator Mode,** die gemessene Frequenzantwort richtig angezeigt wird. Beachten Sie, dass die RX Frequenz, in diesem Fall, durch den **VNWA IF** ausgeglichen wird.
c) **Custum Frequency Scheme (siehe Setup - Instrument-Settings)**, Diese Option erlaubt dem Benutzer, die Frequenzachse customize (benutzerdefiniert) anzufertigen, um z.B. für **external Frequency Converters** oder **Frequency Multipliers** verantwortlich zu sein. Die Anpassung wird angegeben in dem **"custom sweep scheme"** Input-Feld in dem "Setup" - "Instrument-Setting":




RF zeigt die Frequenz des RF DDS an.
LO zeigt die Frequenz des LO DDS an.
F zeigt die Frequenzachse an.
IF zeigt die RX Zwischenfrequenz an.

Das oben genannte Beispiel zeigt eine Situation, wo die TX Frequenz (=RF) angezeigt wird und die LO des RX ausgeglichen wird durch **IF** über dem TX.

Beachten Sie, dass das oben gezeigte "**Custom Sweep Scheme**" Input-Feld (neben dem Maus-Zeiger) nur sichtbar ist, wenn Option c) (Custom Frequency Scheme) aktiviert wird.

**6. A frequency offset,** um das TX Signal zu verstimmen (verschieben) durch den spezifizieren Offset der RX Frequenz. Die angezeigte Frequenz-Achse zeigt die RX Frequenz an. Angenommen, die Achse zeigt einen Frequenzbereich von 1 bis. 10 MHz an und das angegebene Offset ist 10 MHz. Dann überstreicht der TX wie ein **Trecking-Generator** den Bereich von 11... 20 MHz. Diese Eigenschaft ist nützlich, um Transferfunktionen zu messen, von **Konvertern und Mixern**, die einen zusätzlichen externen Local-Oszillator verwenden. Beachten Sie, dass die Frequenz des externen **-LO** muss gleich sein, mit dem ausgewählten Frequenz-Offset, innerhalb der Resolution Bandwidth (Auflösungsbandbreite). Beachten Sie, das zur Zeit keine Kalibrierung durchgeführt werden kann, wenn der Offset nicht Null ist. Für das **Zero Offset** ist eine reguläre „Thru-Kalibrierung“ möglich, aber dann sollten Sie eher den VNWA Mode, **measure transmissions** verwenden.

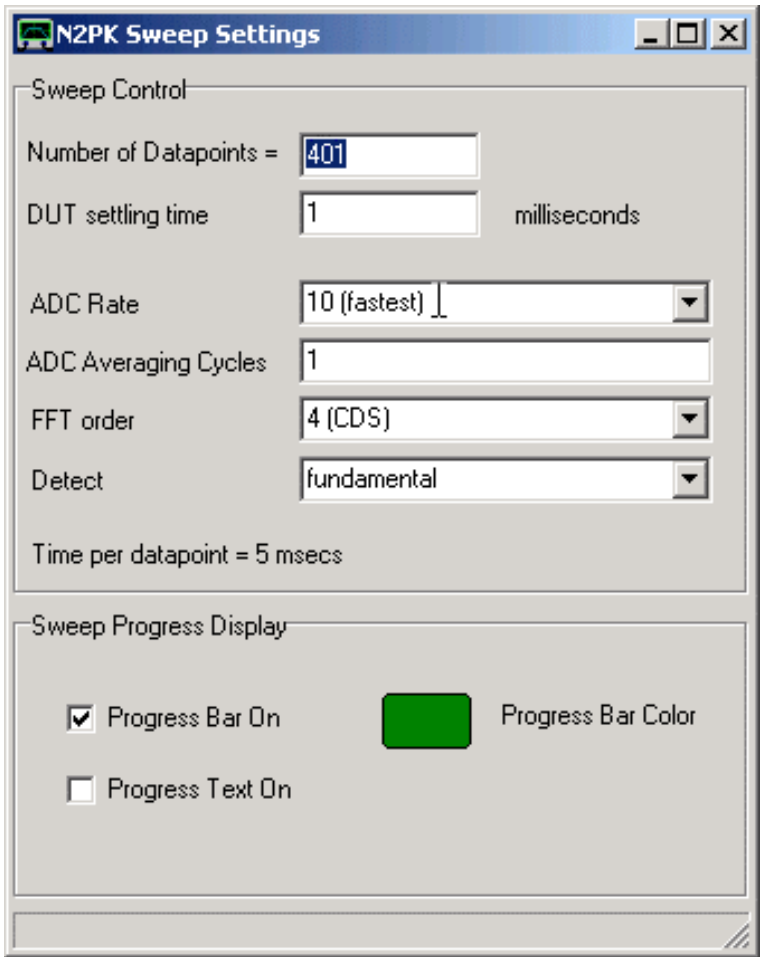
**7. A level offset**, um die angezeigten Amplituden-Levels anzupassen, z.B. in dBm an zu zeigen. Der Offset-Level muss an einem externen Oszillator angeschlossen sein, mit dem bekannten Output-Level, weil es von der Soundkarte-Empfindlichkeit abhängt.

**Setings - Sweep (N2PK-VNA)**

Die **"sweep-settings"** erlauben die Spezifizierung der **Number of Measured Data Points** sowie das **Measurement- Timing**.

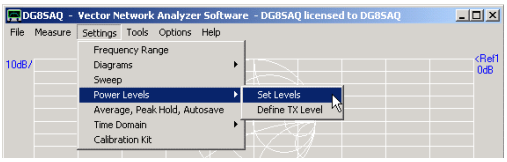
Außerdem wird der **Analysis Mode** (normal, CDS, höhere Ordnung FFT und harmonische Detektion) hier spezifiziert. Von diesen Werten wird die T**ime per Datapoint** und die **Sweep-Time** berechnet und angezeigt.

Schließlich können zwei Arten von **Progress Iindicators** ein- oder ausgeschaltet werden, nämlich eine **graphical Progress Bar**, die an der Unterkante des VNWA Main-Window Grid erscheint und ein Fortschrittstext erscheint, ganz unten in der Statuszeile des VNWA Hauptfensters.



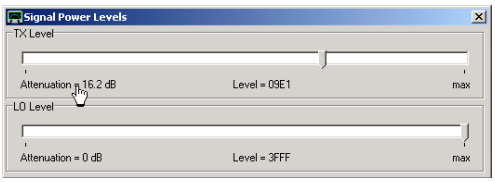
## Settings - Power Levels

Dieser Menüpunkt erlaubt**,** die **VNWA Oscillators` Signal Levels** zu kontrollieren. Für Firmwares v4.15 (VNWA2) und v5.10 (VNWA3) ist diese Funktionalität obligatorisch.
Der Menü Punkt ist nur sichtbar, wenn die Software / Firmware Kombination diesen **Level Control** unterstützt.



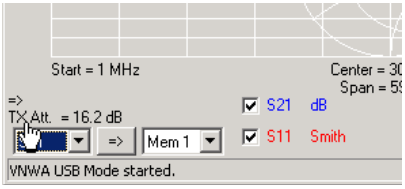

### Set Levels command

Durch das Aufrufen des Befehls "Set Levels", wird das Fenster "Signal Power Levels" geöffnet.
Auf diesem Menü Punkt kann auch durch die Schnelltaste "L" oder über das **Main Window Level Label Context Menu** zugegriffen werden.

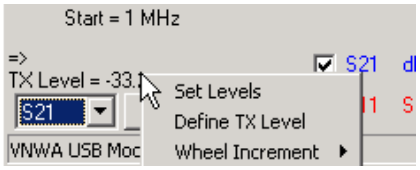



Die TX und LO Levels können mit den Schiebereglern geändert werden. Beachten Sie, dass der LO- Level normalerweise auf das Maximum gesetzt werden sollte, wie oben angezeigt.
Das linke Dämpfungslabel unter dem Schieberegler (siehe Maus-Zeiger oben), zeigt den Dämpfungswert (oder absoluten Level, wenn ausgewählt, siehe unten). Beachten Sie, dass das Level, auch in sehr feinen Schritten mit dem Maus-Rad eingestellt werden kann, wenn der Maus-Zeiger über dieses Label gehalten wird. Beachten Sie das "Level"-Label ändert sich in Einheitsschritten, wenn das Maus-Rad gedreht wird.
Das "Level"-Label zeigt die DDS-Amplitude in Hexadezimaldarstellung an. Beachten Sie, dass Sie, die Levels scrollen können, über den Schieberegler zugänglichen Werten. Ich habe gefunden, dass die Levels stark von den theoretischen Werten abweichen, für Dämpfungen höher als 50 dB und deshalb habe ich den hohen Dämpfungsbereich, vom Schieberegler zugänglichen, ausgeschlossen.

Der TX Level-Dämpfungswert (oder der absoluter Pegel, wenn ausgewählt, siehe unten) wird auch im Main Window Level Label angezeigt:



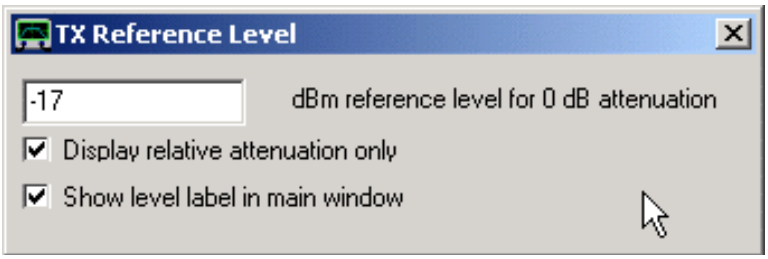

Beachten Sie , dass Sie auch das TX Level kontrollieren können, indem Sie den Maus-Zeiger über dieses Label halten und das Maus-Rad scrollen. Das Doppelklicken auf dieses Label, wird das "Signal Power Levels"-Fenster anrufen.
Das Label rechts anklickend, öffnet das **Level Context Menu**:



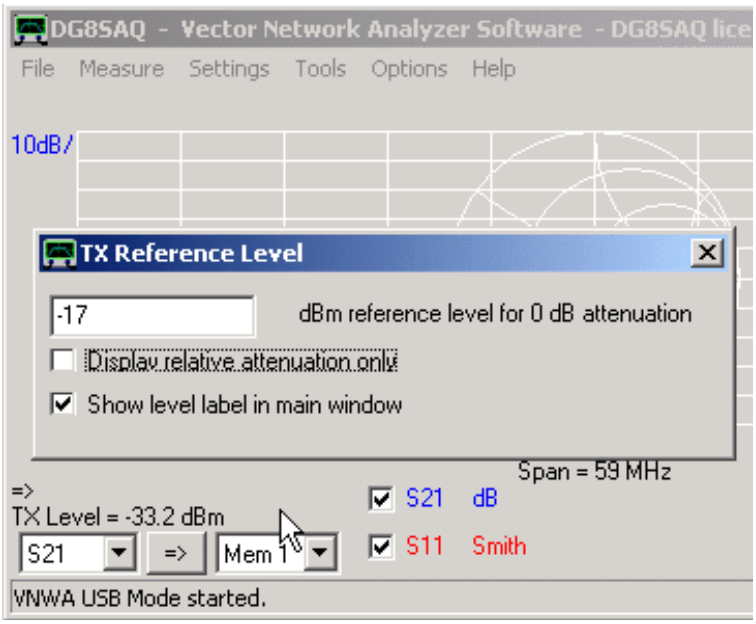

Von hier können Sie auch den Befehl "Set Levels" anrufen.
Außerdem können Sie die gewünschte Maus-Radgeschwindigkeit auf dem **Main Window Power Label** einstellen.

### Define TX level commend

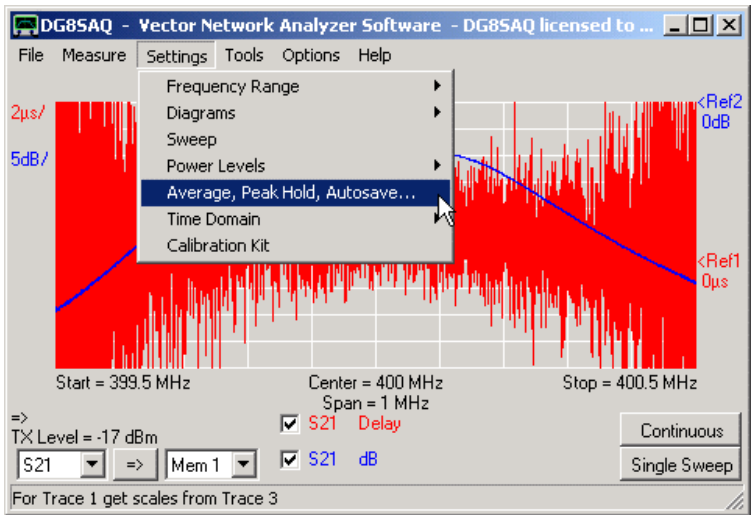
Das Aufrufen des "Define TX Level" Befehls aus dem **Context Menu** oder vom **Main Menu** , öffnet das „TX Reference Level " Fenster:




Wenn Sie ein absolutes TX Reference Level für 0-dB-Dämpfung und **UN**-check "Display relative attenuation only" spezifizieren, dann wird das **Main Window Power Label,** den absoluten TX Level anzeigen, statt eines Dämpfungswerts, wie im Screenshot unten angezeigt. Beachten Sie, dass das **Main Window Power Label**, unten, auch völlig ausgeschaltet werden kann, durch abwählen von "Show Level Label in Main Window".



**Settings - Avarage, Peak, Hold, Autosave**




"Average, Peak Hold, Autosave..." erlauben Einstellungen von

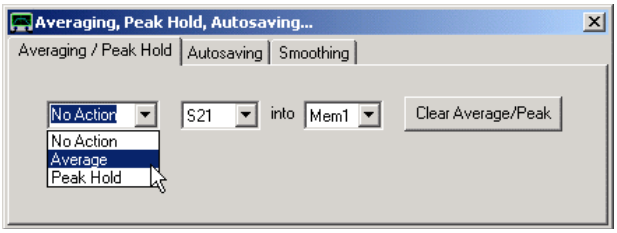
**- average measurement results** über jede Anzahl von Sweeps

- bestimmen Sie das Maximum  jeder Anzahl von Sweeps, an jedem Frequenzpunkt und zeigen Sie es an (**Peak Hold**)
- **Autosave Sweep Data** , automatischen Speicherns nach einem Sweep zu jedem Memory Space

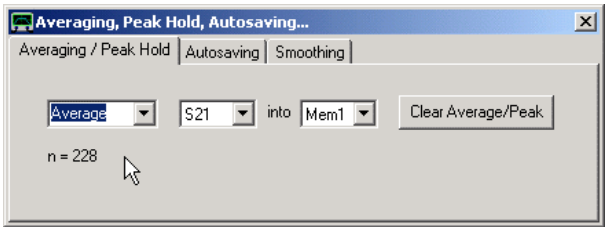
- **smooth noisy data** , glätten Sie rauschende Daten, durch Mittelwertbildung über benachbarte Frequenzpunkte.

**Settings – Avarage, Peak, Hold, Autosave…- Averaging/Peak Hold**

**Averaging** und **Peak Hold** kann mit der linken **Dropdown Menu Box** aktiviert werden:

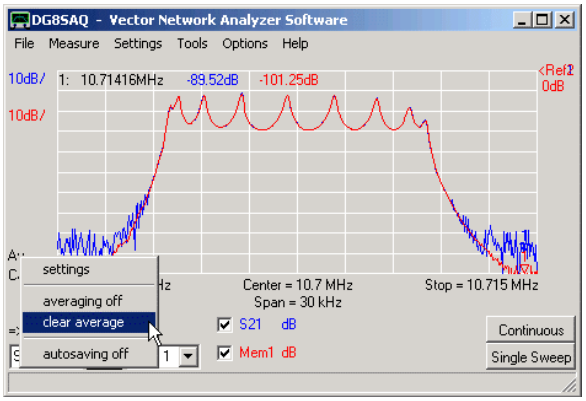



## Averaging




Im oben genannten Beispiel sammelt Mem1 den Durchschnitt des Konsekutiv S21-Sweeps an. n = 228 heißt, das bereits 228 Sweeps bis jetzt gemittelt worden sind. Diese Anzahl wird zur Null gesetzt, indem der Button "Clear Average" gedrückt wird. Zur dieselbe Zeit wird der **Averaging Memory Space** (Mem1 im oben genannten Beispiel) gelöscht, d. h. auf Null gesetzt.

Die Wirkung der Mittelwertbildung kann im folgenden Image gesehen werden:



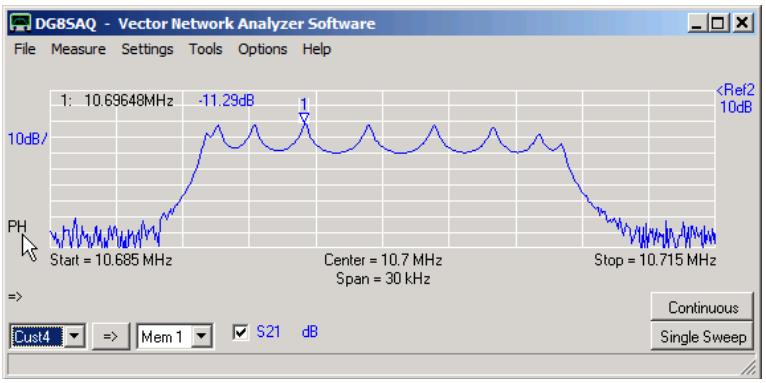

Mittelwertbildung reduziert effektiv das Rauschen. Die gemittelte rote Spur rauscht viel weniger als die einzelne blaue Sweep Spur.

**Anmerkung :** Sie können auch auf einige **Averaging Functions** zugreifen, indem Sie das **"Av"-**Label auf dem Main Window rechts anklicken (teilweise verborgen durch die obere linke Ecke des Popup-Menüs im oben gezeigten Screenshot).
**Anmerkung :** Das **Averaging Label** ist nur sichtbar, wenn die **Averaging Function** aktiviert wird.

**Anmerkung :** Das Halten des Maus-Zeigers über das **Averaging Label** wird einen Popup-Text mit der gegenwärtigen Mittelwert- Anzahl anrufen.

## Peak Hold

Die Peak-Hold-Function vergleicht nach jedem Sweep für jede Frequenz die größte Amplitude des vergangenen Sweep mit dem gespeicherten Sweep und speichert diesen maximalen Wert von den zwei. So im Laufe der Zeit und des KonsekutivSweeps, an jedem Frequenzpunkt, wird der größte jemals gemessene Amplitude aufsummiert. Diese Funktion ist bei Spektrum-Analysatoren gut bekannt. Es kann auch nützlich sein, um Filter abzustimmen. **Trace Selection** und **Reset Functionality** sind die gleichen wie bei **Averaging**. Wenn die **Peak hold Function** aktiviert wird, wird dieses im PH-label des Main Windows angezeigt.




**Anmerkung :** Sie können auch auf die **Peak Hold Function** zugreifen, durch Rechts-Klicken auf das "**PH-label**" in dem **Main Window** (siehe oben).

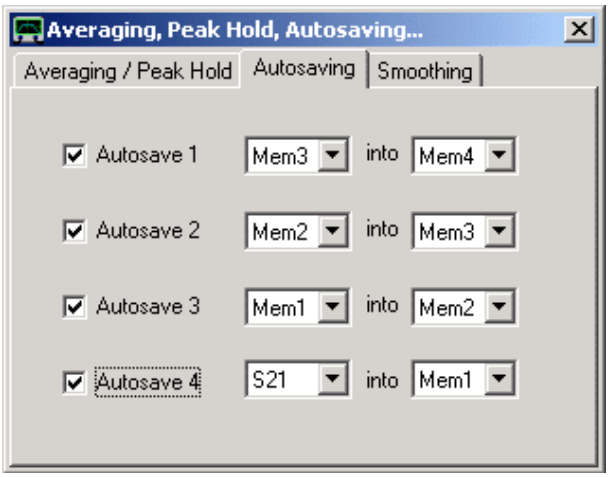
**Anmerkung :** Das PH-label ist nur sichtbar, wenn die **Peak Hold Function** aktiviert wird.

**Anmerkung :** Durch Halten des Maus-Zeigers über das PH-label, wird ein Popup-Text aufgerufen mit der current Sweep Number n .

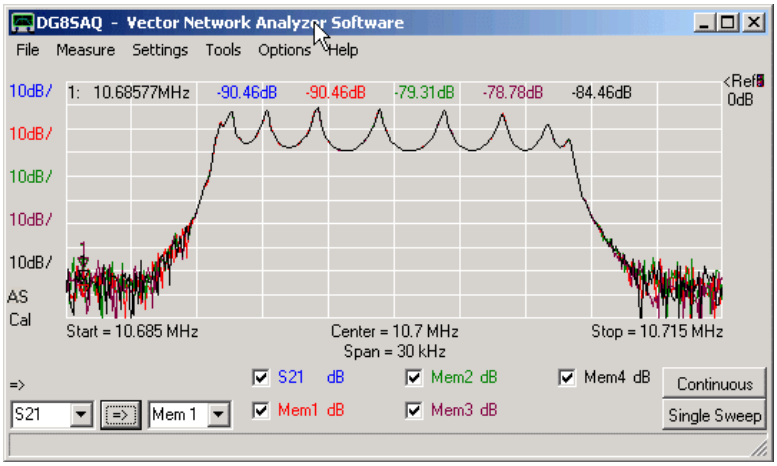
**Settings – Avarage, Peak, Hold, Autosave…- Autosaving**

## Autosaving

Autosaving bedeutet eine automatische Datenspeicherung am Ende jedes Sweeps zu einem anderen Memory-Space .




Die Wirkung der oben genannten Einstellungen ist, dass die letzten vier Sweeps automatisch angezeigt und nach jedem Sweep aktualisiert werden:




Diese Eigenschaft ist nützlich beim Geräte abstimmen, wo es vorteilhaft ist, die Änderungen vom Sweep zu Sweep zu sehen.
Die aktivierte "Autosaving"-Funktion, wird durch das AS-label auf der linken Seite des Main Windows angezeigt (siehe oben).
**Anmerkung :** Sie können auch auf einige Autosaving-Functionen zugreifen, durch **Rechtsklicken** auf das "AS Label" auf dem Main Window. (siehe oben).

**Anmerkung** , Das AS-Label ist nur sichtbar, wenn die Autosaving Function aktiviert ist.

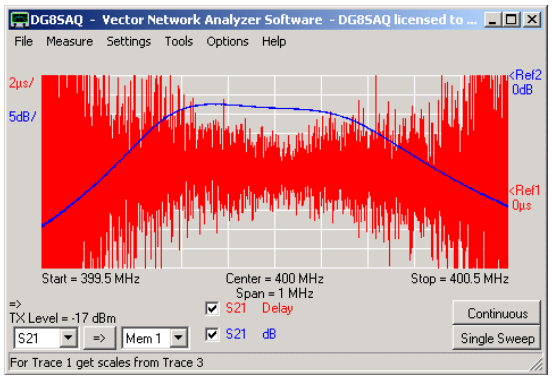
## Settings – Avarage, Peak, Hold, Autosave…- Smoothing

### Smoothing

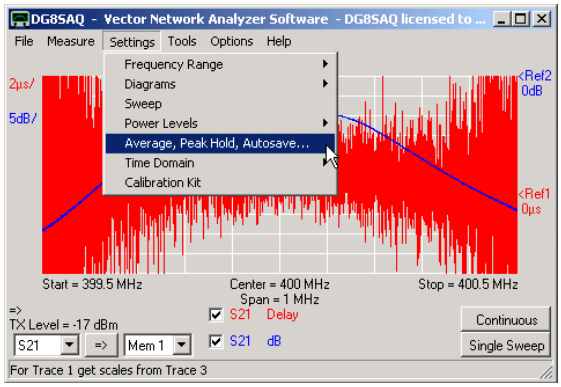
Smoothing bedeutet, Daten über mehrere benachbarte Frequency Points zu mitteln.
Dieses kann zur Rauschminderung verwendet werden, aber es muss Vorsorge getroffen werden, um nicht echte Eigenschaften der Daten zu vernichten.

Beispiel:

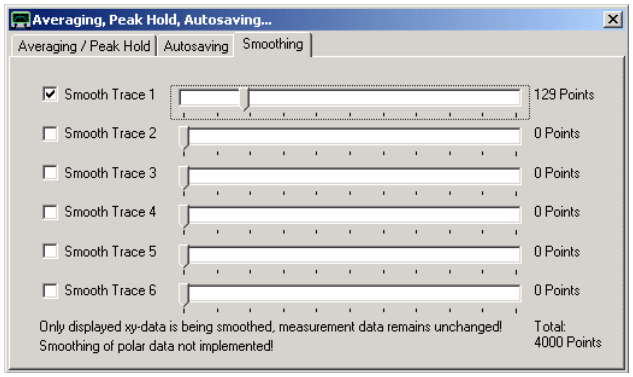
Unten ist eine S21-Messung eines Bandpassfilters gezeigt, mit der **Attenuation (blau)** und **Group Delay time (rot)** und die damit verbundenen 4000 Frequenzpunkte. Der Rauschpegel wurde durch einen Abschwächer (welcher heraus kalibriert wurde), vor dem RX-Port, künstlich vergrößert. Während die Amplituden-Daten ziemlich glatt sind, sind die Group-Delay-Daten ist sehr verrauscht, hervorgerufen durch numerische Diffenenzierung der ursprünglichen Messdaten. Je höher die Anzahl von Punkten, desto größer wird das numerische das Rauschen in diesem Differenzierungsprozess sein.



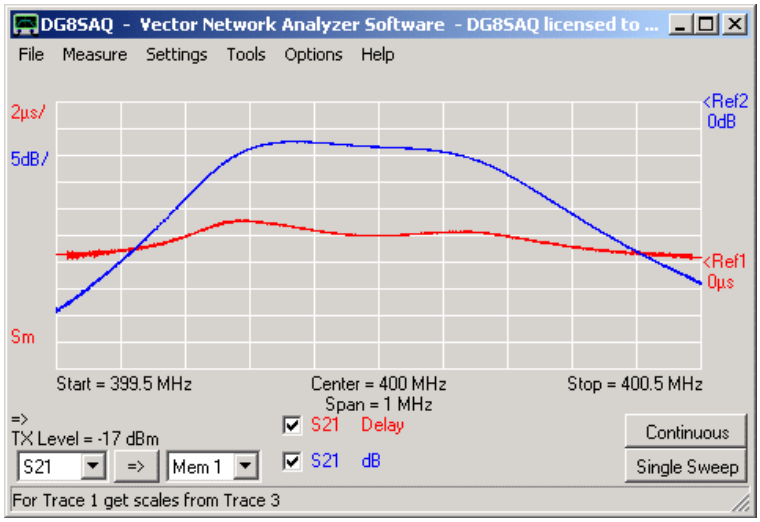

Da die **Group Delay** eines solchen Filters eine relativ glatte Funktion hat und es eine riesengroße Anzahl von Punkten in dieser Messung gibt, für das Glätten, kann die aktuelle Group Delay erhalten werden, durch aufrufen der Smoothing Functionality:




Wählen Sie die Trace aus, die zu glätten ist, in diesem Fall Trace1 (=rote Spur). Der entsprechende Schieberegler reguliert die **Averaging Width**, d. h. wie viele F**requency Point**s verwendet werden, um den A**verage** zu berechnen.



Bewegen Sie den Schieberegler und beobachten Sie, wie sich die Spuren ändern:



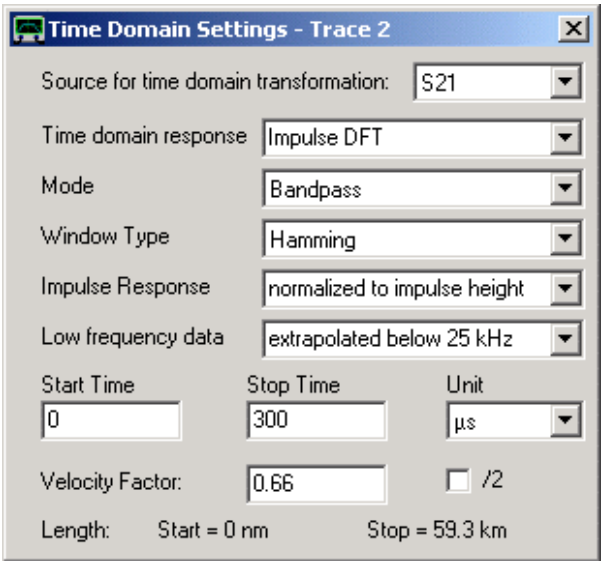

Smoothing konnte das Rauschen von dem **Group Delay** effizient entfernen.

**Anmerkung :** Wenn Smoothing aktiviert ist, wird ein rotes **Sm-**Label am untersten linken Rand des Main Windows gezeigt. **Rechts-Klick** oder **Doppel-Klick** auf dieses Label, um auf etwas zuzugreifen, von der **Smoothing-Functionality**.

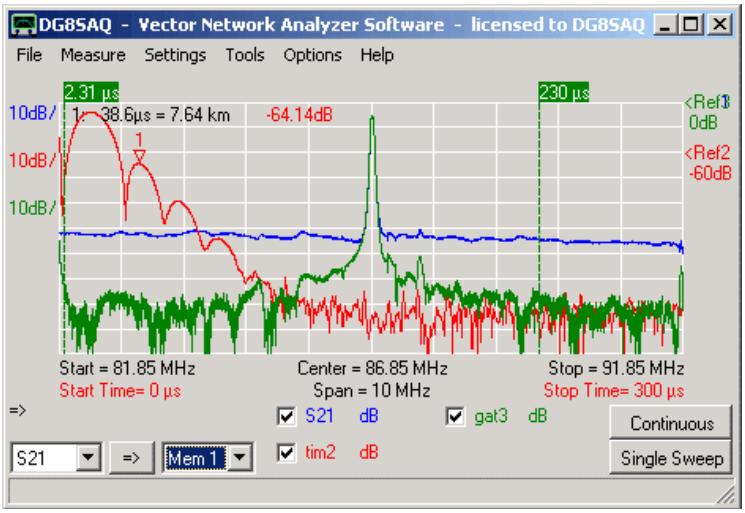
**Anmerkung :** Die geraden Stummel an beiden Enden der roten geglätteten Spur oben, zeigen die **Smoothing Width** an. Frequenz Punkte, die zu nahe an den Bereichsrändern liegen, können deshalb nicht geglättet werden, weil jene Punkte, auf denselben Wert gesetzt werden, wie der nächste gemittelte Punkt, der die geraden Stummel produziert.

**Settings – Time Domain**

Die "**Time Domain Settings**" erlauben Anzeige und Analyse-Kontrolle von **Time Domain Data**.




Mit den oben genannten Einstellungen, wird nach jedem Sweep eine inverse discrete Fourier-Transformation (DFT) von den S21-Daten berechnet und angezeigt in einem **Time Range** von 0... 300 µs, wenn der Trace-Typ "**Time**" aktiviert ist (siehe unten, rote Spur 2). Die Frequenzdaten werden gewichtet mit einer **Hamming Window Function,** vor der Berechnung der Fourier Transformation, im oben genannten Beispiel.




**Time Markers** zeigen Zeit, Entfernung und Level an. Die Entfernung wird aus der Zeit mit der Vakuumgeschwindigkeit des Lichtes berechnet und einem Verkürzungsfaktor. Das ist nützlich, um Längen von koaxialen Kabeln zu bestimmen. Die /2 Checkbox ermöglicht, die richtigen Längen aus Reflektions-Messungen zu bekommen, wobei das Signal das Kabel zweimal durchläuft (vorwärts und rückwärts).

**Hinweis:** Sie können auf die **Time-Domain-Settings** zugreifen, durch **Doppelt-Klicken** auf das **rote Start- und Stop** Label oder die „**Time**“ oder „**Gate**“ Label im Main Window.

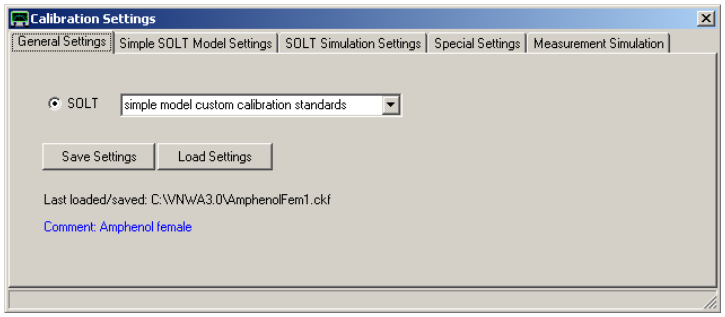
**Hinweis:** Sie können **Frequency** und **Time Marker** getrennt hinzufügen.

**Hinweis:** Außer dem **Impuls-Response** kann auch die **Step Response** eines DUT wahlweise mit der **"Time Domain Response"** im Dropdown Menü angezeigt werden. Das ist nützlich, um **Transmission Line Impedances** und **Impedance Variations** zu bestimmen.

Für eine Einweisung zu **Time Domain Measurements** und praktische Beispiele siehe hier.

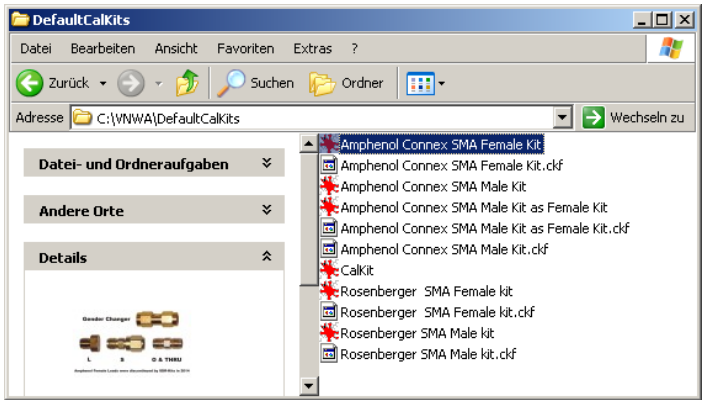
## Settings – Calibration Kit

Mit den Einstellungen des Kalibrierungskits können Sie die Parameter des Benutzerkalibrierungskits (Physical Open, Short, Load, Thru Standards) festlegen, die zur Kalibrierung des VNWA verwendet werden. Die Software muss die elektrischen Eigenschaften der Kalibrierungsstandards kennen, um Messfehler zu kompensieren, z.B. aufgrund von Testkabeln, mit Hilfe von Kalibrierungsmessungen.

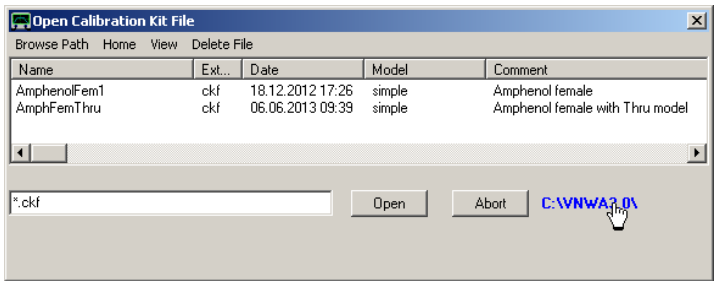



Einzelheiten zu den Kalibrierungskit-Modellen und den entsprechenden Einstellungen finden Sie auf der Seite "Calibration Standard Setup". Eine einfache Methode zum Abrufen von Modellparametern eines Unbekannten finden Sie auf Seite "Extracting calibration kit parameters" Kalibrierungskit.

Ab der Softwareversion 36.7 installiert das VNWA-Installationsprogramm auch eine Reihe von Standard-Kalibrierungskit-Modelldateien, die von Kurt Poulsen OZ7OU entsprechend den von SDR-Kits gelieferten Kalibrierungskits vorbereitet wurden:



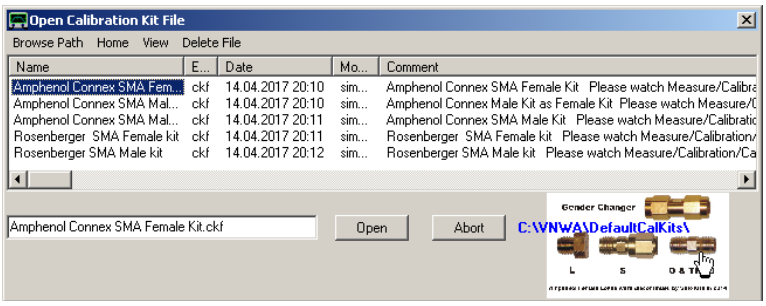

Diese Modelldateien (* .ckf) und entsprechende beschreibende Bilddateien (* .jpg, optional) können über die Schaltfläche "Load Settings" in die VNWA-Software geladen werden.
Wenn Sie auf "Load Settings" klicken, öffnet sich der Dateimanager des Calibration Kit und zeigt alle verfügbaren Cal Kit-Dateien mit ihren Eigenschaften an:



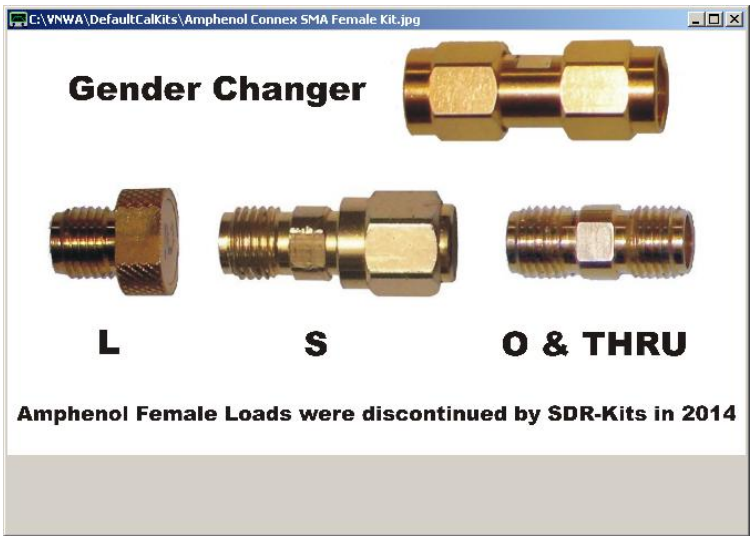

**Anmerkung :** Sie können auch den Pfad durchsuchen, durch klicken auf den blauen Pfad-Label unten rechts.

Um nach den Standard-Kalibrierungskit-Dateien zu suchen, suchen Sie nach dem VNWA-Installationsordner (normalerweise c: \ VNWA \) und wählen Sie den Unterordner. \ DefaultCalKits darin.

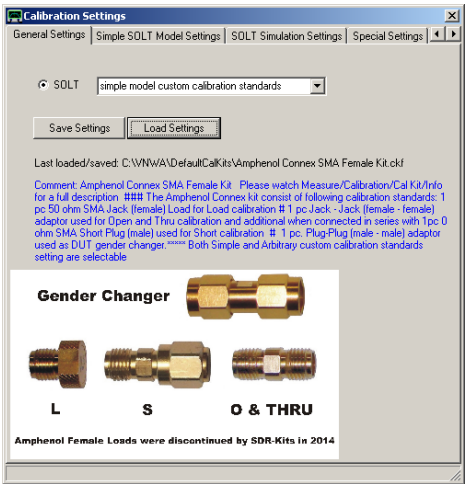
Wenn Sie eines der Modelle durch Anklicken markieren, wird das entsprechende Bild auf dem Bildschirm unten rechts angezeigt:




Das beschreibende Bild kann durch Doppelklick vergrößert werden:

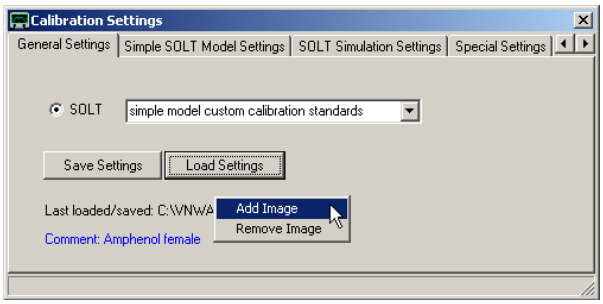



Ein Kalibrierungskit kann aus dem Dateimanager des Kalibrierungskits geladen werden, indem Sie auf den entsprechenden Dateinamen in der Liste doppelklicken oder indem Sie die Datei auswählen und die Schaltfläche Öffnen oder die Eingabetaste drücken.
Wenn eine Kalibrierungskit-Modelldatei ein beschreibendes Bild enthält, wird es nach dem Laden zusammen mit dem Modellkommentar im Einstellungsmenü des Kalibrierungskits angezeigt:




Tipp: Möglicherweise müssen Sie die Fenstergröße erhöhen, um das Bild zu sehen.

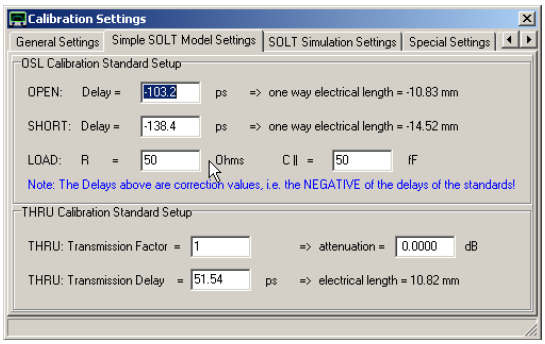
Sie können das Bild entfernen oder ein anderes laden, indem Sie mit der rechten Maustaste auf den Fensterbereich klicken:




Beim Hinzufügen eines Bildes wird dringend empfohlen, die Modelldaten zusammen mit dem gerade hinzugefügten Bild über die Schaltfläche **Save Settings** zu speichern.
Das Bild wird unter dem gleichen Namen mit der Erweiterung .jpg als Modelldaten für das spätere automatische Laden gespeichert.
WICHTIG: Wenn Sie Standard-Cal-Kit-Modelle verwenden, stellen Sie sicher, dass Sie den Loadwiderstand auf den exakten Wert ändern…

laden Sie das Standardmodell und speichern Sie das geänderte Modell in einem anderen Verzeichnis als dem. \ DefaultCalKits-Ordner, da letzterer bei jedem von Ihnen installierten Softwareupdate überschrieben wird!

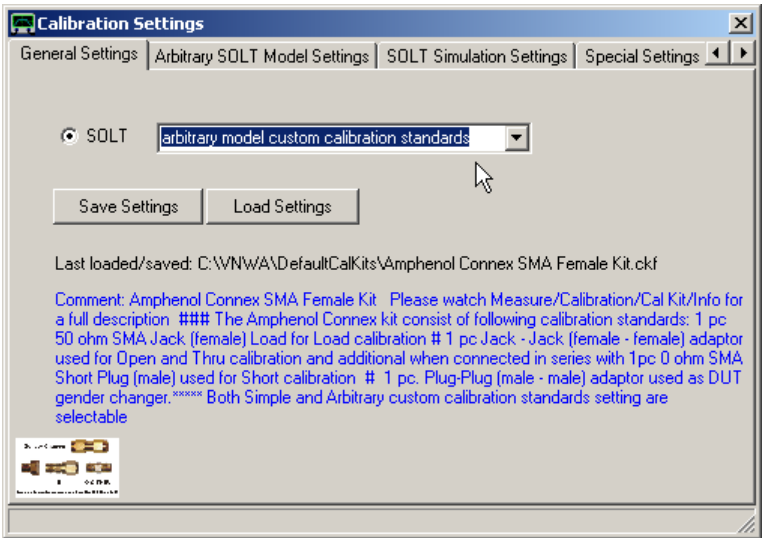
Im Folgenden wird einer der Standard-Cal-Kit-Datensätze angezeigt:



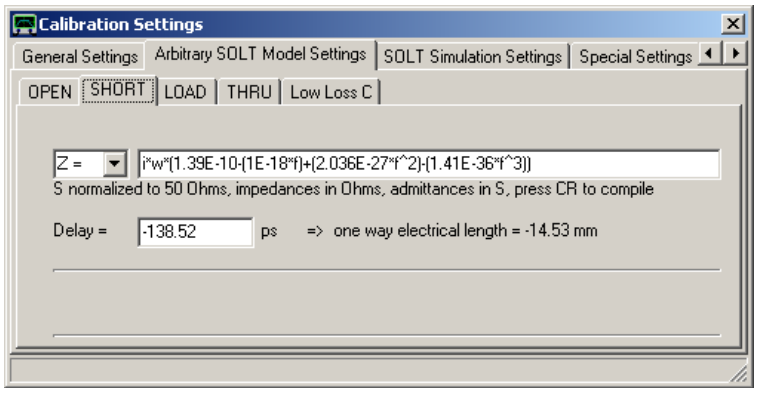

Hinweis: Der obige Standarddatensatz zeigt immer noch den idealen Load-Widerstand von 50 Ohm. Sie müssen diesen auf den genauen Wert Ihres Loads ändern.

Hinweis: OSL-Delays sind zweifachen Delays. Die Längen werden aus der Hälfte der Delays mit dem Geschwindigkeitsfaktor berechnet, der auf der Registerkarte Spezialeinstellungen angegeben ist. Wenn der Kalibrierstandard länger ist als die Position der gewünschten Kalibrierungsebene angibt, ist ein negatives Delay einzugeben.

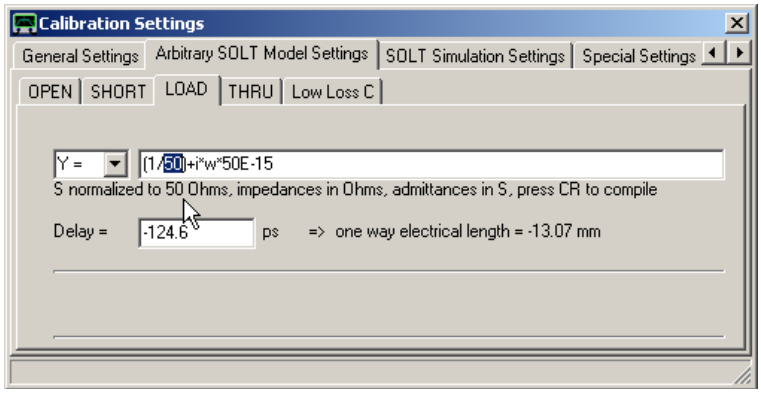
Hinweis: Die Standard-Cal-Kit-Datensätze enthalten auch die genaueren Arbitrary Cal Models:




Als Beispiel, hier ist das Load "Open" -Modell:



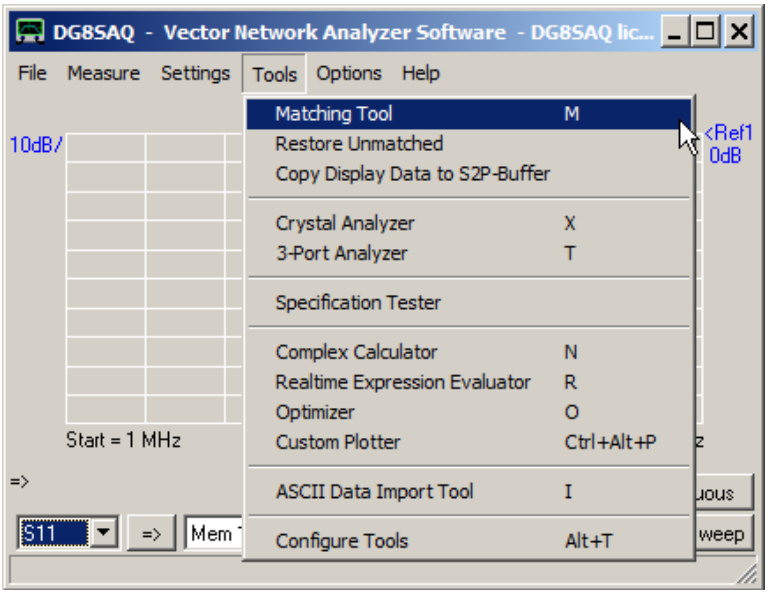

Wenn Sie diese arbitrary Modelle verwenden, stellen Sie sicher, dass Sie auch hier das "Load" -Modell ändern, um Ihren genauen DC-Loadwiderstand widerzuspiegeln (idealer 50 Ohm-Wert, der unten hervorgehoben ist):



**Tools**

Das VNWA Main Menue „ Tools“ bietet folgende Funktionen:

Matching Tool
Restore Unmatched
Copy Display Data to S2P Buffer
---
Crystal Analyzer
3-Port Analyzer
---
Specification Tester
---
Complex Calculator
Realtime Expression Evaluator
Optimizer
Custom Plotter
---
Virtual Keyboard ( nur 32 bit Windows Version )
---
ASCII Data Import Tool
---
Data Client
---
Configure Tools



**Tools – Matching Tools**

Das eingebaute ***Matching Tool*** des VNWA erlaubt zu simulieren**, den 2 Port DUTs Transfer Characteristics** unter **Arbitrary Impedance Termination Conditions** und **Matching Networks** zu berechnen.

Das ist für die Anwendung von **nicht 50-Ohm-Filter,** wie **Quarzfilter,** nützlich, wo das Matching Networks optimiert werden muss.

**Anmerkung :** Die ursprünglichen zu 50 Ohm normalisierten S-Parameter werden in einem getrennten internen S2P-Buffer gespeichert und bleiben unberührt, während der Simulation. Simulierungsergebnisse werden gespeichert und über die **Display Memory Spaces** (S11, S21, S12, S22) angezeigt, die sich der Reihe nach ändern. Die ursprünglichen 50-Ohm-S-Parameter können vom **S2P-Buffer restored** werden, in den **Display Buffer,** durch den Main Menu Command "**Tools" - "Restore - Unmatched**".

**Anmerkung :** Das **Matching Tool** kann nur angerufen werden, wenn der interne S2P-Buffer gültige S-Parameter enthält. Sie können die **Display Memory Spaces** (S11, S21, S12, S22) in den **internal 2-Port-Buffer** kopieren und sie so zu gültigen S-Parameter machen, mit dem Main Menu Command "**Tools**" - "**Copy Display Data to S2P Buffer**".

Ein ausführliches Beispiel finden Sie hier.

**Tools – Restore Unmatched**

"**Restore Unmatched**" kopiert S-Parameter vom **S2P-Buffer** in die **Display Buffers** (S11, S21, S12, S22).

**Anmerkung :** "**Restore unmatched**" kann nur angerufen werden, wenn der interne S2P-Buffer gültige S-Parameter enthält.

**Tools – Copy Display Buffer Data to S2P Buffer**

"**Copy Display Buffer Data to S2P Buffer**" kopiert die **Display Memory Spaces** (S11, S21, S12, S22) in das **interne S2P-Buffer** und dieses macht sie zu gültigen S-Parameter, die in Verbindung mit dem **Build-in Matching Tool** verwendet werden können.

**Tools – Crystal Analyzer**

Das **"Crystal Analyser"** Tool erlaubt, zu extrahieren, **Equivalent Circuit Model Parameter** aus dem **measured Reflection Coefficient** eines Kristallresonators oder ähnlichen Resonatoren (SAH keramisch...)

Siehe hier für ein detailliertes Beispiel.

**Tools – 3-Port Analyser**

**Drei Port RF Devices** wie Baluns, oder SAW-FILTER mit z.B balanced Outputs, konfrontieren dem Benutzer mit einer komplexen Charakterisierungsaufgabe:

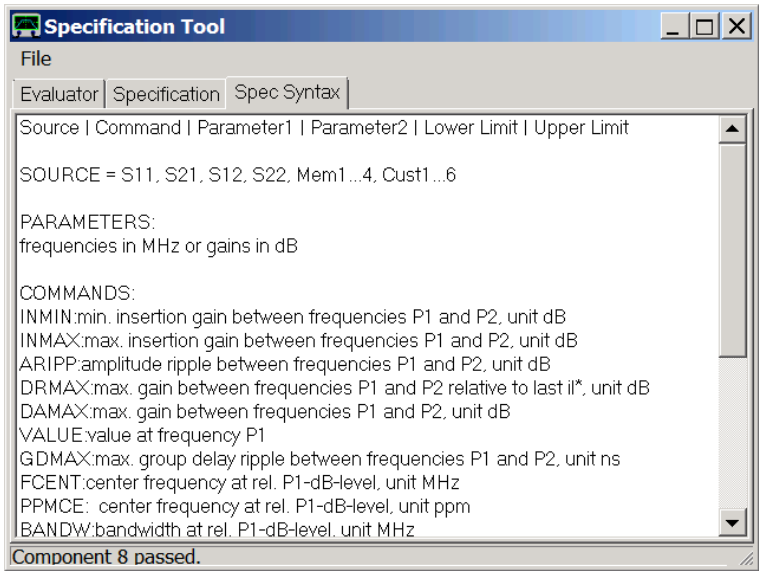
Einerseits wüsste man gerne, z.B. die Einfügungsdämpfung vom einzelnen **ended Input** bis **Differential Outputs** und der **Complex Differential Output Impedance (Differential mode**). Andererseits, ist der **Common Mode Attenuation** von Interesse.
Das **3-Port Analyser Tool**, erlaubt, beide Charakterisierungen auf einem Set **importierter** oder **gemessener 3-Port S-Parameter durchzuführen.**

Ein Schritt für Schritt Beispiel, eine 3-Port-Analyse durchzuführen, finden Sie hier.

**Tools – Specification Tester**

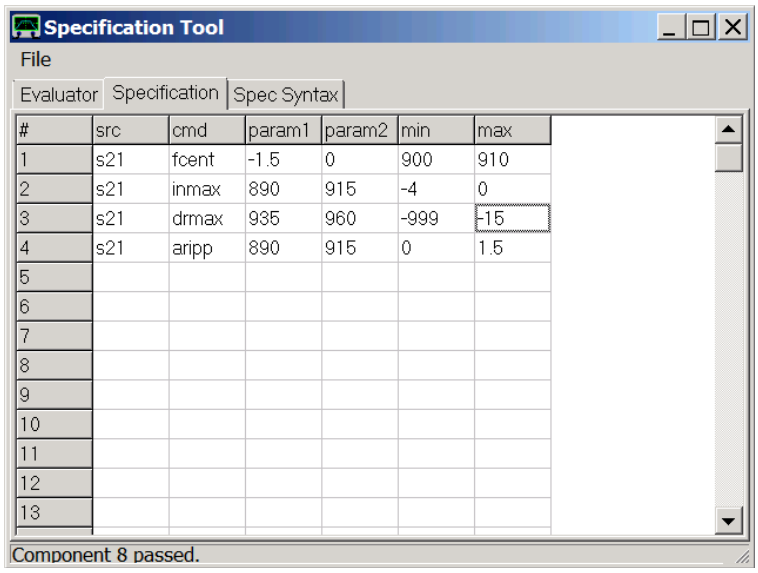
Das Spezifikations-Tester-Tool gibt es ab der VNWQ Version 36.3.7.9.
Es ermöglicht, Komponenten zu messen und sie vergleichen mit einer benutzerdefinierten Spezifikation.
Messergebnisse können in einer Datei protokolliert werden. Eine Pass/Fail Anzeige wird akustisch und optisch gegeben.
Das Spezifikations-Tester-Tool besteht aus 3 Registerkarten:

**Spec Syntax Registerkarte:**




Dies ist eine Kurzreferenz von **spec. Syntax**

**Specification Tab (Spezifikation Registerkarte)**



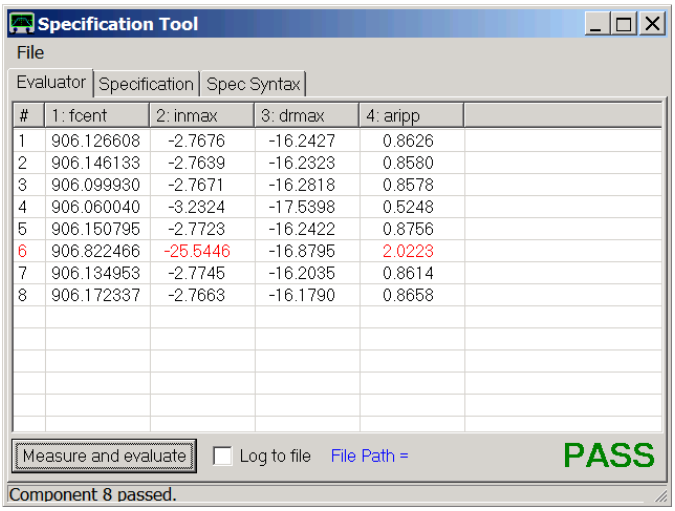

| # | src | cmd | param1 | param2 | min | max |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | s21 | fcent | -1.5 | 0 | 900 | 910 |
| 2 | s21 | inmax | 890 | 915 | -4 | 0 |
| 3 | s21 | drmax | 935 | 960 | -999 | -15 |
| 4 | s21 | aripp | 890 | 915 | 0 | 1.5 |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |

Hier können bis zu 20 spezifizierte Artikel definiert werden.
- Die #-Spalte kennzeichnet die spec. Referenznummer, die im Messprotokoll angezeigt wird.
- Die scr-Spalte zeigt die zu testende Quelle an. Die erlaubte Auswahl ist S11, S21, S12, S22, Mem1…Mem4, Cust1…Cust6.

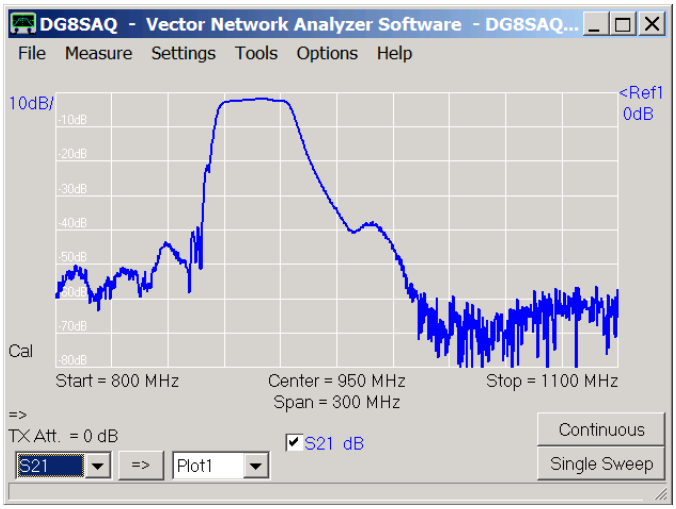
- Die cmd-Spalte zeigt den spec. Command an, wie beschrieben in der Syntax-Registerkarte.
- Die param*-Spalte zeigt die Parameter des spec. Commands, wie in der Syntax-Registerkarte beschrieben.
- Die min und max Spalte zeigt die untere und die obere Spezifikationsgrenze an.

Beispiel:
Die 4 Einträge im obigen Beispiel testen alle S21 auf:
- Die -1,5 dB Mittenfrequenz, gut ist 900MHz…910MHz
- Das max. Inseration-Gain (= negative Dämpfung) im GSM-RX-Band 890MHz…960MHz, gut ist alles zwischen -4 dB und 0 dB.
- Die Dämpfung im GSM-TX-Band 935MHz…960MHz im Verhältnis zum bisher ausgewerteten max. Inseration-Gain, gut ist alles zwischen -999dB und -15dB
- Die Amplitudenwelligkeit im GSM-RX-Band 890MHz…960MHz, gut ist alles zwischen 0dB und 1,5dB.

**Evaluater Tab (Auswertungs- Registerkarte)**




Durch Drucken der **Measure and evaluate**-Taste, führt der VNWA eine einzige Messung durch, z.B. :

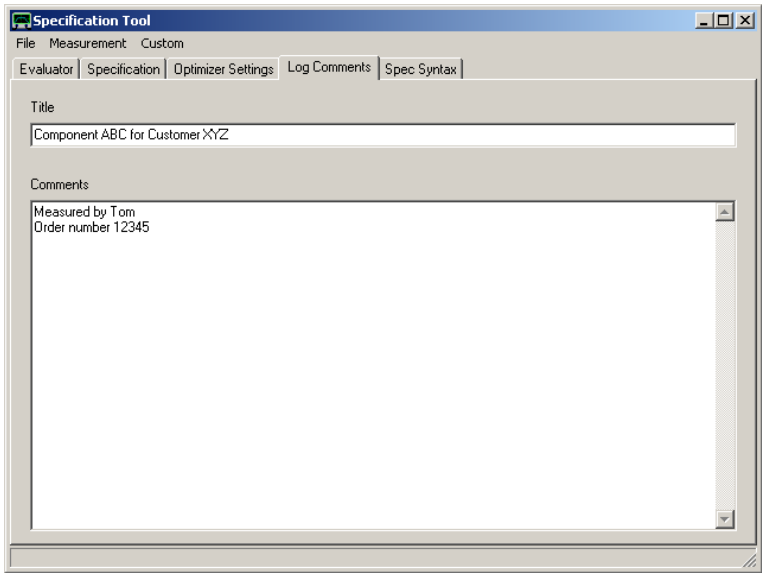



Nach Beendigung des Durchlaufs wird die Messung automatisch ausgewertet, in Bezug auf die eingegebene Spezifikation. Die Ergebnisse werden in der Auswertetabelle angezeigt und wenn, **Log to File** aktiviert ist, werden die gleichen Ergebnisse auch automatisch in einer Text-Datei protokolliert werden.. Um einen Protokolldatei-Pfad zu definieren, klicken Sie auf das blaue **File Path** Label. Der Name der Protokolldatei wird automatisch erzeugt aus der aktuellen Zeit und Datum. Pass/Fail-Informationen der letzten Messung werden optisch in der rechten unteren Ecke angezeigt (grün =Pass oder rot =Fail) und akustisch durch zwei verschieden Sounds.
Im oberen Beispiel wurden 8 Komponenten getestet, von denen die Komponente #6 durchgefallen ist. Rote Einträge in der Tabelle deuten auf Ausfälle hin.

Hinweis: Die Evaluator-Tabelle wird gelöscht, wenn auf die Daten-Tabelle zugegriffen wird
Hinweis: Spezifikationen können geladen werden von oder gespeichert werden in eine Datei, über das File-Menü oben links.

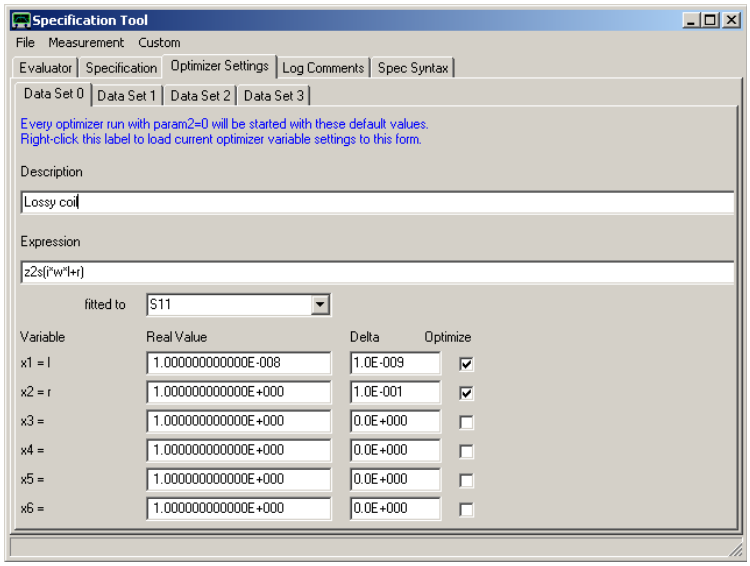
**Log Comments:**

Ab VNWA Version 36.7.5 kann der Benutzer einen Titel und einen Kommentar angeben, die später in die Protokolldatei eingefügt werden:

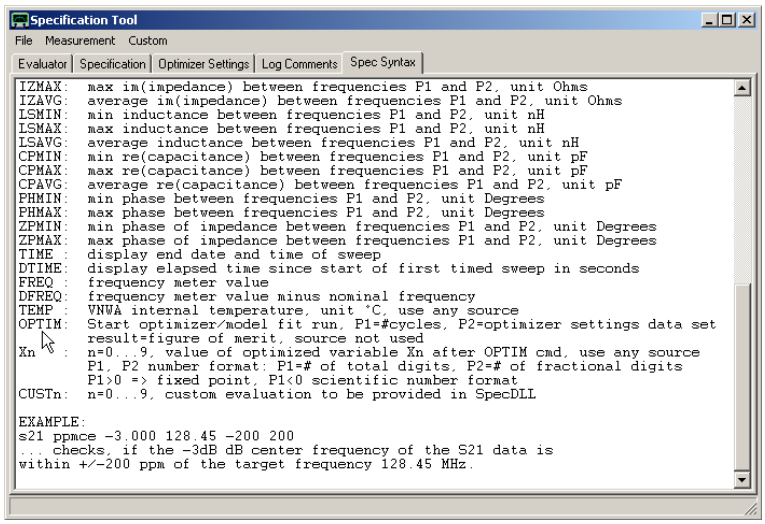



**Optimizer Settings:**

Ab der VNWA-Version 36.7.5 kann der Benutzer bis zu vier verschiedene Optimierungsläufe innerhalb des Spezifikationstesters aufrufen, um Modellparameter zu extrahieren.
Die vier Optimiererparameter können auf der Registerkarte **Optimizer-Settings** festgelegt werden:




Die entsprechende Syntax finden Sie in der Registerkarte **Spec Syntax**:

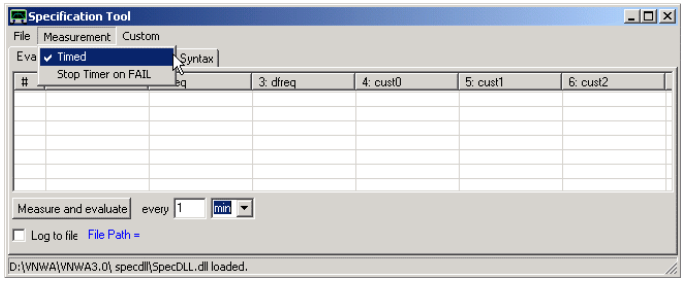



Relevante Spezifikationselemente sind:

**OPTIM** rufe Optimizer auf
**X<n>** lese Optimizer variable x<n>

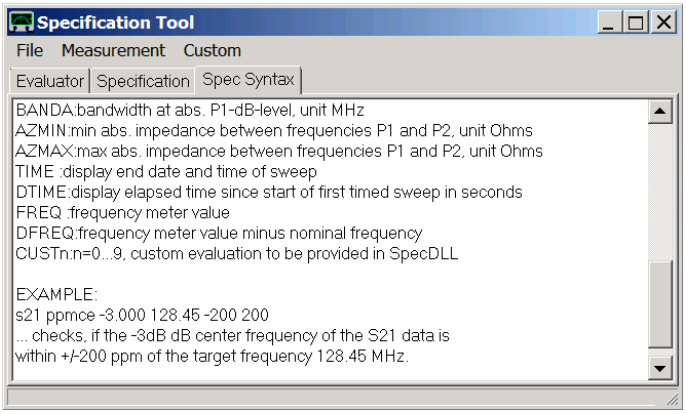
**Timed Measurement ( zeitgesteuerte Messungen ) :**

Seit der Version VNWA36.5.0 können Messungen, in regelmäßigen Abständen, durch einen frei definierbaren Timer gestartet werden. Zeitgeber-Messungen sind nützlich für die Überwachung einer Messanordnung über lange Zeit, beispiels unter variierenden Umgebungsbedingungen, wie Temperatur. Dies kann auch für die automatische Überwachung des Spektrums im Spectrum Analyzer-Modus verwendet werden.




Mit obigen Einstellungen bleibt beim Drücken von „**Measure and evaluate**"(Messen und Auswerten), die Taste in der gedrückten Position und jede Minute wird eine Messung automatisch durchgeführt und mit der, vom Benutzer definierten Spezifikation, verglichen. Der Zeitmessvorgang wird fortgesetzt, bis Sie die Taste " **Measure and evaluate**" erneut gedrückt wird. Wie in obigem Menü zu sehen, kann die Software so eingerichtet werden, daß der Zeitgeber automatisch angehalten wird, wenn die Messung nicht der, vom Benutzer definiert Spezifikation, entspricht.

Für zeitgesteuerte Messungen wurden mehrere neue Spec-Befehle implementiert:

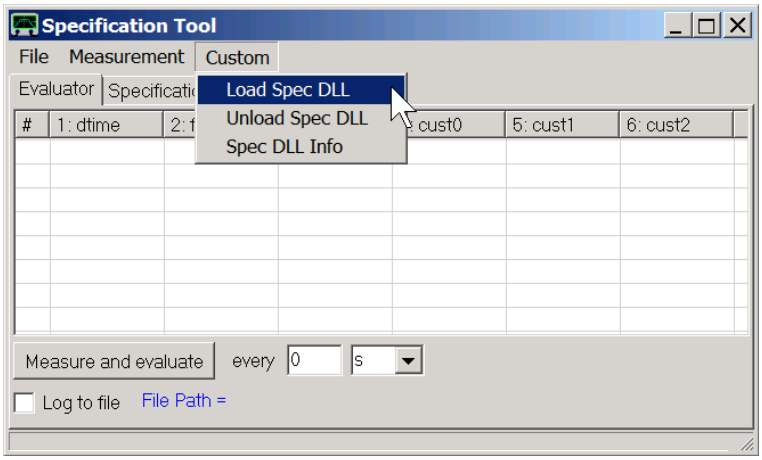



Besonders nützlich für die zeitgesteuerten Sweeps sind:

**TIME:** Protokolliert die Uhrzeit und das Datum, wenn der Sweep beendet wird.
**DTIME:** Protokolliert die Zeit, wenn der Sweep endet, in Sekunden, nach dem die "Measure and evaluate" Taste gedrückt wurde.
**DFREQ**: Protokolliert den Frequenzmesser für Langzeit- Frequenzstabilitätsmessungen
**CUST**: Benutzerdefinierte Datenanalyse, wie in einer vom Benutzer bereitgestellt externen Dynamic Link Library definiert.

**Custom defined data analysis in external dynamic link library:**

Durch die Bereitstellung einer externen Dynamic Link Library (DLL), kann der Benutzer jede denkbare Auswertung der Messdaten definieren.
Außerdem brauchen die Analysewerte, die an das Specification Tool gesandt wurden, nicht mehr auf die Meßdaten bezogen werden, sondern auch eine durch die DLL angegeben werden als Umgebungstemperatur, eine Spannung oder einen Strom. Dies ist sehr nützlich für die automatischen Temperaturmessungen von z.B. Messung der C-V Charakteristik einer Varaktordiode.
Die spec.-Tester-dll wird über das spec-Tester-Hauptmenü geladen:




**Pascal/Delphi example dll source code:**

Das folgende Beispiel zeigt eine einfache DLL, die auf die gemessenen Daten des Durchlaufs zugreift und einige Werte an den VNWA-Spec-Tester übergibt. In diesem Beispiel wird ein Konsolenfenster geöffnet, welches nützlich ist bei der Programmentwicklung für die Ausgabe von Debug-Informationen mit dem Befehl writeln ().

Der VNWA Spec-Tester greift auf drei Funktionen zu:

_**Init:** wird aufgerufen, wenn die DLL zum ersten Mal geladen wird. Wird das erste Mal daurchgeführt, hier bei der Initialisierungen, z.B. öffnen des Konsolenfenster.
_**Close:** wird aufgerufen, kurz bevor die DLL entladen wird. Cleanups um, wie die Freigabe dynamischer Speicher oder Schließen des Konsolenfenster, wie im Beispiel gezeigt.
_**Process:** Wird nach jedem Durchlauf aufgerufen, wenn neue Messdaten verfügbar sind. Beachten, dass die Werte als Strings übergeben werden und somit können wieder jede Art von Daten in der Tabelle angezeigt werden.

**SOURCE CODE:**

```
library SpecDLL;

uses
  Windows,
  SysUtils,
  Classes;

{$R *.res}

type
TComplex=Record
  R: double;
  I: double;
  end;

TFloatArray=array of double;
TComplexArray=array of TComplex;

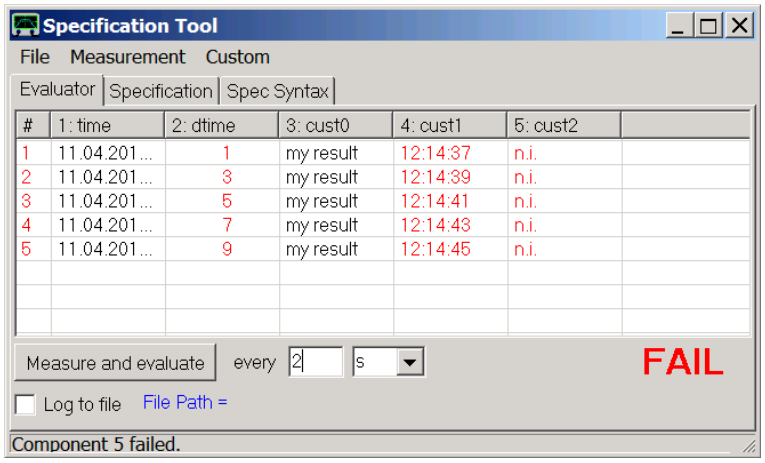
procedure _Init; export; cdecl;
begin
FreeConsole;
AllocConsole;
writeln('UserDLL function "Init" called.');
end;

procedure _Close; export; cdecl;
begin
FreeConsole;
end;

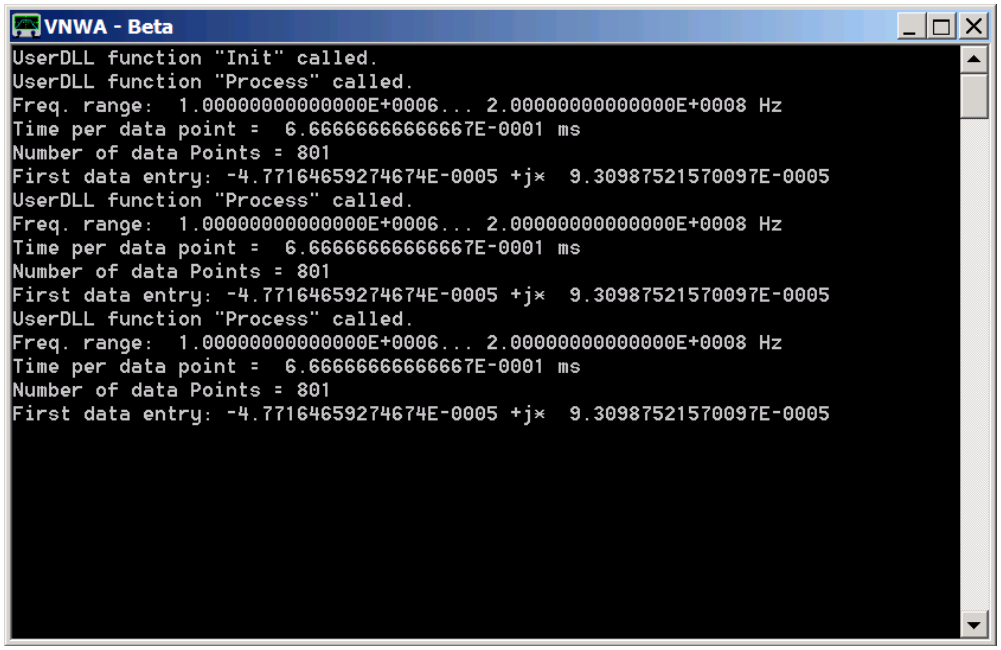
function _Process(Item: Integer; Data: PChar;
            freq: TFloatArray; Src: TComplexArray; Npts: Integer; dt: double;
            param1, param2, min, max: double): boolean;
            export; cdecl;
begin
writeln('UserDLL function "Process" called.');
// demonstration how to access VNWA data
writeln('Freq. range: ',freq[0],'...',freq[Npts-1],' Hz');
writeln('Time per data point = ',dt,' ms');
writeln('Number of data Points = ',Npts);
writeln('First data entry: ',Src[0].R,' +j* ',Src[0].I);
case Item of
0:                      //cust0
  begin
     StrPCopy(Data,'my result' );                  //return result of evaluation as string
     Result:=true; //pass=true
  end;
1: //cust1
  begin
    StrPCopy(Data,timetostr(now) );              //return anything you wish, e.g. temperature, voltage,...
    Result:=false;
  end;
else
  begin
    StrPCopy(Data,'n.i.' );                      //cust2...cust9 not implemented yet, can be implemented as above
    Result:=false;
    end;
  end;
end;

exports _Init;
exports _Close;
exports _Process;
begin
end.
```

Nachfolgend finden Sie eine Ausgabe der obigen Beispiel- dll.




Und das ist die Konsolenausgabe der obigen Beispiel dll nach dem ersten Durchlauf:



## Tools – Complex Calculator

Dieses ist ein Tool, um **komplizierte Ausdrücke zu entwickeln**, das von Simon Bucheli geschrieben ist.
Vielen Dank mir zu erlauben, dieses Werkzeug in VNWA zu integrieren!

Das Tool arbeitet grundsätzlich wie ein Taschenrechner, aber es kann mit **komplexen Zahlen** rechnen.

**Hinweis:** Das Tool kann **auf Daten in den VNWA Data Spaces** (S11, S21..., Mem1... 4) und **Marker-Frequenzen zugreifen**.

### Usage

**Auswertung von einfachen Ausdrücken**
sqrt (2)
e^ (j*pi) +1

**Die Definition von einfachen Variablen** (unmittelbare Entwicklung) - verwendet "="
x = 1
a = 1; b = 2; c = 3

**Die Definition von Ausdruck-Variablen** - verwendet ": ="
x1: = a+b
x2: = a-b

### Implemented Constants

**e** Euler constant = 2.71828...
**i** imaginary Unit
**j** imaginary Unit j=i
**Pi** = 3.14159....

### Predefined Variables

**x1.....x10 Optimizer variables from Optimizer Tool**

### Implemented Functions

**abs**
**arcsin**
**arccos**
**arctan**
**arccot**
**arg** oder **Arg** *Beispiel: arg (exp (j*5)) =5*
**cos**
**cot**
**conj**
**ceil**
**deg** conversion radiants to degrees
**dB** oder **dB** *dB (x) =20*log (abs (x))*

**exp**
**floor**
**heaviside**
**Im** *Beispiel: im (2+3*j) =3*j* (ungewöhnliche Definition des imaginären Teils)
**Imag** *Beispiel: imag (2+3*j) =3* (übliche Definition des imaginären Teils)
**J0** Bessel function of the first kind of order 0
**J1** Bessel function of the first kind of order 1
**lb** logarithm base 2
**lg** logarithm base 10
**ln** natural logarithm (base e)
**log** logarithm base 10
**mag** *mag (x) =abs (x)*
**marker** oder **marker** oder **M** oder **M** *Beispiel: Marker (3) = Frequenz [Hz] des Markers 3*
**mval<n>** *example: mval2(1) = value von Marker 1 für Trace 2*
**mem1** oder **Mem1** *Beispiel: mem1 (200e6) = value of data space Mem1 @ 200 MHz*
**mem2** oder **Mem2**
**mem3** oder **Mem3**
**mem4** oder **Mem4**
**round**
**rad** Umwandlungsgrade zu radiants
**re** *Beispiel: re (2+3*j) =2 = real part*
**Sin**
**sqrt**
**sqr**
**sign**
**s21** oder **S21** *Beispiel: S21 (10e6) = value of data space S21 10 MHz*
**s11** oder **S11** *Beispiel: S11 (M (2)) = value of data space S21 Marker 2*
**s12** oder **S12**

**s22** oder **S22**
**s2t** converts a reflection coefficient normalized to 50 Ohms to a transmission coefficient
**s2y** wandelt einen Reflexionskoeffizienten um, der zu 50 Ohm normalisiert ist, zu einem complex admittance.
*Beispiel: s2y (0) = 0.02*
**s2z** wandelt einen Reflexionskoeffizienten um, der zu 50 Ohm normalsiert ist, zu einem complex impedance.
*Beispiel: s2z (0) = 50*
**ss2t** converts a shunt reflection coefficient normalized to 50 Ohms to a transmission coefficient.
**t2s** converts a transmission coefficient to a reflection coefficient normalized to 50 Ohms
**t2ss** converts a transmission coefficient to a shunt reflection coefficient normalized to 50 Ohms.
**t2zs** converts a transmission coefficient to a shunt impedance.
**tan**

**y2s** wandelt einen complex admittance um, zu einen zu 50 Ohm normalisierten reflection coefficient.
*Beispiel: z2s (0) = 1*
**z2s** wandelt einen complex impedance um, zu einem zu 50 Ohm normalisierten reflection coefficent.
*Beispiel: z2s (0) =-1*
**zs2t** converts a shunt impedance to a transmission coefficient

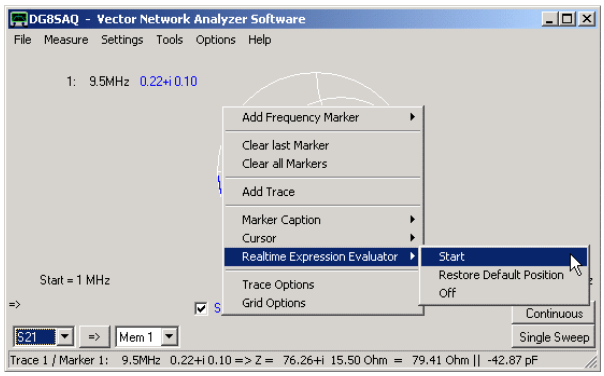
## Tools – Realtime Expression Evaluator

Der **Realtime Expression Evaluator** kann als ein anpassbarer Marker dienen.

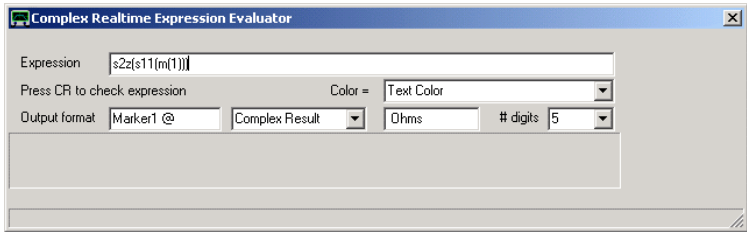
### Example 1: A Smith chart marker showing impedance instead of reflection coefficient
Beispiel 1: Eine Smith-Chart-Markierung, die die Impedanz anstelle des Reflexionskoeffizienten zeigt

Sie schauen auf S11 in einem Smith-Chart, und Sie hätten gern einen Marker, der die Impedanz anzeigt, statt des Reflektions Koeffizienten:

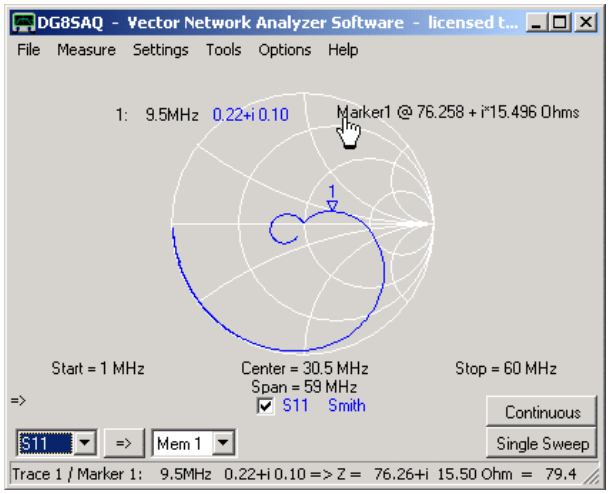
Wählen Sie Main Menu **"Tools-Realtime Expression Evaluator" aus** oder oder Rechts-Klicken Sie auf die auf den Main Graphics Screen und wählen Sie den Menupunkt **" Tools-Realtime Expression Evaluator_ Start"**:




Das folgende **Expression Evaluator Window** wird sich öffnen:

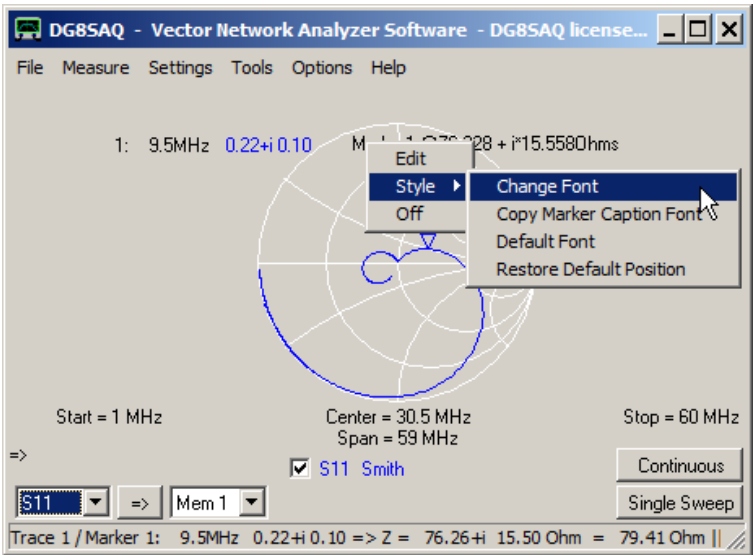



Hier können Sie einen Marker-Text zu Ihren eigenen Bedürfnissen anpassen. Geben Sie den mathematischen Ausdruck in das **Expression Field** ein. Im oben genannten Beispiel wird **S11** an die **Marker 1 Frequenz** gekoppelt und zu einer **complexen Impedance** umgewandelt.
Durch **Entertaste** drücken, wird den Ausdruck analysiert. Im Falle eines **Expression Errors,** werden diese unten im grauen leeren Rechteck, angezeigt. Beachten Sie, dass der **Expression-Syntax,** der des **Complex Calculator Tools** entspricht.
Mit den Regelungen, unter dem Expression-Feld, können Sie die Art festlegen, wie das Ergebnis angezeigt wird. Schließen Sie das Fenster, wenn Sie fertig sind. Mit oben genannten Einstellungen erscheint ein neues Label auf dem Main Screen, welcher die Impedance an der Position des Markers 1 anzeigt (siehe Maus-Zeiger unten):




Anmerkung, der angezeigte Impedance-Wert ändert sich, wenn Sie **Marker 1** bewegen.

Anmerkung, die default-Position des Labels ist oben links, aber das Label kann mit der Maus frei bewegt werden.
Anmerkung, das **Expression Evaluator Window** kann erneut geöffnet werden, indem Sie auf das Label doppelklicken.
Anmerkung, auf einige Funktionen kann auch zugegriffen werden, mit einem Rechts-Klick auf das Label:

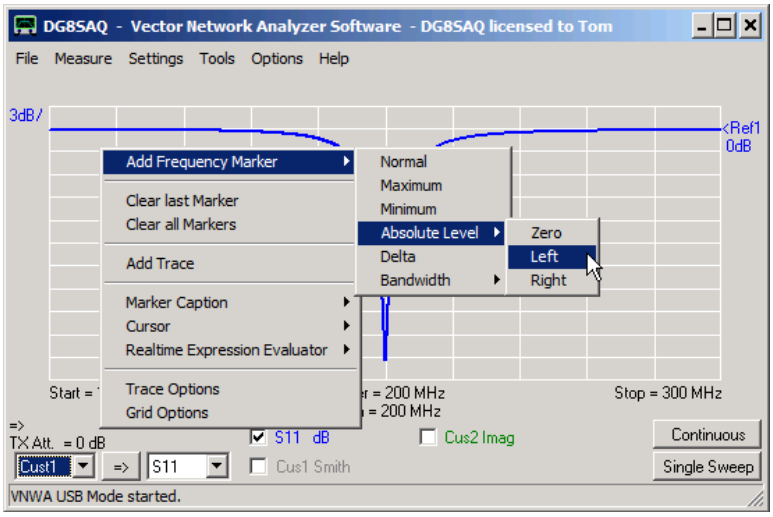



**Edit** öffnet das **Expression Evaluator Window**.
**Style** ermöglicht das Anpassen des Labels:
Change Font ruft den Font Manager auf, um Schriftart, Stil und Größe zu ändern
Copy Marker Caption Font überträgt die Schrifteinstellungen der Marker-Beschriftung auf den Echtzeit-Ausdruck Evaluator Label so, dass die beiden gleich aussehen werden.
**Restore Default Position** wird das Label zur **Top left default-Position** bewegen.
**Off** wird die R**ealtime Expression Evaluator Function** ausschalten.

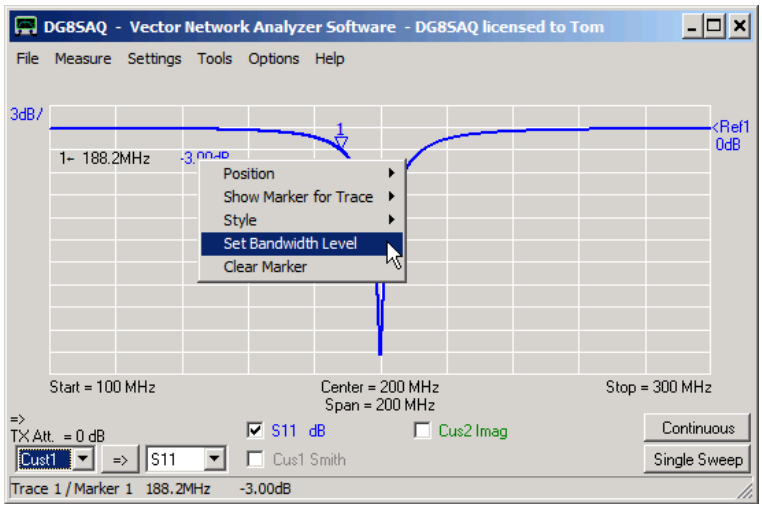
### Example 2: Determining a resonator's Q-value from two bandwidth markers

## Beispiel 2: Bestimmen des Q-Wertes eines Resonators aus zwei Bandbreitenmarkern

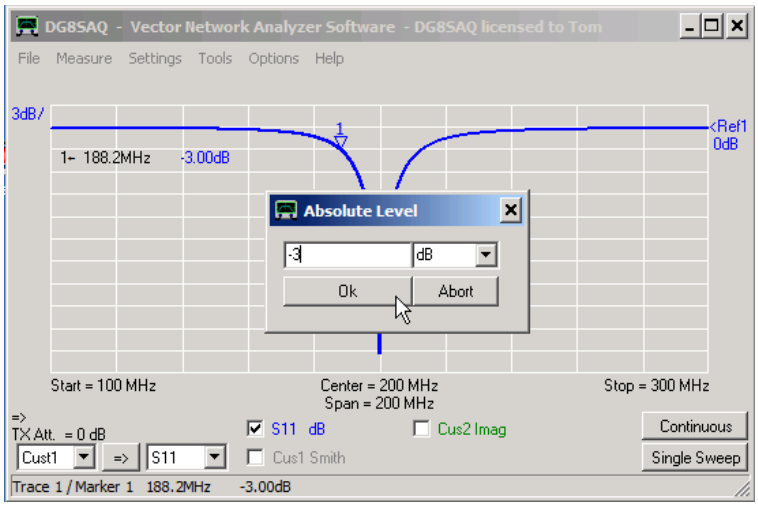
**Bestimmung des Q-Wertes eines Resonators mit Hilfe von 2 Bandweitenmarkierungen.**
Dieses Beispiel zeigt, wie die Echtzeit-Ausdrucksauswertung (Realtime Expression Evaluator) verwendet werden kann, um den Q-Wert von einer zu bestimmen Resonanz-Senke zu bestimmen, durch Vergleich der -3dB Bandbreite mit der Mittenfrequenz, in Echtzeit. Um die Bandbreite zu bestimmen benötigen wir zwei Markierungen, auf der linken und auf der rechten Seite der Senke, bei einem absoluten Pegelwert von -3 dB. Wir legen den linken Marker durch einen Rechtsklick auf das Hauptraster und Auswahl eines linken **Absolute Level Frequency Marker** (absoluten Höhen- Frequenz Marker):



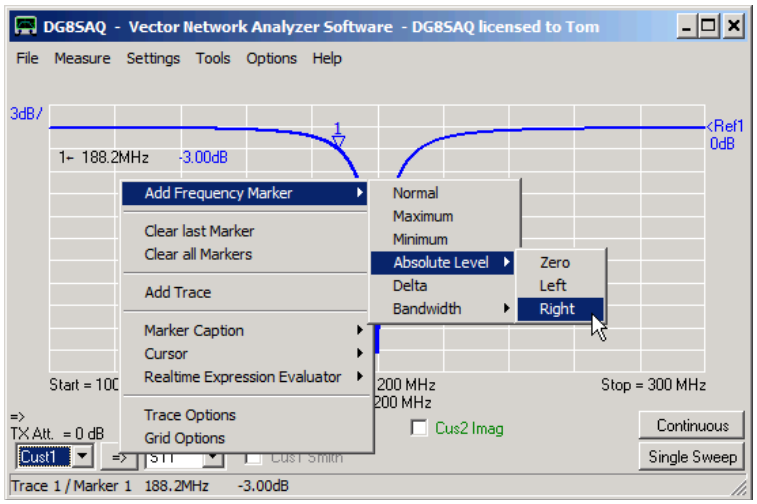

Wir können die Markerpegel entweder mit der rechten Maustaste auf die Markierung selbst setzen oder durch den Marker-Level-Label:



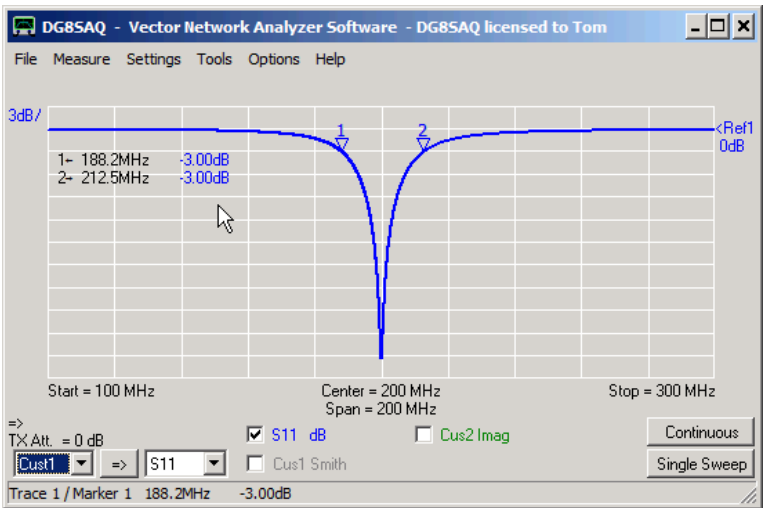

Nach der Auswahl des Menüpunktes "**Set Bandwidth Level**", öffnet sich das **Absolute Level**-Fenster:



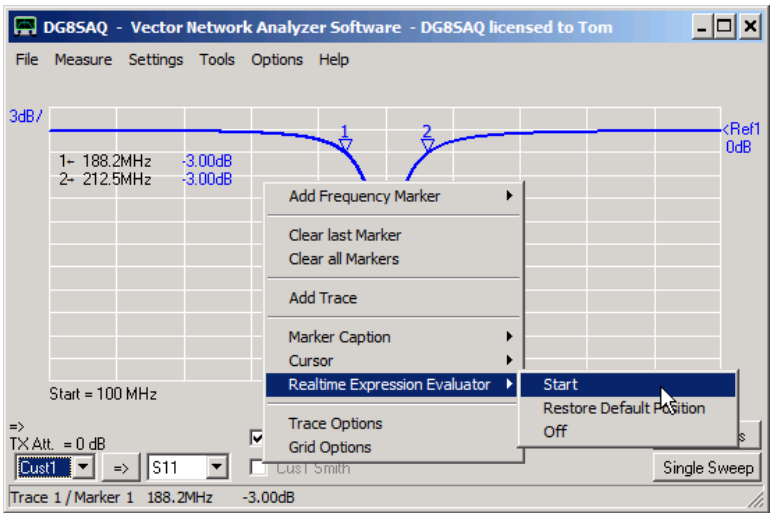

Wir geben -3dB ein und bestätigen.
In ähnlicher Weise fügen wir einen rechten Absolutwert Frequenzmarker ein:



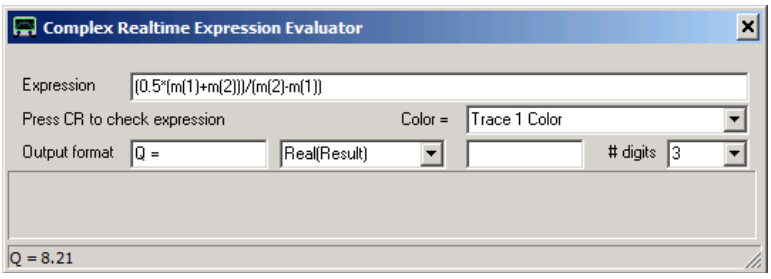

Hier sind die beiden Marker für unsere Analyse:



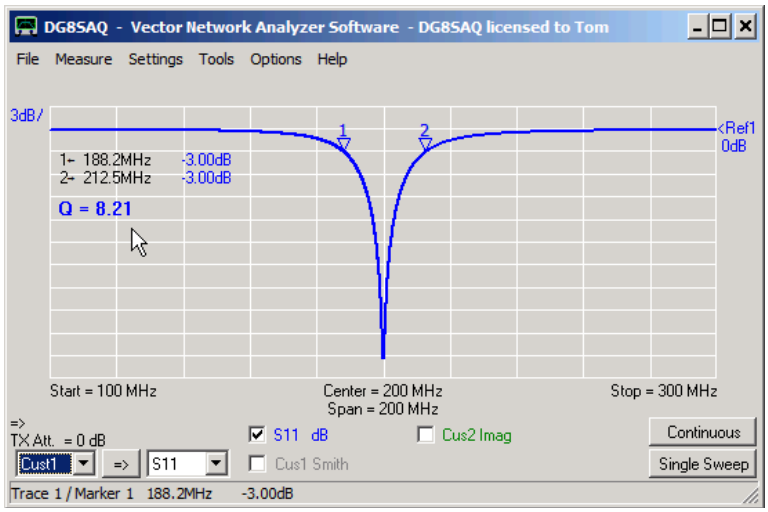

Als nächstes werden wir beginnen die Echtzeit-Ausdrucksauswertung (Realtime Expression Evaluator):




Die Ausdruck-Definitionsmaske erscheint. Dort geben wir die Ausdrucksformel ein, wobei 0,5 * (m (1) + m (2) die Senken-Mittenfrequenz ergibt, berechnet aus den beiden Markerfrequenzen, m (1) und m (2) und (m (2) -m (1)) ergeben die Senkenbreite, berechnet aus denselben Marker Frequenzen. So ist das Ergebnis der Formel Senkenmittelfrequenz geteilt durch Senkenbreite, welches der Q-Wert ist.



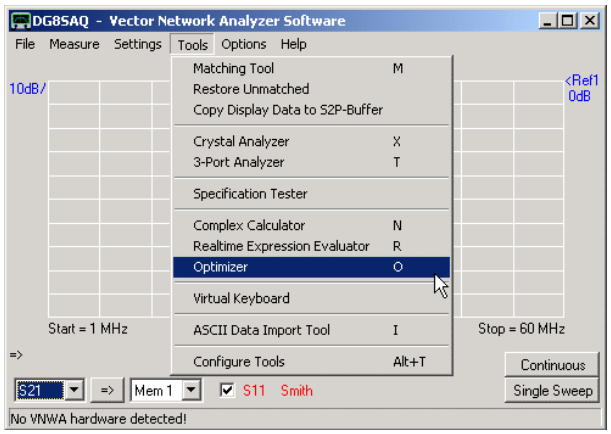

Mit obigen **Output format**-Einstellungen (Anzeige "Q =" nur Realteil wird angezeigt, keine Einheit, 3 gültige Ziffern) erhalten wir das folgende Ergebnis:



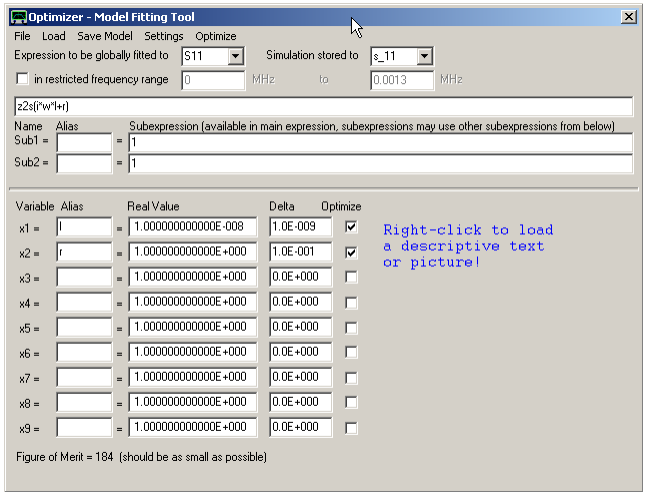

Der berechnete Q-Wert von 8.21 wird angezeigt und in Echtzeit aktualisiert, wenn neue Messergebnisse kommen. Beachten Sie, dass das Q-Label, wie die Marker-Labels, zu jeder beliebigen Position auf dem VNWA Fenster gezogen werden können.

**TOOLS - OPTIMIZER**

VNWA Version 36.5.0 oder höher verfügt über ein integriertes Least Squares Fit-Optimierer-Tool und eignet sich für die Modellanpassung:




Beim ersten Start präsentiert sich das Optimierer-Tool wie folgt:

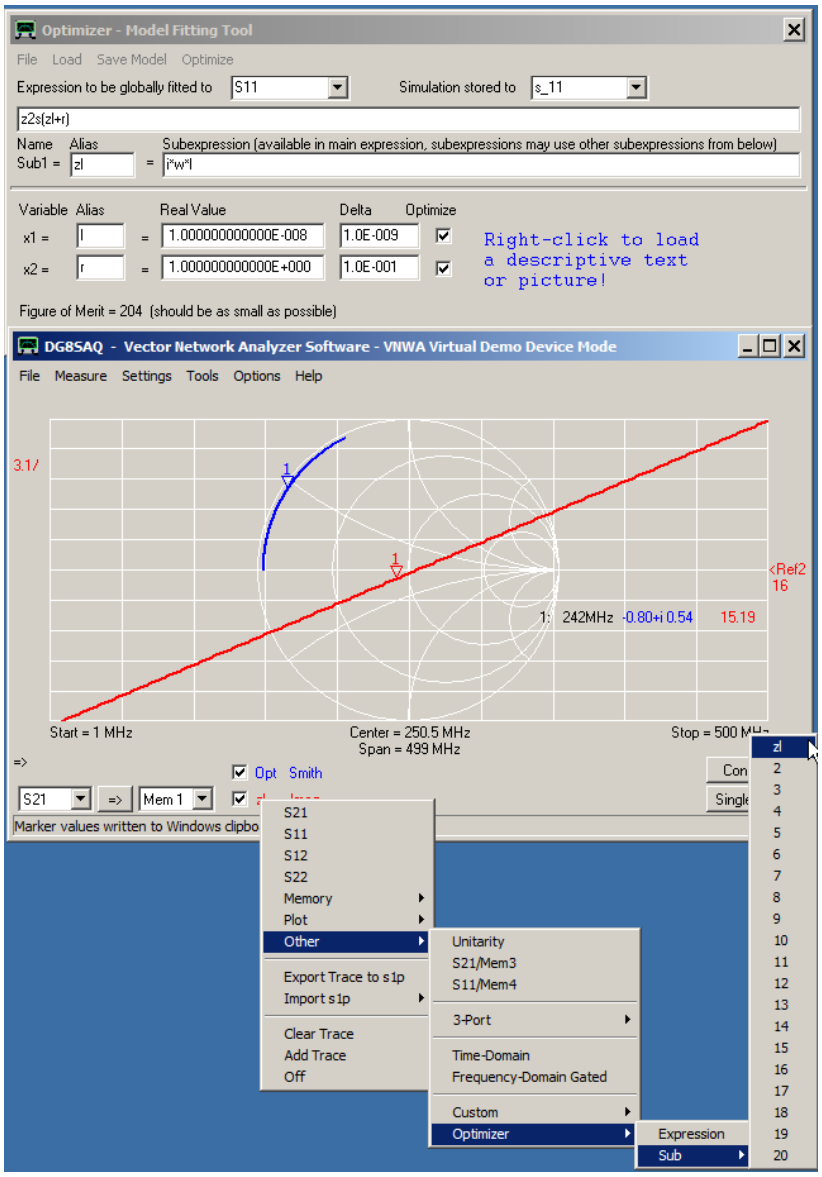



- Das Optimizer-Tool beinhaltet einen komplexwertigen Funktions-Parser mit Syntax identisch mit den Custom Trace-Expression-Syntax, der benutzt wird, um eine Anpassungsfunktion in der zweiten Zeile darüber definieren.
- Die Anpassungsfunktion kann in drei Unterausdrücke aufgeteilt werden, die beschreibende Aliasnamen erhalten für die Standardnamen Sub1 ... Sub20.
- Alle Ausdrücke können bis zu 10 reelle Variablen (x1 ... x10) zur Optimierung enthalten, die wieder deskriptiv umbenannt werden können.
- Initiale reale Werte müssen für die Variablen, sowie für die ersten Schrittgrößen (Delta) für das Optimierungs-programm zugeordnet werden.
- Für die manuelle Optimierung können die Werte in Delta Schritten mit dem Mausrad verändert werden. Durch eine Änderung der Variablen wird das Modell neu berechnet werden.
- Der Optimierer kann angewiesen werden, eine Variable konstant zu halten, indem Sie den Delta-Wert auf Null oder besser durch Deaktivieren in der Optimizer Checkbox.
- Ab der Softwareversion 36.7.4 kann der Optimierer angewiesen werden, die Optimierung nur über einen eingeschränkten Frequenzbereich durchzuführen
- Ein beschreibender Text oder eine JPEG- oder Bitmap-Bild kann durch Rechtsklick auf das Bild / den Text-Bereich geladen werden. Ein Bild kann auch über das Menue "Load" - und "Picture" geladen werden.
- Das Optimizer-Tool erlaubt es auch, speichern oder laden eines Modells über das Hauptmenü.
- Die erste Zeile in dem Optimizer-Tool informiert den Optimierer, das Modell an zu passen, um so viel wie möglich sich S11 an zu nähern.
- Die Modellsimulation wird ausgewählt, um im 3-Port-Datenraum s_11 mit den obigen Einstellungen gespeichert zu werden (Auswahlmöglichkeiten s_11, s_21, opt = separater Speicher).

- Im Menü "Settings" kann der Optimierer angewiesen werden, die Hauptkurven nach jedem Optimierungsschritt in Echtzeit zu aktualisieren. Dies kann aufschlussreich sein, da man beobachten kann, wie der Optimierer zur endgültigen Lösung kommt, aber den Optimierungsprozess erheblich verlangsamt.
- Der Hauptmenüpunkt "Optimize" initiiert den Optimierungsprozess.

**Beachten Sie**, dass das Drücken Return auf jedem Eingabefeld wird die Recompilition und Neuberechnung aller Ausdrücke aufzurufen.
**Beachten Sie**, dass nicht verwendete Subexpressings durch Bewegen der Trennlinie ausgeblendet werden (siehe Maus-Pfeil oben)können.
**Beachten Sie**, dass Teilausdrücke mit dem Rechtsklick-Menü der Sub * -Labels nach oben oder unten verschoben werden können.
**Beachten Sie**, dass unbenutzte Variablen durch verkleinern der Fensterhöhe ausgeblendet werden können.

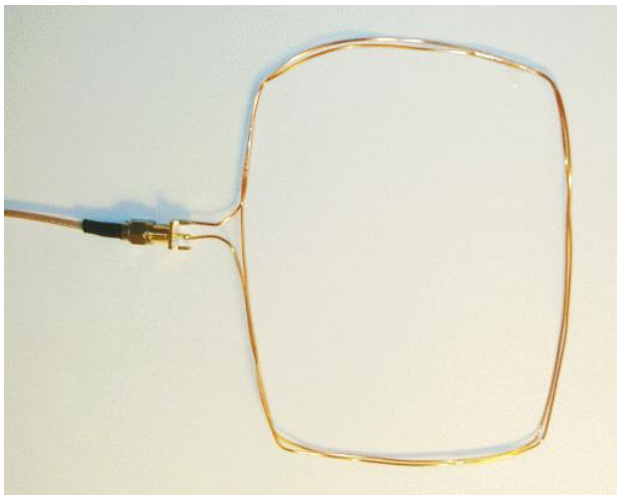
**Hinweis:**
Der Main-Expression des Optimierers sowie alle Sub-Expressions können direkt im Hauptfenster geplottet werden:



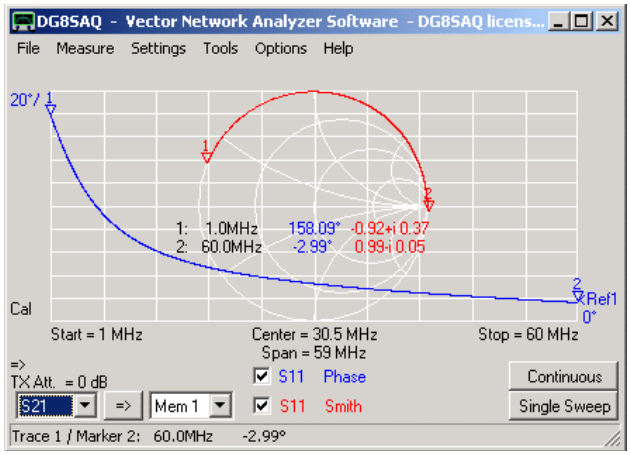

Oben wird der Optimizer-Ausdruck in Trace 1 und Unterausdruck 1 mit dem Alias zl in Trace 2 angezeigt.
Beachten Sie, dass die Sub-Ausdrücke mit ihren Alias-Namen angezeigt werden, wenn sie zugewiesen sind.

**Example**

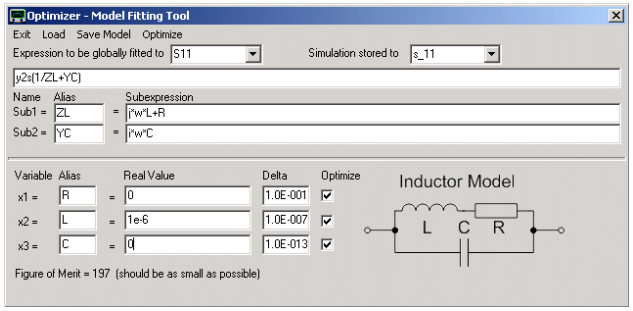
Wir wollen ein Ersatzschaltbild für die folgende Rahmenantenne finden:



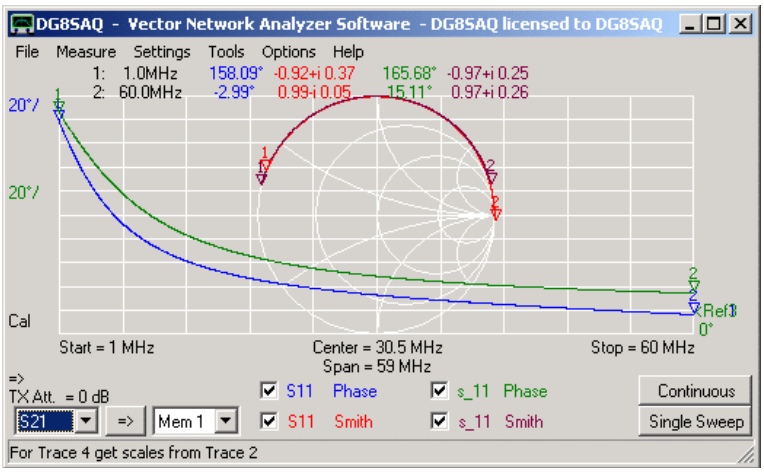
Die Messung zeigt, daß die Schleife im Wesentlichen eine Spule mit relativ niedrigem Verlust ist, die geringfügig kapazitiv wird, bei hohen Frequenzen, wenn:



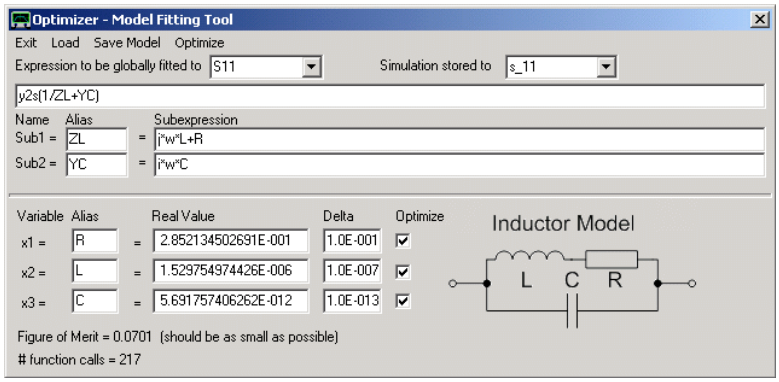

Wir versuchen also, die Antenne, mit Hilfe eines Modells, mit einer idealen Induktivität und einem Serienwiderstand zu simulieren. Wegen des kapazitiven Verhalten bei hohen Frequenzen, muss es eine geringe Kapazität parallel zur verlustbehaftet Induktivität geschaltet werden:



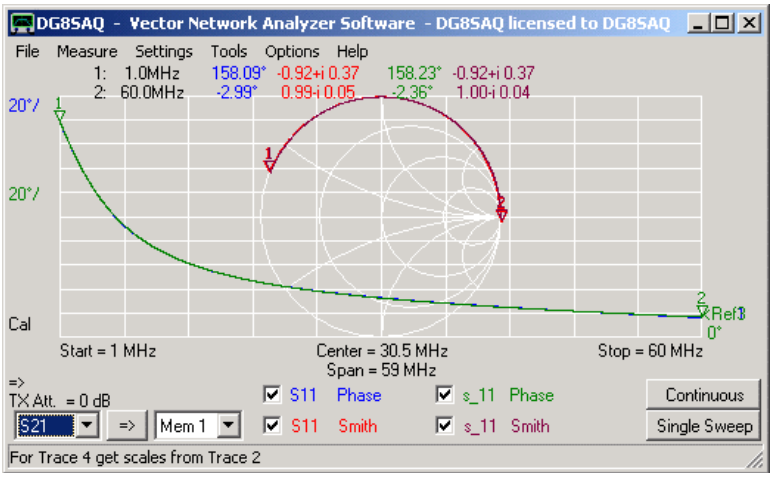

Die vordefinierte Variable w bezeichnet die Kreisfrequenz. Da wir das Optimierungsprogramm angewiesen haben, die Simulation in 3-Port-Datenraum s_11 zu speichern, können wir unsere Messungvergleichen mit unserer anfänglichen Schätzung für die Modellparameter:



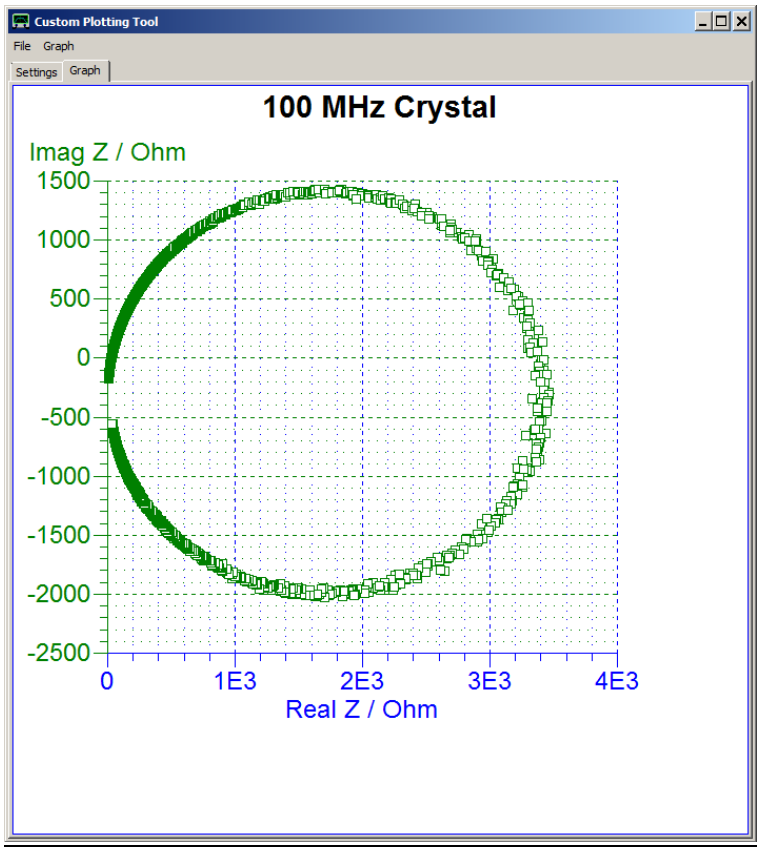

Da die Anpassung noch nicht perfekt ist, weisen wir das Optimierungstools an, unser Modell in die S11-Messung, anzu passen, durch Drücken von "Optimieren" im Optimizer-Menue. Der Optimierer führt dann die folgenden optimalen Variablenwerte:




das heißt auf zwei Stellen gerundet
R = 0,29 Ohm
L = 1.5uH
C = 5.7pF
Diese Werte sind intuitiv sinnvoll.
Vergleichen wir das optimierte Modell mit der Messung, finden wir eine fast perfekte Anpassung:

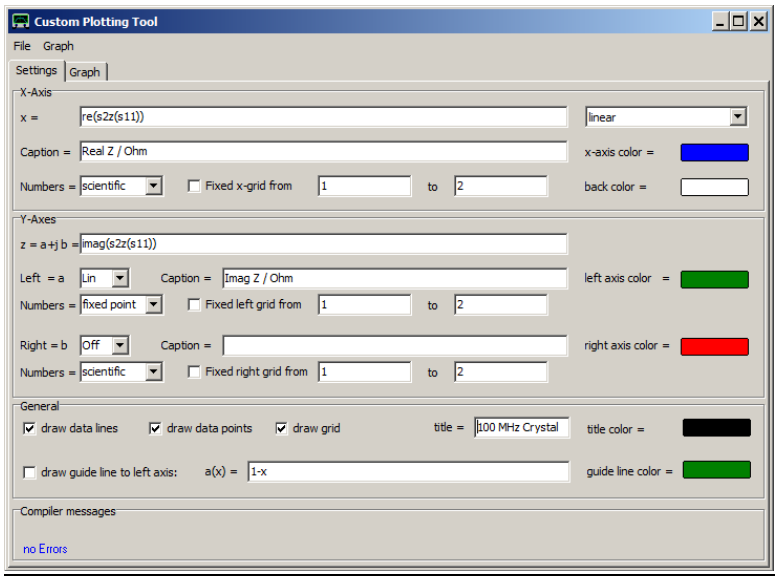


**TOOLS - CUSTOM PLOTTER**




Das **Custom Plotting Tool** erlaubt, qualitativ hochwertige, benutzerdefinierte Diagramme zu erzeugen von berechneten, gemessenen oder bearbeiteten Daten.
Die x- und y-Achsen sind frei konfigurierbar in Bezug auf die angezeigten Daten, lin / log-Skalierung und Zahlenformat.
Die Daten können mit Polygonen, Punktsymbolen oder einer Kombination von beiden geplottet werden.
Das benutzerdefinierte Plotting-Tool wird über das Hauptmenü **"Tools - Custom Plotter"** oder über das Tastatur-Short-Cut **Strg + Alt + P** aufgerufen.

Das Diagramm wird auf der Registerkarte **Settings** konfiguriert. Die folgenden Einstellungen erzeugen obigen Diagramm, S11 gemessene Reflexionsdaten eines 100 MHz-Quarz:

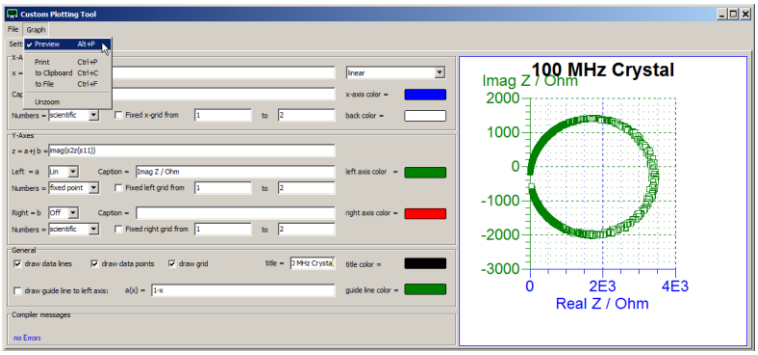



**X-Axis Panel:**
Das Punktgitter des Plots ist identisch mit dem Punktgitter der VNWA-Measurement Settings. Also, die Anzahl der aufgetragenen Punkte ist identisch mit der Anzahl der Messpunkte pro Sweep.
Die x-Daten werden mit einer benutzerdefinierten Formel angegeben. Der Syntax und die verfügbaren Funktionen sind identisch mit denen für Custom Traces. Beachten Sie, dass die Berechnung mit komplexen Zahlen durchgeführt wird.
Im obigen Beispiel zeigt die x-Achse den Realteil der Impedanz der gemessenen S11-Daten in Ohm, was auch im Beschriftungsfeld (**Caption field**)angezeigt wird. Wir verwenden eine lineare x-Achse.
Beachten Sie, dass auch hier linear gemessene Daten logarithmisch skaliert werden können.
Das gewünschte Zahlenformat ist wissenschaftlich, d.h. 1000 wird als 1E3 angezeigt. Wenn wir mit der Autoscale-Funktion unglücklich sind, können wir einen x-Bereich angeben und ein festes x-Gitter aktivieren.

**Y-Axes Panel:**
Wir können zwei unabhängige y-Achsen haben, eine auf der linken und eine auf der rechten Seite. Der Realteil des Complex Custom Expression für **Z** wird auf der linken y-Achse aufgetragen, während der imaginäre Teil rechts aufgetragen ist.
Beachten Sie, dass der **Z**-Ausdruck die Variable **x,** zusätzliche Funktionen, Variablen und Konstanten enthalten kann, die für Custom Traces definiert sind.
Die Variable **x** bezeichnet den Wert, der mit dem benutzerdefinierten Ausdruck für die x-Achse berechnet wird.
Beispiel: Sie sagen, Sie wollen die Funktion sin (x) im x-Bereich von 0 bis 10 darstellen. Dann verwenden Sie den x-Ausdruck X = **n / n_top * 10** und den z-Ausdruck z = **sin (x).**
Hier wird **n** von **0 bis n_top** laufen, was die Sweep- Settings Number of Points-1 ist. Somit wird der x-Ausdruck ausgeführt von 0 bis 10 und die Variable x greift einfach auf diesen Wert zu.
Beide y-Achsen können auf eine lineare Skala, eine logarithmische Skala oder ganz unabhängig voneinander umgeschaltet werden. Wie für die X-Achse, können Beschriftungen, feste y-Bereiche, Zahlenformate und Farben spezifiziert werden.

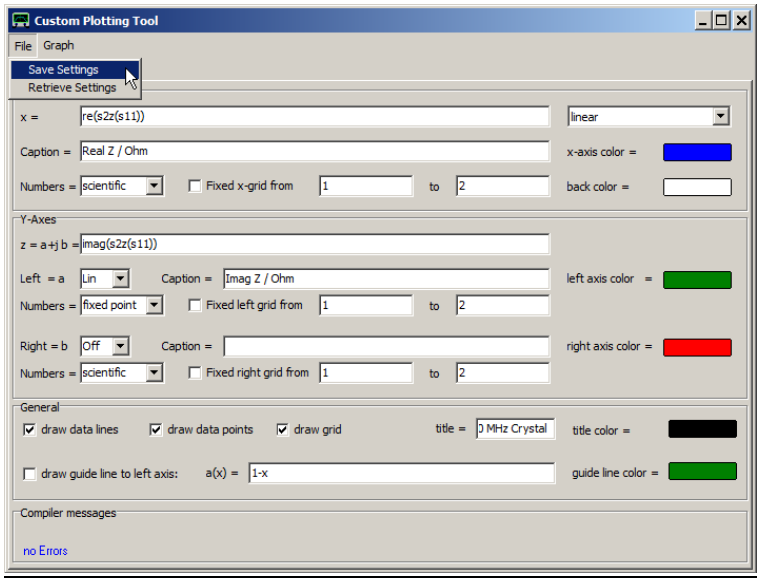
**General Panel:**
Hier wird der Plotting Style angegeben. Ein Polygon kann von Datenpunkt zu Datenpunkt (**Data Lines**) gezogen werden, und / oder einzelne Datenpunkte als kleine Quadrate geplottet werden.
Auch können die Koordinatenrasterlinien hier ein- oder ausgeschaltet werden und wir können dem Diagramm einen Titel geben, der über dem Diagramm erscheinen wird.
Außerdem kann eine sogenannte Führungslinie (guide line) mit einem anderen Custom Expression **a (x)** angegeben werden. Diese Führungslinie kann eine beliebige Funktion von **x** sein. Es wird in Bezug auf die linke y-Achse gezogen und es wird immer als eine Linie gezeichnet, nicht als ein Satz von Zeichen.

**Compiler messages Panel:**
Die Custom Expressions werden beim Drücken der Return-Taste kompiliert. Im Falle eines Syntaxfehlers wird das entsprechende Expression Feld von weiß auf rot umgeschaltet und eine beschreibende Fehlermeldung wird auf den Compiler Messages Panel angezeigt.
Es ist sehr nützlich, die Auswirkungen der geänderten Einstellungen auf dem Diagramm zu beobachten. Daher gibt es eine Vorschau-Funktion, die eine kleine Kopie des Graphen auf der rechten Seite des Settings Panels erzeugt:

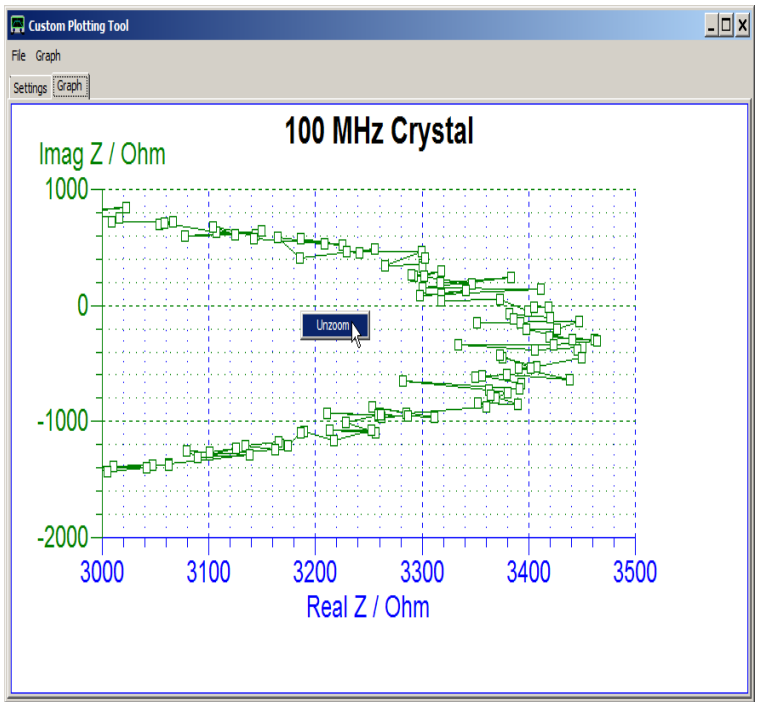



Der Vorschaumodus wird über das Menü "**Graph-Preview**" ein- oder ausgeschaltet. Das Graph-Menü ermöglicht auch das Drucken der Grafik, kopieren in die Zwischenablage oder in eine Datei und tun ein Unzoom, wenn im Box- Zoom-Modus (siehe unten). Beachten Sie, dass Sie die Größe der Vorschau-Graphik ändern können, indem Sie die Grenze zwischen den Eingabefeldern und der Graphik mit der Maus ziehen.

Alle Einstellungen werden gespeichert und wiederhergestellt, wenn die VNWA-Anwendung geschlossen und neu gestartet wird. Sie werden auch im Instrument Status gespeichert.
Aber die Graph Settings können auch in einem einzelnen Graph Setting File gespeichert und von dort wieder geladen (reloaded) werden. Hinweis, die Datenpunkte werden nicht auf diese Weise gespeichert.
Dies geschieht im **File** Menü:

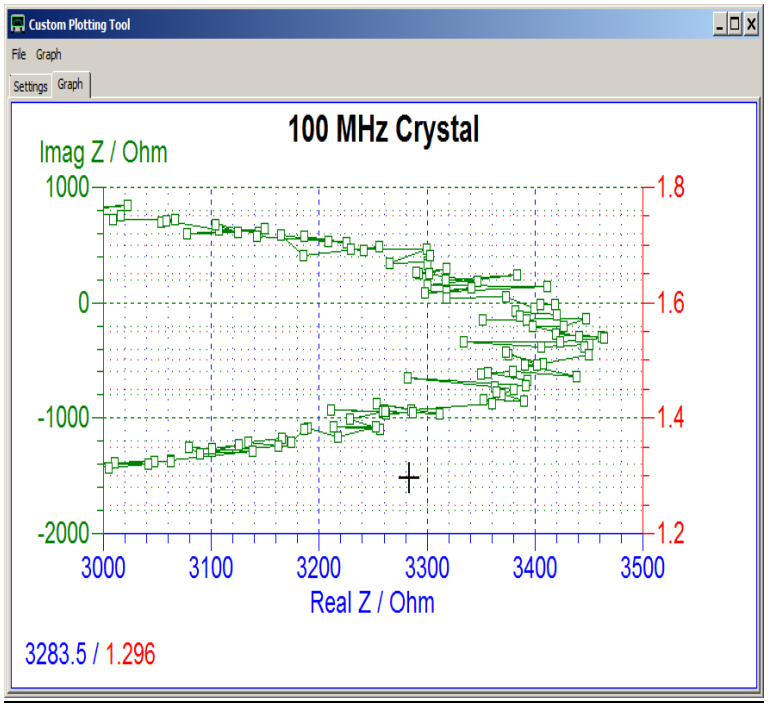



Auf dem Mainplot (NICHT auf dem Preview Plot) kann ein Box-Zoom durchgeführt werden. Dies wird erreicht durch drücken und gedrückt halten der Strg-Taste, dann die linke Maustaste gedrückt halten und ein Feld um den Bereich von Interesse zeichnen. Zuerst die Maustaste loslassen und erst dann die Strg-Taste loslassen, um den Zoom zu erreichen:




Um Unzoom durchzuführen, klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Diagramm und wählen Sie das Menü unzoom, wie oben gezeigt, oder verwenden Sie das Menü
**Graph-unzoom**.

Das Hauptdiagramm( main graph) bietet auch einen Cursor zum Ermitteln von Koordinaten aus dem Graphen. Wenn Sie die linke Maustaste drücken wird ein kleines Cursor-Kreuz den Mauszeiger ersetzen und die Kreuzkoordinaten werden unten links angezeigt.
Die y-Koordinate bezieht sich auf die linke y-Achse. Wenn die Koordinaten in Bezug auf die rechte y-Achse erwünscht sind, dann muss bei gedrückter linker Maustaste  zusätzlich die rechte Maustaste gedrückt werden:

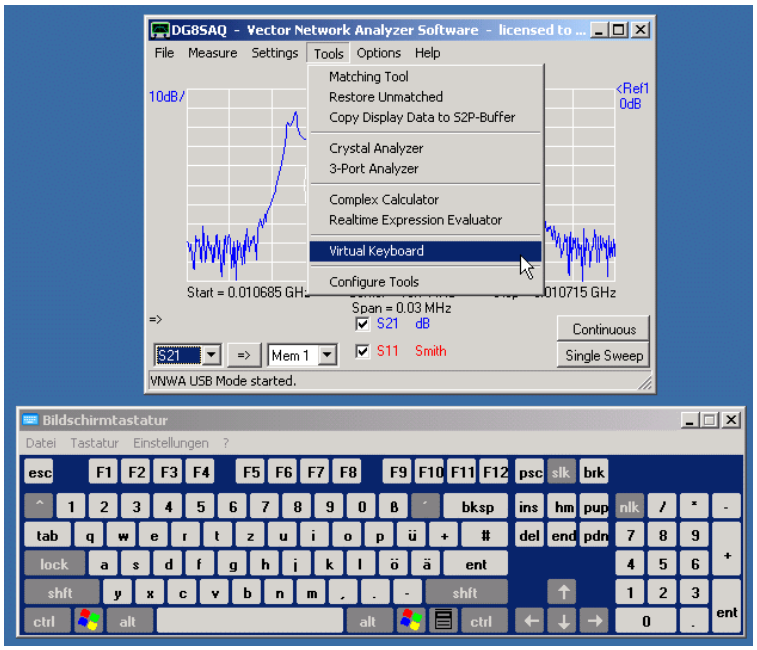



Hinweis: Wenn für die Achsen unterschiedliche Farben verwendet werden, ist es sehr leicht zu sehen, welche Markerkoordinate welcher Achse entspricht.
Hinweis: Wenn die Messdaten angezeigt werden, wird der Graph in Echtzeit aktualisiert, während neue Daten gemessen werden.

## Tools – Virtual Keyboard

### 32-Bit-Windows-Systems

Windows hat einen eingebauten **on-Screen oder Virtual Keyboard**, die mit der Maus oder über Touchscreen bedient werden kann, falls keine Hardware-Tastatur ist verfügbar oder gewünscht wird.
Für 32-Bit-Windows-Versionen kann diese Tastatur direkt angerufen werden, aus VNWA-**Main Menu "Tools - Virtual Keyboard")**:




### 64-Bit-Windows-Systems

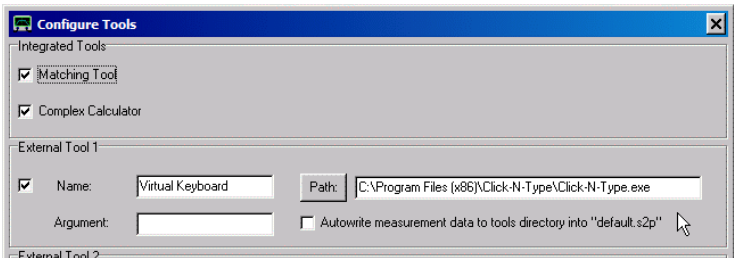
Für 64-Bit-Windows-Versionen ist dieser Menüpunkt unsichtbar gemacht worden, weil Windows die VNWA 32-Bit-Anwendung nicht erlaubt die 64-Bit-keyboard Application zu starten.
Es gibt zwei mögliche Umwege, um doch noch eine virtuelle Tastatur, auf einer 64-Bit-Windows-Maschine, zu verwenden.

**Lösung 1: Starten Sie Windows Virtual Keyboard außerhalb von VNWA**

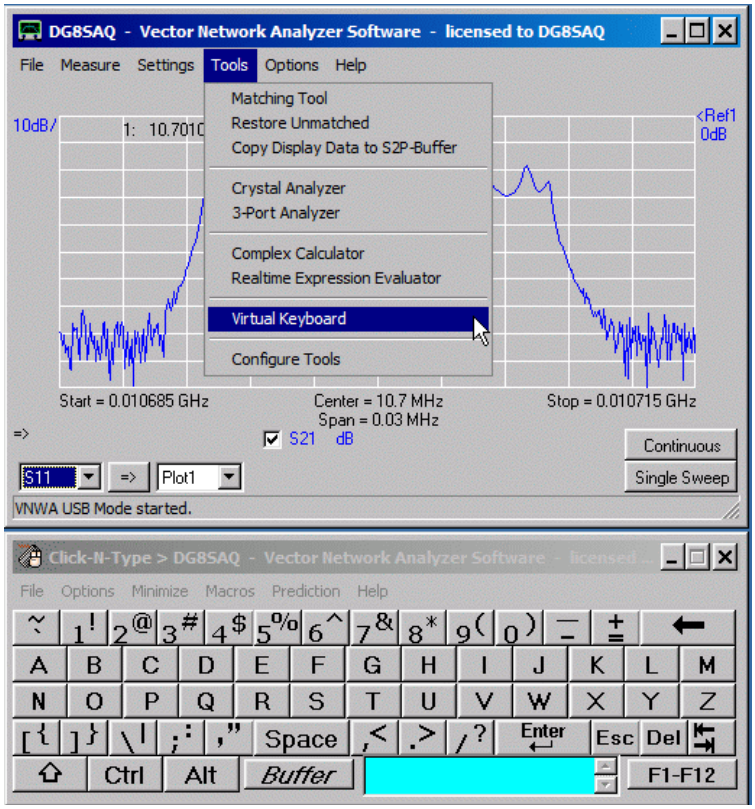
Dieses wird getan entweder durch Eingeben von "osk.exe" von einem Windows-Prompt (was eine schwierige Aufgabe ohne Tastatur ist) oder dadurch, die OSK-Anwendung im Voraus auf den Desktop und das Doppelklicken darauf, angelegt zu haben.

**Lösung 2: Das Verwenden einer 32-bit-Virtual-Keyboard-Application und Hinzufügen zum VNWA Tool-Menu.**
Im folgenden wird dieser Ansatz demonstriert, wie diese leistungsstarke virtuelle Keyboard Software **Click-N-Type ,**angewendet werden kann, welche herunter geladen werden kann von http://cnt.lakefolks.com/ .

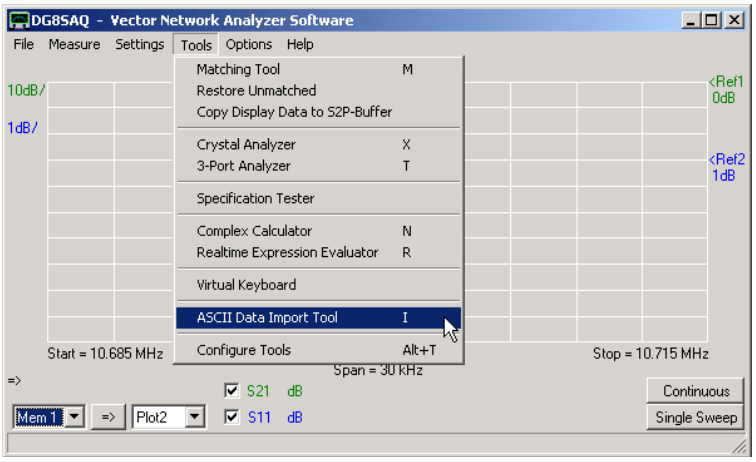
Wenn die Click-N-Type Software installiert ist, kann es ins VNWA Tool-Menü integriert werden. Um diese zu tun, öffnen Sie das Main Menu "**Tools-Configure Tools**" und fügen Sie hinzu "Click-N-Type" zum **configurable Tools Menu** bei. Verwenden Sie den Path-Button zum Durchsuchen nach der **Klick-N-Type Application** auf Ihrer Diskette und geben Sie ihm einen beschreibenden Namen (hier "Virtuelle Tastatur").



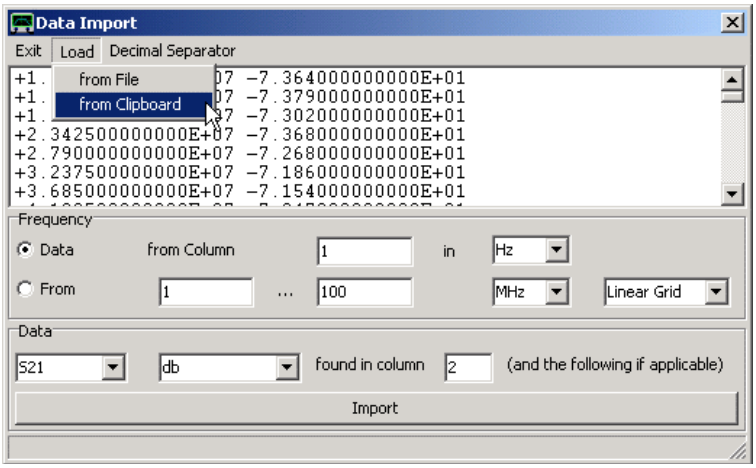
Nach dem Schließen des Menüs "Configure Tools" wird ein neues Untermenü "Virtual Keyboard" in "Tools"-Main Menu verfügbar sein und, wenn ausgewählt, wird es die **Click-N-Type virtual Keyboard** starten:



## TOOLS - ASCII IMPORT TOOL



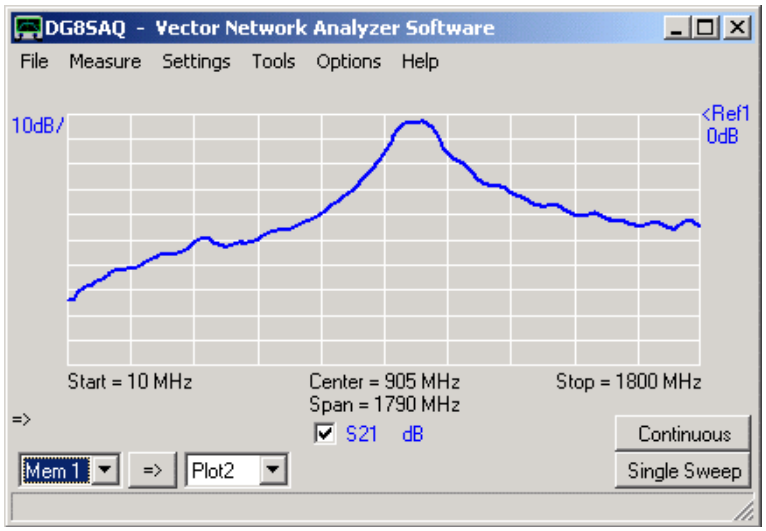

Häufig werden Daten, die mit dem VNWA gemessen wurden, mit fremden Daten verglichen. Wenn Letztere im Touchstone snp-Format vorliegen, dann kann es direkt in die VNWA Software ausgelesen werden.
Soweit die fremden Daten nur als Roh-Datenreihen im ASCII-Format zur Verfügung stehen, hilft Ihnen das ASCII-Import Tool, sie zu lesen. Das Import-Tool ist entweder zugänglich über die „Tools“-Menü, wie oben gezeigt, über die Tastatur Abkürzung "i" oder über das Haupt Menü "File" - "Import Data" - "Any ASCII Import".




Die Daten können aus einer Datei gelesen werden, über „Load“-„From File“oder per Drag & Drop auf das Listenfeld ". Alternativ können Daten aus der Windows-Zwischenablage einge-geben werden.

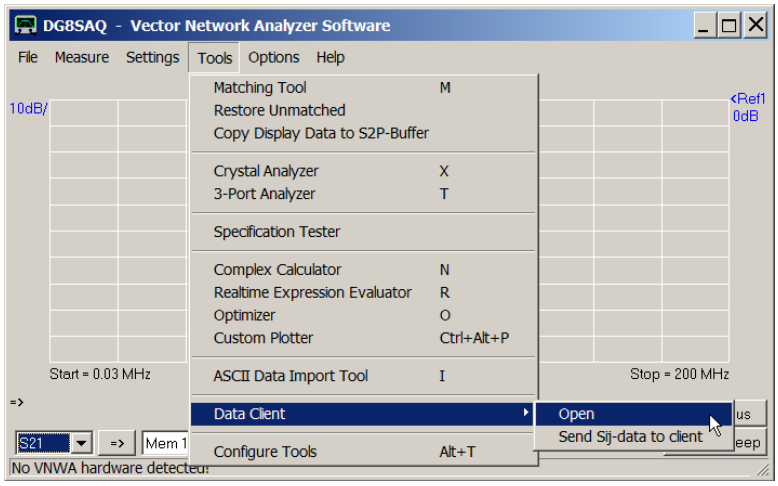
Obigen Daten wurde über die Zwischenablage / Kopie / Einfügen von einem HP-Spektrumanalysator und der HP Benchlink Software eingegeben.
Wenn die Zahlen "," als Dezimaltrennzeichen anstelle von einem Dezimalpunkt verwenden, können Sie im Menü "Decimal Separator", es in den Daten in einen Dezimalpunkt ändern.
Das Listenfeld zeigt die Roh-Eingangsdaten. Kommentarzeilen sollten mit einem Rechtsklick und Auswahl „ Delete“ von ihnen gelöscht werden.

Unterhalb der Rohdaten-Liste gibt der Benutzer an, welche Spalten in gelesen werden sollen, in welcher Art und wohin die Daten kopiert werden sollen. Im obigen Beispiel ist die erste Spalte die Frequenz in Hertz und die zweite Spalte ist die Dämpfung in dB. Wenn keine Spalte, als Phase angegeben wird, wird die Phase auf Null gesetzt. Durch Betätigen der Schaltfläche "Import", werden die Daten zu dem Datenfeld S21 kopiert:

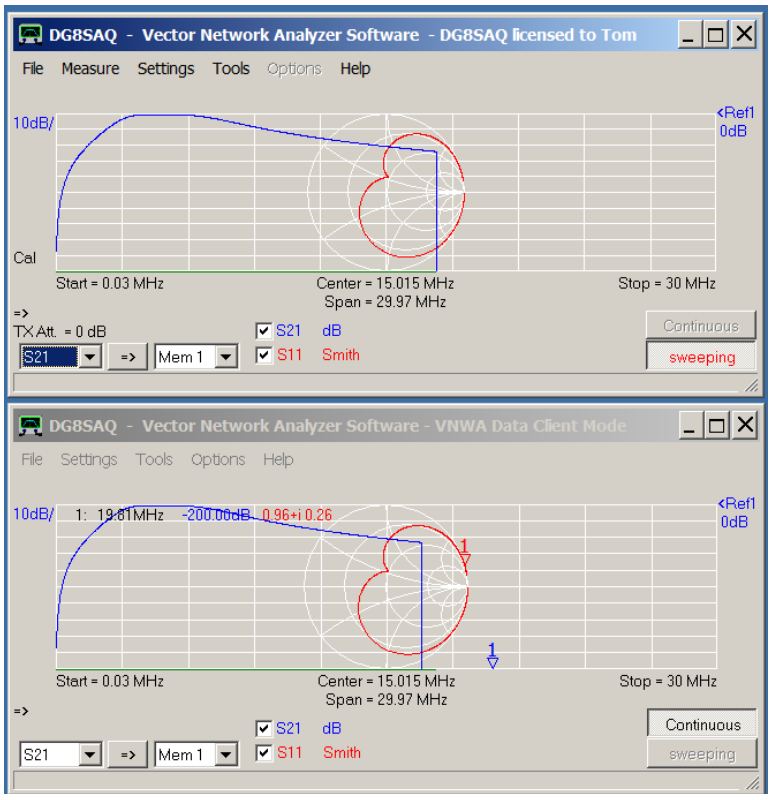

DG8SAQ - Vector Network Analyzer Software
File Measure Settings Tools Options Help
10dB/
<Ref1
0dB
Start = 10 MHz
Center = 905 MHz
Span = 1790 MHz
Stop = 1800 MHz
=>
S21 dB
Continuous
Single Sweep
Mem 1
=>
Plot2

## TOOLS - DATA CLIENT

Ein VNWA-Datenclient ist eine zweite VNWA-Softwareinstanz, die als zusätzliches Anzeigefenster zur Anzeige von Messdaten dient.
Es kann über das Menü Tools-Data Client-Open geöffnet werden:




Bei einem Sweep im Hauptinstanzfenster (= Server) werden die Messdaten auch sofort im Client-Instanzfenster angezeigt, solange sich der Client im Sweep-Modus befindet:



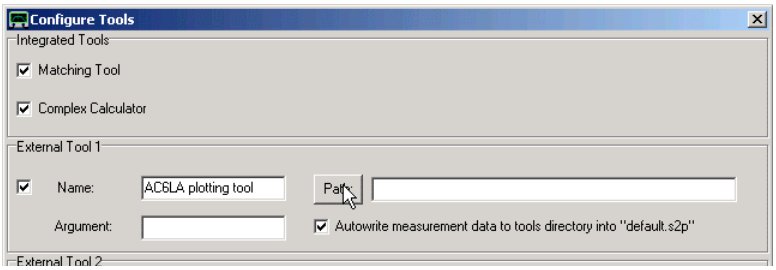

Hinweis : Mehrere Datenclients können gleichzeitig geöffnet sein.
Hinweis: Clients können sich im Zoom-Modus befinden, während dies beim Server nicht der Fall ist.
Hinweis: Server und Client (s) können unterschiedliche Sets-von Displaysettings und Markers nutzen.

Hinweis: Die Clients können so konfiguriert werden, dass sie Daten in Plotspeicherfelder anstelle von Standard-Sij-Datenfeldern empfangen, so dass Server und Client (s) unterschiedliche Frequenzachsen anzeigen können, z. der Server zeigt eine lineare Frequenzachse, aber ein Client zeigt dieselben Daten in einer logarithmischen Frequenzskala an.
Hinweis: Beim Schließen des Servers werden alle vom Server gestarteten Clients automatisch geschlossen. Beachten Sie, dass, wenn mehr als ein Client geöffnet ist, nur ein Satz von Client-Anzeigeparametern bis zum nächsten Start von Clients gespeichert wird.

Eine detaillierte Beschreibung der Daten-Client-Funktionalität finden Sie auf der Seite VNWA Data Client.

## Tools – Configure Tools

**Das"Configure Tools"** Menü erlaubt**, das Tool-Menu anzupassen**, durch anzeigen oder verstecken die build-in Tools und/oder **Registering up to four external Tools** zu dem „**Tools“ Menu**. Ein Beispiel wird in der Abschnitt, "Interfacing ZPlots" präsentiert.




***External tools werden durch vier Parameter charakterisiert, die vom Benutzer ausgewählt werden können:***

**Name:** Der Name des externen Tools, das im Menü "Tools" gezeigt wird.

**Path:** Path einschließlich des **Application File Name** der externen Anwendung. Gültige Anwendungen sind Dateien und Links, welche durch Windows gestartet werden können durch Doppelklicken.

**Argument:** Ein optionales Runtime Argument, das von einem externen Tool, z.B. ein Dateiname für einen Texteditor, gestartet werden kann.

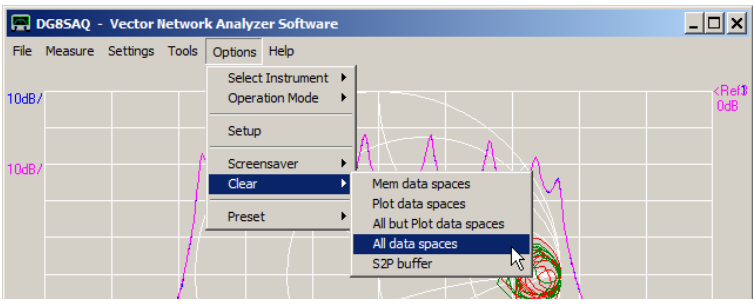
**Autowrite:** Wenn die "Autowrite" Checkbox aktiviert ist, werden gegenwärtige Messdaten in das Verzeichnis geschrieben, das durch "Path" spezifiziert ist, als default.s2p vor dem Verlassen des external Tools und auch jedes Mal, wenn ein Sweep-Zyklus vollendet wird.
Das erlaubt automatische Datenübertragung auf externe Tools.

**Anmerkung :** Sie müssen **ein externes Tool aktivieren, durch die Checkbox, ganz links,** um es sichtbar zu machen im Tool-Menü.

## Options

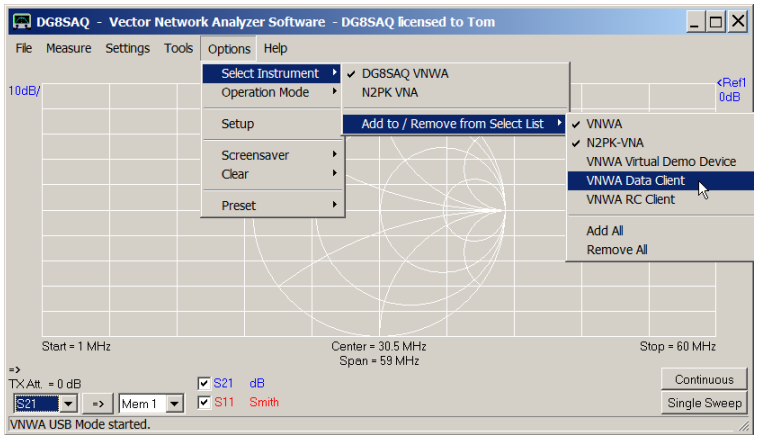
Das VNWA Mainmenu **"Options"** bietet die folgenden Funktionen an:

**Select Instrument** ist nur sichtbar, wenn N2PK Support aktiviert ist.
**Operation Mode**
**Setup** (VNWA, default)
**Setup** (N2PK-VNA, nur aktiviert, wenn N2PK Instrument ausgewählt ist)
**Screensaver**
**Clear** erlaubt, verschiedene Kombinationen von Data Spaces zu löschen. Löschen heißt, dass die Traces auf Null gesetzt werden.
**Preset**



## Options – Select Instrument

Der Menüpunkt "Select Instrument" erlaubt auszuwählen, welche Hardware-Architektur die Software VNWA.exe steuern soll.




Über das Add/Remove-Untermenü können Instrumente in der Auswahlliste sichtbar oder unsichtbar gemacht werden. Dies ist nützlich beim VNWA36.7.4 und bietet mehrere virtuelle VNWA-Instrumente.

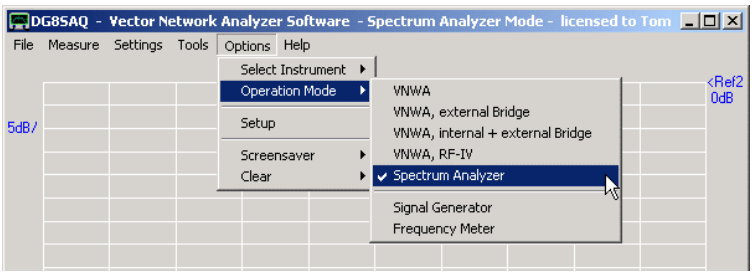
**Anmerkung :** Default-Hardware ist die DG8SAQ VNWA Hardware.

**Anmerkung :** Abhängig von der Geräteauswahl öffnet sich durch Klicken auf den Menüpunkt "Options" - "Setup" das spezifische Setup von dem ausgewählte Instrument.

## Options – Operation Mode

**Anmerkung :** Dieses Menü ist nur im VNWA Instrument-Mode sichtbar.

Der Menüpunkt **"Operation Mode"** erlaubt, verschiedene Operation-Modes für die VNWA Hardware auszuwählen:




### 1. VNWA

Das ist der Standard **Vektor-Netzwerk Analysator Mode** , welcher erlaubt, Vektor-Transmissions- und Reflektions-Messungen durchzuführen.

### 2. VNWA, external Bridge

Das ist ein Mode **nur** für **Reflektion-Messungen**, weil der **RX-Input** als Brücken-Detector für eine externe Reflektionsmessbrücke verwendet wird. Dieser Mode könnte nützlich sein, Antennen in einer stark BCI verseuchten Umgebung zumessen. Für weitere Details lesen Sie Seite "External Bridge Mode".

### 3. VNWA, internal + external Bridge

Das ist ein Mode für **zwei simultane Reflektions-Messungen**. Der TX-Port wird auf die normale Weise vewendet, während der RX- Port als Brücken-Detector für eine externe Reflektion-Messbrücke verwendet wird. Die interne Brücke wird zu S11 **mapped**, während die externe Brücke S22 dargestellt.
Beachten Sie, dass dieser Mode internes **anzapfen** des TX-Signals verlangt, mit einem externen isolierten Verstärker, um einen TX-Signal zur Verfügung zu stellen, für die externe Brücke, ohne eine Interferenz mit der internen Brücke zu verursachen.

### 4. VNWA, RF-IV

Das ist ein Mode, der einen externen-RF-IV-Testkopf benutzt, statt einer externen Brücke für Impedanz-Messungen. RF-IV erlaubt eine höhere Mess-Stabilität an extreme Impedanzen, wie erklärt wird auf der Seite, "How to Measure Impedances- General Considerations". Details über RF-IV können auf der Seite "RF-IV Mode" gefunden werden.

### 5. Spectrum-Analyzer

Die VNWA Hardware kann auch als ein rudimentärer Spektrum-Analysator verwendet werden. Details können auf der Seite "Spectrum-Analyzer and Tracking Generator Mode“ gefunden werden.

### 6. Signal Generator

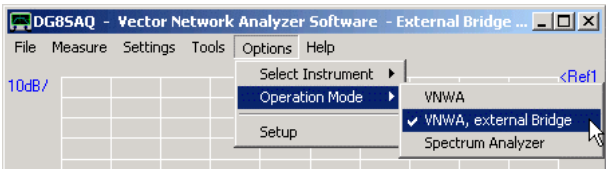
Die VNWA Hardware kann als ein rudimentärer CW Signalgenerator handeln. Details können auf der Seite "Signalgenerator Mode“ gefunden werden.

### 7. Frequency Meter

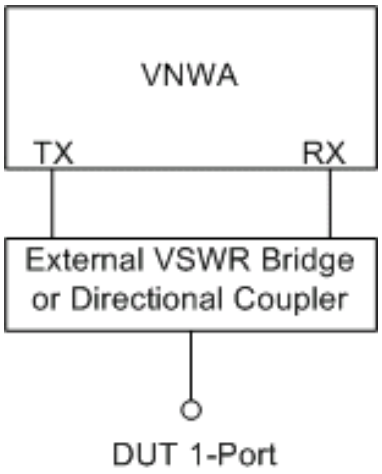
Die VNWA Hardware kann als ein sehr genauer Frequenzmeter verwendet werden. Siehe Seite "Frequency Meter Mode" für Details.

## External Bridge Mode

Die VNWA Hardware kann auch mit einer **externen Reflektions-Brücke** betrieben werden. Um das zu tun, wählen Sie den **Operation-Mode- VNWA, External Bridge**.




Die "Bridge" kann einfach ein **SMA-T-Stück** sein, oder hoch entwickelt wie ein **Directional Coupler** oder eine **Wheatstone-Brücke**.
Die Brücke wird mit seinen **Signal-Input** zum **VNWA TX Port** angeschlossen, und das **Bridge Voltage Output** an den **RX Port**, siehe unten.




Natürlich sind **nur Reflektion-Messungen möglich,** in dieser Einstellung.

Das Setup kann auf die normale Weise mit SOL kalibriert werden. Die Kalibrierungsstandards sollen an den DUT-Port der Brücke angeschlossen werden.
Mess-Ergebnisse werden **angezeigt in dem S11 Memory Space**. **Beachten Sie**, dass die Memory Spaces **S21 und S12 sinnlose Werte enthalten,** in diesem Fall, und sollten nicht angezeigt werden.

**Anmerkung :** Der Vorteil diesem Einstellung liegt in der Tatsache, dass ein **Attenuator Pad** zwischen Brücke und RX-Port eingefügt werden kann. Das könnte notwendig sein, wenn **Antennen-Impedanzen in starken BCI verseuchter Umgebungen** gemessen werden sollen. In solcher Umgebung können die BCI-Signale den internen VNWA-Bridge-Mixer übersättigen. Eine externe Brücken, gefolgt von einem z.B. 20-dB-Abschwächer, vor dem RX-Port, vermeidet eine Mixer-Sättigung. Natürlich wird das gewünschte, reflektierte Signal auch um 20 dB abgeschwächt, aber die Dynamik ist groß genug, um Reflektions-Daten mit der angemessenen Genauigkeit zu erhalten. Sie könnten auch die interne Brücke verwenden, in dem Sie Ihren 20-dB-Abschwächer an den TX-Port anschließen und den Abschwächer kalibrieren. Das würde auch die BCI-Signale mit 20 dB dämpfen, aber das gewünschte Reflektions-Signal würde um 40 dB gedämpft, da es den Abschwächer zweimal (hervor und zurück) durchläuft.

**RF-IV Mode**

RF-IV Mode ist ein Weg, die Mess-Stabilität für extreme Impedanzmessungen außerordentlich zu verbessern (sehr hohes Z, hohes Q L und C, sehr niedriges Z).

## Principle

Anstatt den Reflexionskoeffizienten S11 von einer Impedanz zu messen, und den Impedanzwert daraus zu berechnen, misst RF-IV die AC Spannung **V** und den AC Strom **I**, während es den unbekannten Scheinwiderstand durchläuft. Diese werden vom VNWA gemessen mit zwei getrennten Sweeps. Jetzt, warum sollte es vorteilhaft sein, eine Impedanz mit der RF-IV Methode zu messen, anstatt eine externe Brücke zu verwenden?

**Beispiel:**

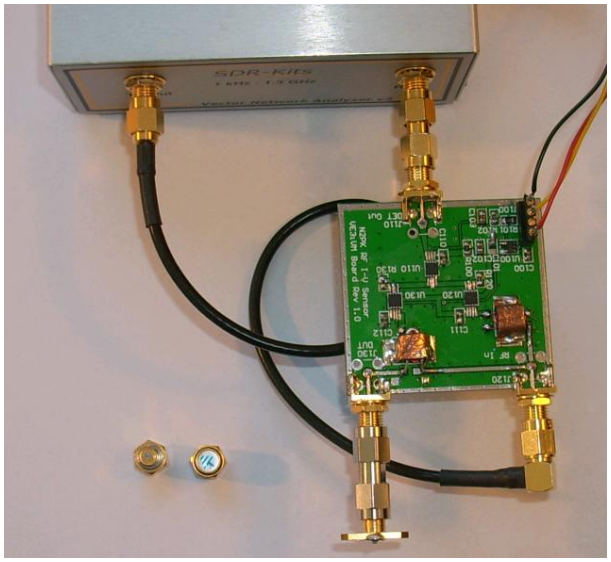
a) Brücken-Messung
Sagen Sie, Sie wollen einen Widerstand mit 50 KiloOhm messen, der 1000mal größer ist als die Normal-Impedanz von Z0=50 Ohm.
Ohne Mess-Fehler würden Sie S11 = (1000-1) / (1000+1) =0.998 messen.
Wenn das Instrument so driftet, dass der gemessene S11-Wert bei 0.1 % aus ist, werden Sie stattdessen S11=0.999 messen.
Diesen Wert verwendend, wird eine Impedanz von Z=50 * (1+0.999) / (1-0.999) =99.95 KiloOhm gemessen.
=> Wenn auch Ihre Testausrüstung eine Genauigkeit von 0.1 % anbietet, ist Ihr Z-Ergebnis **aus** bei etwa 100 % !

b) RF-IV Messung
Machen Sie jetzt dieselbe Messung mit der RF-IV Technik. Sie werden die Spannung **V** und den Strom **I** mit 0.1 % Genauigkeit messen.
VNWA wird die Impedanz Z=V/I berechnen. Weil **V** und **I** einen Fehler von 0.1 % zeigen, wird der Fehler für das Ergebnis Z bei etwa 0.2 % liegen, wahrscheinlich weniger, weil **I** und **V** von der Drift gleichermaßen betroffen sind, da beide mit demselben Detektor gemessen werden. Jetzt, vergleichen Sie das, mit den fast 100 % Fehler, mit der Brücke-Methode!

Zusammenfassend, ist die RF-IV Methode immer dann vorzuziehen, wenn die Impedanzen sehr dicht am Rand des Smith-Chart gemessen werden sollen.

## Hardware:

Ich habe meine Experimente mit einem RF-IV-Testkopf durchgeführt, der von Paul Kiciak N2PK entwickelt wurde und durch Ivan Makarov VE3IVM vertrieben wird. Den Bausatz finden Sie auf der Homepage von Ivan (http://www.makarov.ca/vna_payment.htm).
Der VNWA mit angeschlossenem Testkopf, siehe unten:

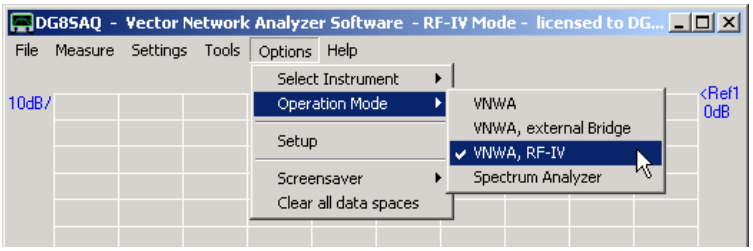


Das VNWA TX Signal wird in den Testkopf mit einem Coax Kabel eingespeist. Das **Test Head Detector Signal** wird zurückgeführt in den VNWA RX Input. Das Testobjekt (daneben die beiden Cal Standards) wird an den Testkopf angeschlossen.

Beachten Sie, dass der Testkopf eine 5 - 12V Gleichspannungsversorgung benötigt, die von der 5V VNWA USB Spannungsversorgung angezapft wird. Es wird ebenso benötigt, ein 0/3.3 - 5V Schaltsignal, um den I oder V Mess-Mode auszuwählen. VNWA verwendet das S-Parameter-Testsatz-Signal für diesen Zweck.
Beachten Sie, dass die Polarität des Steuersignals unwichtig ist. Selbst wenn I und V Sweeps getauscht sind wird, die Kalibrierung setzt es fest.

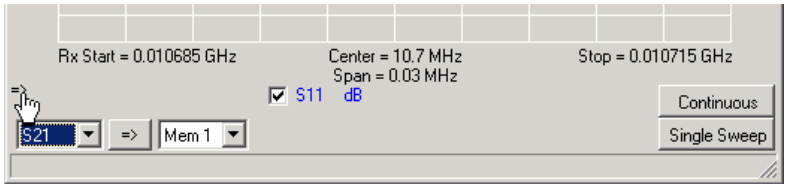
## Software Settings and Measurement

Um das RF-IV Prinzip zu verwenden, müssen Sie den VNWA zum RF-IV Mode schalten:




Anmerkung . Die blaue **main window title bar** zeigt auch den **RF-IV Mode** an, wenn diese ausgewählt ist.

Machen Sie jetzt eine normale SOL-Kalibrierung mit den gewöhnlichen **Short**, **Open** und **Load** Standards, die an den RF-IV-Head – DUT-Port angeschlossen werden. Beachten Sie, dass das VNWA jetzt zwei Kalibrierungs Sweeps pro Standard macht, eines für **I** und eines für **V**. Wenn dieses getan ist, **schließen Sie Ihren DUT an** und drücken Sie den **Single Sweep** oder **Continuous** Buton. Beachten Sie, dass wieder jede Messung zwei Sweeps (I und V) benötigt. Das Umschalten zwischen **I** und **V Kanal** kann kontrolliert werden, durch die VNWA Richtungspfeiländerung von Sweep zu Sweep:



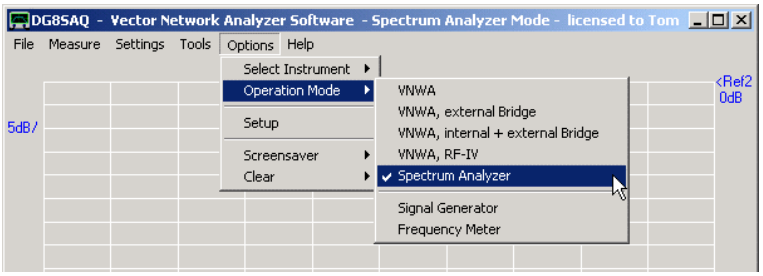

Anmerkung: Wenn Sie **S11** z.B. in einem Smith-Chart anzeigen, wird noch einen Reflexionskoeffizienten zu sehen sein. Aber in dem RF-IV Mode wird der Reflexionskoeffizient über die gemessene Impedanz berechnet.

## Spectrum Analyser and Tracking Generator Mode

### Spectrum-Analyzer

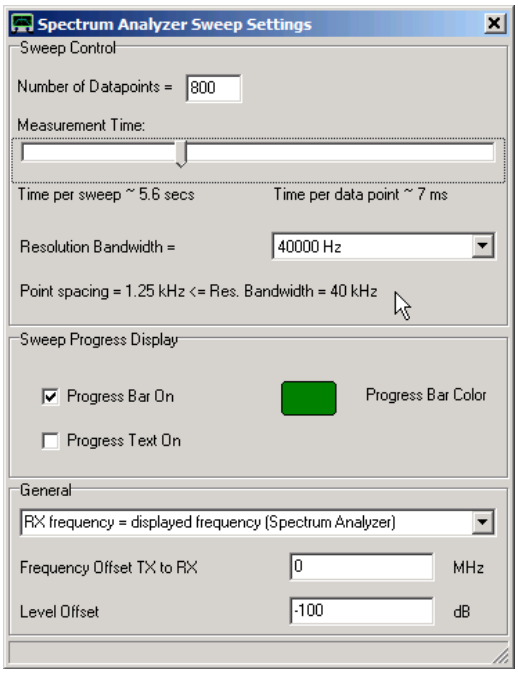
Der VNWA kann auch als ein rudimentärer Spektrum-Analysator verwendet werden. Weil der VNWA jedoch nicht als ein Spektrum-Analysator entworfen wurde, gibt es einige Beschränkungen. Innerhalb des VNWA wird das ungefilterte **DDS-LO-Signal** in den RX-Mischer gespeist, d. h. der Mischer wird mit dem ganzen Spektrum von LO-Signalen gespeist. Dieses führt zu, dass, wenn man ein reines Sinus-Signal in den RX-Input einspeist, kann man nicht nur die spektrale Linie des Eingangssignals beobachten, sondern auch viele **birdies oder geisterhaften Spektrallinien**, die in Wirklichkeit nicht da sind. Je höher die Frequenz, desto stärker werden diese Geisterlinien sein.
Deshalb empfehle ich, den SA-Mode nur an Frequenzen unter 100 MHz zu verwenden und mit dem höchstmöglichen LO-Takt- Vervielfacher (x20). Ein anderer Satz von Geisterlinien stammt von der Tatsache, dass der VNWA RX im SA- Mode als ein **Überlagerungsempfänger** arbeitet, der den RX Eingang empfindlich macht, subharmonische des Eingangssignals zu produzieren. Diese auffallen auf, durch ihre schmalere Form, verglichen mit den echten Spektrallinien.

Um diesen SA-Modus zu aktivieren, wählen Sie **"Options" - " Operation Mode " - "Spectrum-Analyzer" aus**.

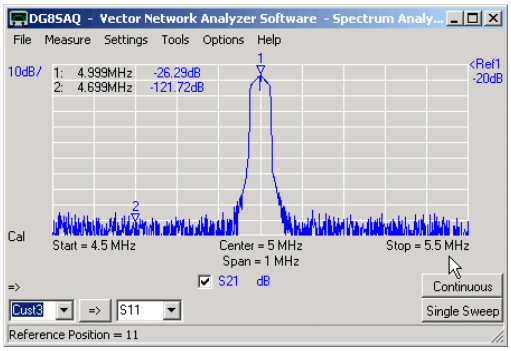



Dann geben Sie die Sweep-Parameter ein. Das folgende Bild zeigt die im Beispiel verwendeten Einstellungen.

**Warnung:** Beachten Sie, dass im SA -Modus (außer Sie benutzen den Trackinggenerator ) der **Frequency-Point-Spacing kleiner sein muss als die Resolution-Bandwidth**! Ist das nicht der Fall ist, geht das Spektrum verloren, z.B. könnte es Spektrallinien geben, die Sie nicht sehen können. Wenn die Einstellungen unpassend sind, wird der **Status-Text** (links vom Maus-Pfeils im oben genannten Bildschirmausdruck) rot dargestellt.

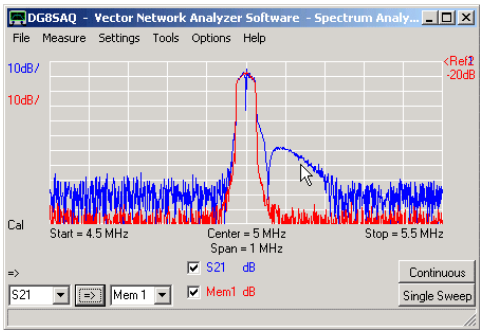



Ein 30 mVpp Sinussignal (= maximaler Level, das noch nicht zum Overload führt = 30 mVpp = -26.5 dBm = 2.25 uW ) wird in den VNWA RX Port eingespeist.




Anmerkung: Bei der Auswahl des Level Offset, kann die **Signalstärke** direkt in **dBm,** z.B. vom Marker 1, abgelesen werden.
Anmerkung: Es wird ein dynamischer Bereich von besser als 90 dB erreicht.
**Anmerkung :** Für die meisten Soundkarten wird der dynamische Bereich durch den DC-Offset der Soundkarten-ADCs beschränkt. Dieser DC-Offset kann effizient entfernt werden, durch eine **crosstalk thru calibration**, welches durchgeführt wurde, in allen gezeigten Messungen.

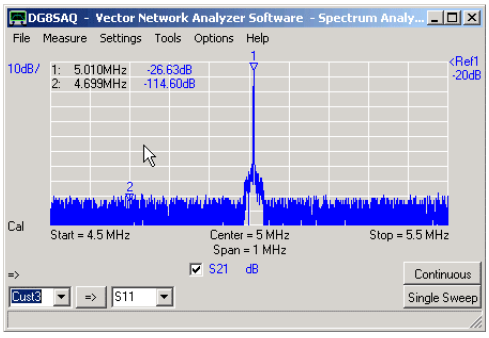
Die **Form der Spektrallinien** wird bestimmt, durch das **Frequency Response** der Soundkarte. Weil die **Null-Frequenz** im Zentrum der spektralen Linien liegt und Soundkarten AC-gekoppelt sind, gibt es eine kleine Kerbe im Zentrum jeder spektralen Linie, die gesehen oder nicht gesehen werden kann, in Abhängigkeit der Wahl des Frequenz Rasters.
Das Bild unten, vergleicht die Mess-Ergebnisse für zwei verschiedene **Sweep-Time Rates**. Die rote Spur ist identisch mit dem oberen Bild.
Die blaue Spur wurde mit der schnellsten, verfügbaren Sweep-Rate (0.2ms / Frequency point) gemessen




Anmerkung, das Verringern der Sweep-Rate vergrößert den Rauschpegel.

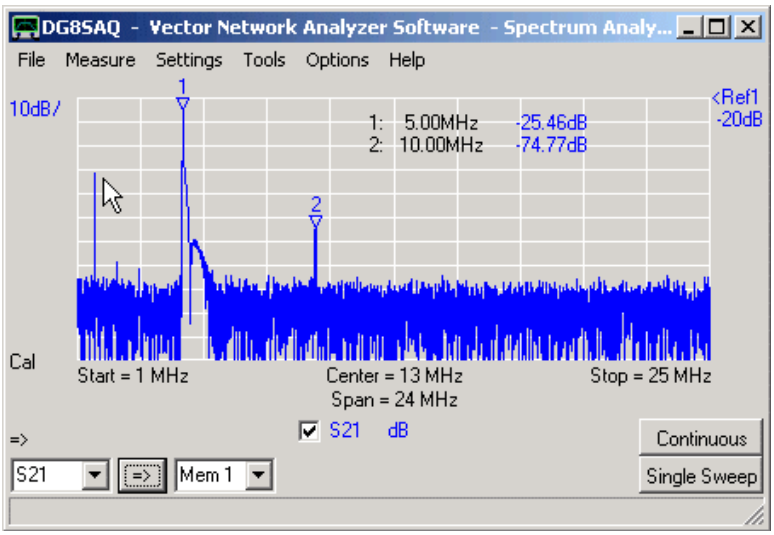
Also beachten Sie auch, dass, wenn die Sweep-Rate zu schnell ist, fängt das ZF- Filter (=Sound Karte) an zu „Klingeln“ (Feature über dem Maus-Zeiger), wegen der limitierte Bandbreite.

Das Bild unten, zeigt wieder dasselbe Signal mit einer niedrigeren Auflösungsbandbreite (**Resolution Bandwidth)** und langsamer **Sweep-Rate**. Die **Resolution-Bandwidth-Control** wird erreicht, durch Ändern der **Sample-Rate** und der Tatsache, dass der **Resampler** des **Windows Sound Systens** ein spezielles **anti Aliasing-Filter** verwertet, das für jede Sampling Rate passt.




Anmerkung: Die Rauschseitenbuckel sind wahrscheinlich Kunsterzeugnisse des Windows-Antialiasing-Filteralgorithmus.

Unten wieder wird dasselbe Signal in einer breiteren Frequenzspanne gesweept.




Wegen der schnellen Sweep-Rate ist das Klingeln sichtbar, auf dem rechten Saum der Hauptspitze an 5 MHz. Die erste Harmonische ist klar sichtbar bei 10 MHz. Bei niedrigeren Frequenzen werden unechte Signale gesehen, die aus dem ungefilterten Alias- Frequenzen des DDSes kommen. Einige von ihnen können durch ihre Breite identifiziert werden, welche die Hälfte der regulären Peakbreite ist.

### Tracking Generator

Beachten Sie, dass im Spektrum-Analysator-Mode, der TX Oszillator, die ganze Zeit als ein Tracking-Generator mit läuft. Sodass, in diesem Mode, der VNWA als ein **Skalarer Netzwerk Analysator** bedient werden kann.
Man kann noch eine SOLT Kalibrierung durchführen, aber die Phasen-Information ist nicht verfügbar.

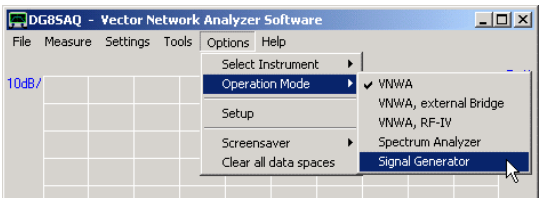
Der Vorteil, diesen Skalarmode zu verwenden, liegt in der Tatsache, dass die TX Frequenz durch einen Offset-Wert ausgeglichen werden kann, der im Sweep Menu spezifiziert ist und die Analyse-Bandbreite ist (20 Kilohertz) ziemlich groß. Das erlaubt **Übertragungseigenschaften von Frequenzmixern und Konvertern** zu messen, durch Verwenden eines externen Lokal-Oszillators, dessen Frequenz mit dem angegebenen Frequenz-Offset, zusammenfallen muss. Seine Stabilität muss mit der Auflösungsbandweite zusammenfallen.

## Signal Generator Mode

### Generator

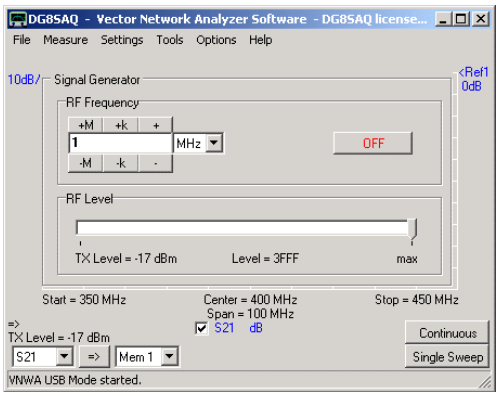
Die VNWA2 / 3-Hardware kann als einfacher CW Signalgenerator arbeiten und ausgeben eine variabler Amplitude einer Festfrequenz an seiner TX-Port. Außerdem ermöglicht der VNWA3 (E) , AM / FM-Modulation des Ausgangssignals einer Sinuswelle mit beliebiger Frequenz von bis zu etwa 3 kHz (VNWA Softwareversion 36.2.z und VNWA3 Firmware-Version 5.19 oder höher erforderlich).

Der Signalgenerator-Modus wird durch das Hauptmenü "Options-Operation Mode-Signal Generator" oder durch das Tastatur shortcut Strg-g aktiviert:

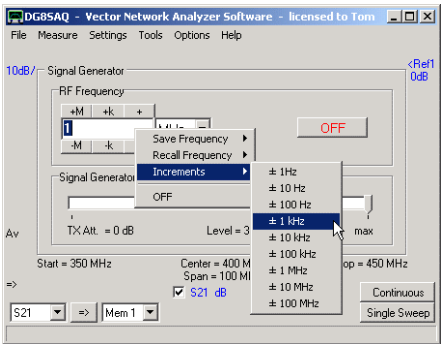



Der Signalgenerator-Mode ist nicht der einzige Mode, denn er kann auch aus anderen Modes aktiviert werden. Natürlich ist es nicht möglich, den VNWA als Signalgenerator laufen zu lassen und gleichzeitig einen Sweep zu starten. Ein Sweep-Start schaltet den Signalgenerator aus.

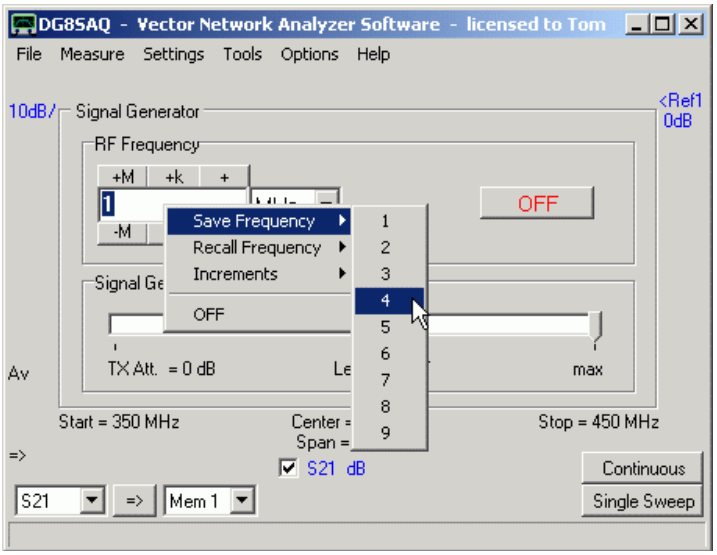
Wenn aktiviert, sind die Signalgenerator-Steuerungen sichtbar im Main Window:




- Der Signalgenerator kann ein- oder ausgeschaltet werden.
- Der Leistungspegel kann mit dem HF-Pegel Regler gesteuert werden oder indem Sie den Mauszeiger über den Leistungspegel ziehen und das Mausrad drehen. Letztere Steuerung verwendet sehr kleine Schritte.
Beachten Sie, dass diese Steuerung nur sichtbar ist, wenn Ihre VNWA Firmware die Leistungssteuerung unterstützt. Leistungssteuerung steht nicht zu Verfügung bei VNWAs via Parallelport-Schnittstelle.
Beachten Sie auch, daß der Signalgenerator-Leistungspegel unabhängig ist von der VNWA Netzebene. Beide Ebenen werden gespeichert und angewendet über den aktuellen Betriebsmodus.
- Die Frequenz kann verändert werden durch die Eingabe mit der Tastatur, mit den Pushbutons oder mit dem Mausrad. VNWA-Modus-Leistungspegel. Beide Ebenen werden abhängig von der aktuellen Betriebsart gespeichert und angewendet.
- Die Frequenz kann durch Editieren mit der Tastatur, mit den Drucktasten oder mit dem Mausrad verändert werden. Die Mausrad-Schrittgeschwindikeit kann durch Rechtsklick auf das Frequenzeingabefeld eingestellt werden:

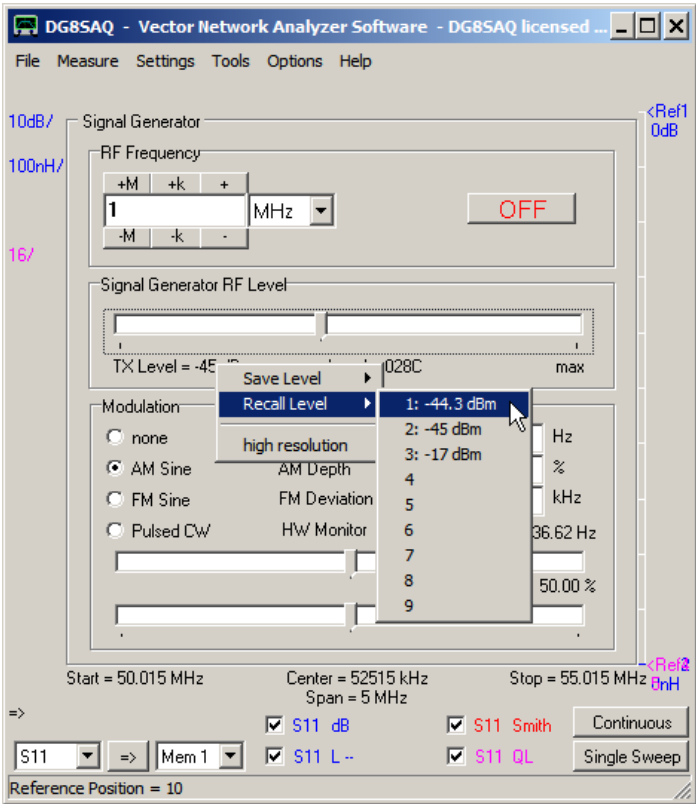


- Bis zu 9 Frequenzen können gespeichert oder aufgerufen werden, via Rechtsklicken auf das Menü.



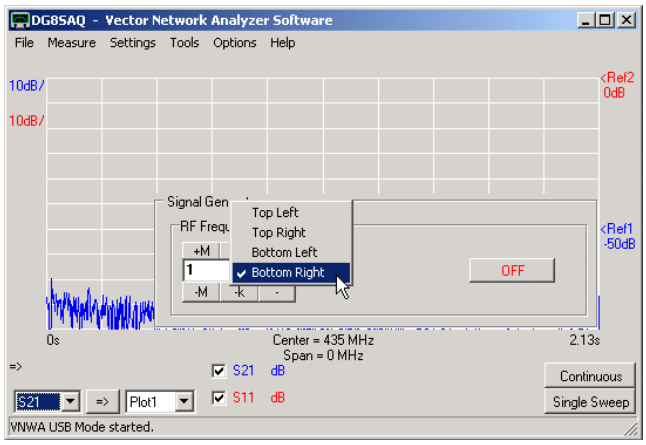

- Der Signalgenerator kann auch mit dem Rechts-Klick Menü ausgeschaltet werden. Alternativ kann es ausgeschaltet werden, durch auswählen jede andere Modes oder mit dem Tastatur Shortcut ctrl-g.

- Das Signal Generator-Panel kann ausgerichtet werden, zu einem der vier Hauptrasterecken, durch Rechts-Klick auf das Panel-Titel und Auswahl des gewünschten Ausrichtungs-Stils.




- Hier kann auch die angezeigte Pegelauflösung auf 0,001 dB (hohe Auflösung) erhöht werden.

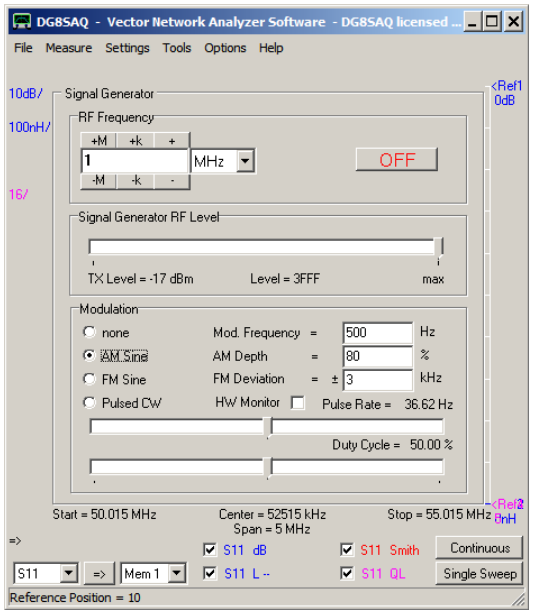
- Das Signalgeneratorfeld kann an einer der vier Hauptgitterecken ausgerichtet werden, indem Sie mit der rechten Maustaste auf den Bedienfeldtitel klicken und den gewünschten Ausrichtungsstil auswählen.



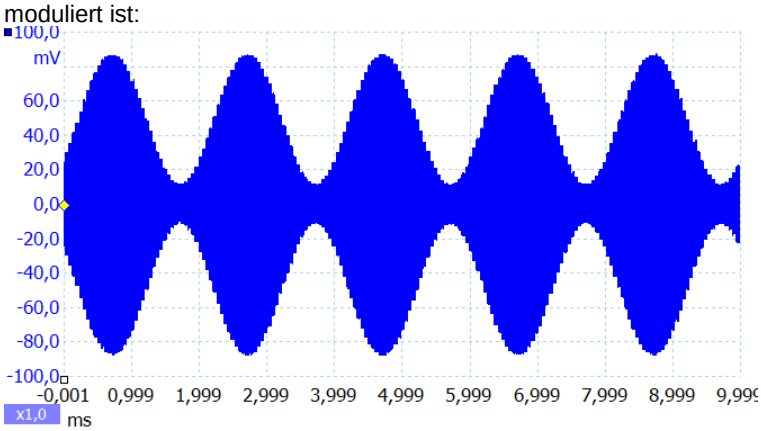

**Anmerkung:** Die VNWA Tastenkombinationen werden ausgeschaltet, während der Signalgenerator-Mode aktiv ist!

## Modulator

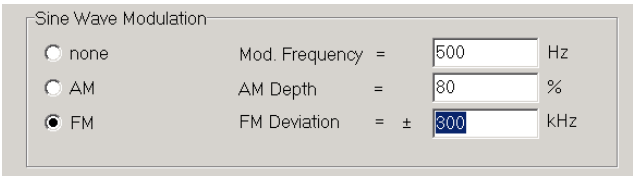
Wenn das System den Signal-Modulation unterstützt (VNWA3 (E), Software-Version 36.2.z oder höher, Firmware-Version 5.19 oder höher), dann wird die Sinuswellenmodulation Steuerung sichtbar:



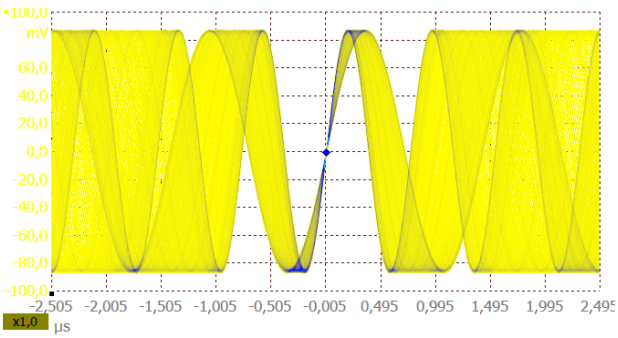

Die obigen Einstellungen erzeugen eine 1-MHz-Signalamplitude, die mit einer 500-Hz-Sinuswelle mit 80% Tiefe moduliert ist:



Beachten Sie die kleinen Schritte in der Modulation, welche sich aus der Tatsache ergeben, das die Modulationssinuswelle erzeugt wurde, durch Software DDS mit etwa 16 KHz Taktfrequenz und 8 Bit (=256 Schritte) Auflösung und einer digital ausgeführten Modulation. Dies stellt die Nyquist-Grenze auf etwa 8 KHz. Die tatsächliche Modulationsfrequenz sollte deutlich tiefer gewählt werden.
Gleiches gilt für die Frequenzmodulation, die durch digitales Schalten zwischen einer Maximalzahl von 256 diskreten Frequenzen erzeugt wird.

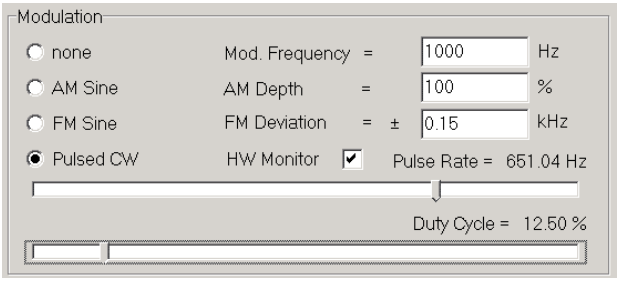



Die oberen Einstellungen erzeugen eine Frequenz von 1 MHz, moduliert mit einem 500Hz Sinus mit 300 kHz FM-Hub, d.h. das Ausgangssignal variiert zwischen 1,3 MHz und 0.7MHz:

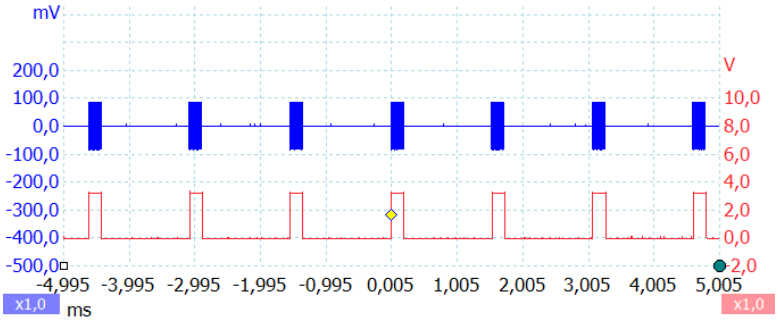



Beachten Sie, dass durch die digitale Steuerung der FM-Hub sehr genau ist und damit ist der VNWA sehr gut geeignet, um FM-Hub- Meter zu kalibrieren.

Ab der Software-Version VNWA36.3.8.3 und Firmware v5.22 ( nur VNWA3 / 3E), ist auch gepulste CW-Modulation verfügbar.




Mit den obigen Einstellungen wird eine Folge von HF-Pulsen erzeugt, mit einer Wiederholungsrate von 651 Hz und 12.5% Einschaltdauer( blauer Trace):

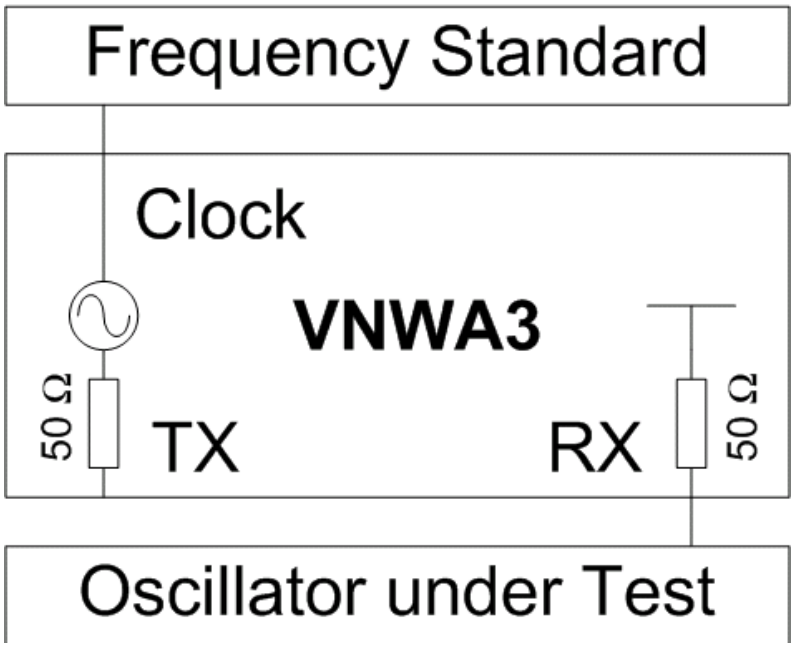


Wenn die HW-Monitor Checkbox aktiviert ist, wird eine synchrone digitale Hardware-Monitor-Impulsfolge auf dem Rotor Start/Stop-Steuersignal erzeugt. Dies kann für die Synchronisierung von Messungen mit den HF-Impulsen verwendet werden.
Beachten Sie, dass aus technischen Gründen, das Hardware Monitor Signal eine Verzögerung von 5 µs bezüglich der HF-Impulse zeigt.

Beachten Sie auch, dass die Modulation digital durchgeführt wird, vom VNWA an Bord MCU in Echtzeit, während die gleiche MCU den USB-Verkehr bewältigen muss. Wenn der verwendete USB-Port zu einem Hub Verteiler gehört mit einer Menge von USB-Verkehr, wird die Modulation unterbrochen, während die MCU die eingehenden USB-Signale verarbeitet. Dies führt zu Knackgeräuschen beim Hören des modulierten Signals in einem Empfänger. Kurt Poulsen OZ7OU hat dieses Phänomen im Detail untersucht und Leitlinien beschrieben, wie man diesen Effekt vermeiden kann, die auf der Seite **Optimizing of USB Traffic for Modulator use** gefunden werden kann.

**Frequency Meter Mode**

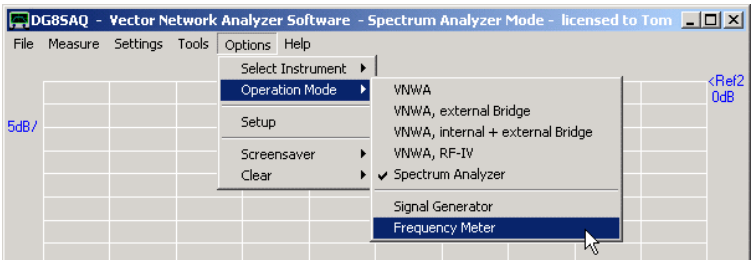
Der VNWA kann als ein sehr genaues Frequenzmess-Instrument verwendet werden.
Das zu analysierende Signal, wird auf den **RX-Port** des VNWA gegeben. Der VNWA wird im **Zero Spann -VNWA Mode** gesetzt.
**Bemerkung**: Dies ist kein Zähler. Die Frequenz wird aus Phasenmessungen bestimmt. Rauschen besitzt auch eine Phase, die gemessen wird, wenn kein Signal anliegt.
Die Frequenz wird bestimmt, durch messen der Phase des RX-Inputsignals gegen den VNWA Referenzoszillator in äquidistanten Zeitschritten.
Da die Winkelfrequenz der gemessenen Phase zeitversetzt ist, kann die Frequenz, aus der gemessenen Phase, berechnet werden.
Offensichtlich ist das Timing für diese Messung entscheidend. Deshalb kann es nur mit dem **VNWA im USB-Mode** durchgeführt werden, d. h. nicht mit einem VNWA mit LPT-Schnittstelle.
Im einfachsten Setup, wird die unbekannte Signalfrequenz gegen den internen Takt-Oszillator des VNWA gemessen, welcher im VNWA eingebaut ist und dieser hat eine Genauigkeit in der Größenordnung von ±1ppm.
Die Phasen-Messung ermöglicht eine noch viel höhere Mess-Präzision, sogar in kurzen Mess-Zeiten, deshalb lohnt sich, einen externen Frequenzstandard anzuschließen. Der VNWA3E hat einen optionalen externen Takteingang:



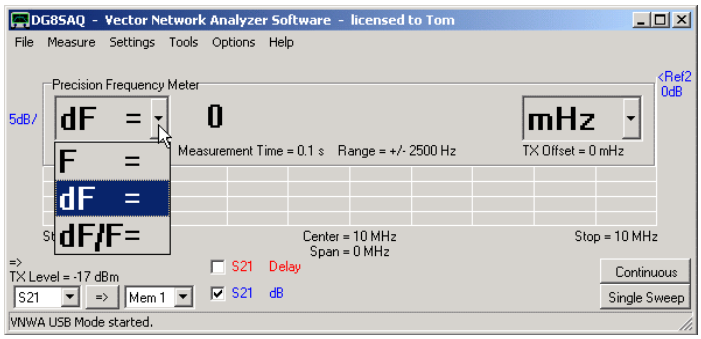

Stellen Sie sicher, einen ausreichend großen DDS-Takt-Multiplier zu verwenden, um Empfindlichkeitseinbrüche zu vermeiden. Es gibt mehrere Möglichkeiten, die RX Input Frequenz mit der VNWA Software,zu messen.

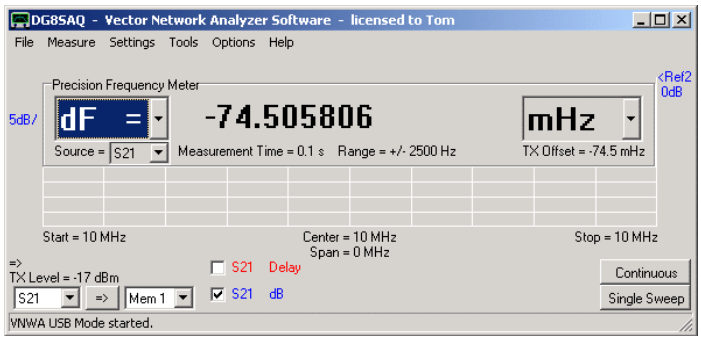
### 1. Frequency Meter

Das Frequenzmeter wird über das Hauptmenü " Options-Operation Mode " aktiviert:




**"Frequency Meter"** wird automatisch den **VNWA Mode** auswählen, den **Frequency Span auf Null setzen** und die **„Precision Frequency Meter“** Karte anzeigen.
Das Frequenzmeter kann anzeigen, die absolute Frequenz **F**, die Frequenzabweichung von der Mittenfrequenz **dF** oder das relative Frequenzverhältnis **dF/F**:

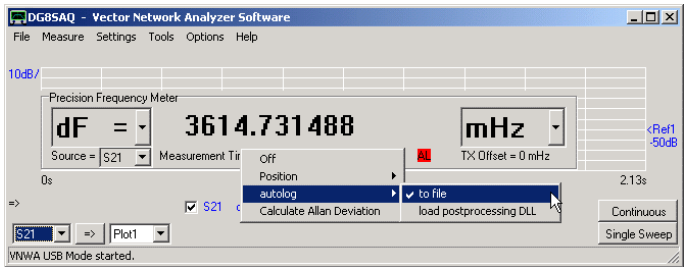



**Auswählbare Themen:**
- displayed Results: Frequenz **F**, Frequenzabweichung **dF**, relatives Frequenzverhältnis **dF/F**
- source: normalerweise S21, d. h. das RX Intput Signal wird analysiert
- unit: Im oben genannten Beispiel mit mHz = wird Millihertz ausgewählt

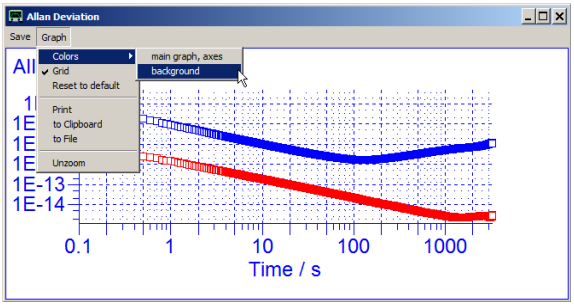
**Info-Themen:**
- Measurement time = Zeit pro Datenpunkt * Anzahl von Punkten. Das ist die Sweep-Zeit, die abhängig ist vom Sweep-settings. Das ist äquivalent zur **Torzeit,** von einem normalen Frequenzzähler.
- Range: Das ist der Frequenz-Bereich, um das Zentrum, in dem die Frequenzmessung möglich ist. Das ist abhängig vom Sweep Setting, "Time per Datapoint". **Je länger die „Time per Datapoint“, desto geringer ist das Messrauschen**, aber zur gleichen Zeit wird der erlaubte **Frequency Range** kleiner, wegen der zu Grunde liegenden Signalverarbeitung.
- TX Offset: DDSes haben einen sehr kleinen, aber noch begrenzten Frequenzkanalabstand. TX Offset zeigt an, um wie viel die aktuelle TX- Output-Frequenz abweicht von der angezeigten Mittenfrequenz. Das kann in der Ordnung von 100 mHz sein. Zur Info, die angezeigte Frequenz ist bereits um diese Abweichung korrigiert. Aber, beachten Sie das, dass wenn die TX Output Frequenz gemessen wird, werden Sie die Nullabweichung nicht messen, sondern diese begrenzte Abweichung, weil es die echte Outputfrequenz ist, wie im obigen Beispiel. Der TX-Offset ist bestimmt, durch die Takt-Multiplier und durch das VNWA Firmware-Runden-Verhalten. Deshalb muss der VNWA so angeschlossen werden, dass die Software diesen TX-Offset auslesen kann.

**Operation:**
Lassen Sie den VNWA sweepen, und das Frequenzmeter wird die gemessene Frequenz am Ende jedes vollendeten Sweep aktualisieren. Das arbeitet ebenso gut in dem **Single Sweep-Mode** und in dem **continuos Sweep-Mode**. Rechts anklickend, wird jeder Platz der Frequenzmeter-Tafel ein Popup- Menü öffnen:




Dort können Sie
- die Frequency-Meter-Tafel ausschalten
- Ändern Sie die Position oder Ausrichtung des Feldes relativ zum Hauptgitter, z. unten links wie oben zu sehen.
- **aktivieren Sie Messwerterfassung** in eine Textdatei. Die gemessene Frequenz (oder was auch immer Sie

beschließen, angezeigt werden soll) wird an einer Textdatei ihrer Wahl angehangen, zusammen mit der vergangenen Zeit, seit dem der erste Sweep gestartet wurde. Die aktivierte Daten Protokollierung wird durch das rote AL-Label angezeigt, siehe Maus-Zeiger oben. Diese Eigenschaft ist nützlich, für z.B. das vorherrschende Langzeitverhalten eines Quarzoszillators. Beachten Sie, dass alle Daten, an die ausgewählte Datei angehangen werden, d. h. alte Daten werden nicht gelöscht.
- Wenn die Frequenz , zusammen mit einigen anderen Parameter gemessen werden soll z.B. Spannung oder Temperatur, kann das durch Verknüpfen eines, vom Benutzers geschrieben, Dynamic Link Library (DLL), die am Ende jedes Sweep aufgerufen wird, und die dann die letzte Messung ausführt und dann das Ergebnis an die VNWA Software zurückgibt, so dass die externe Messung zusammen mit der gemessenen Frequenz auf dem gleichen Datenfile protokolliert werden kann. Ein dll-Codebeispiel, dass einen einfachen String zurückgibt, kann auf der Seite "Frequenzmesser Postprocessing dll" gefunden werden.
- Berechne die **Allan Deviation** (Abweichung) von Sweep Daten und speichern Sie sie in einen ASCII-Daten-File, zur Anzeige mit einer externen Software, z.B.

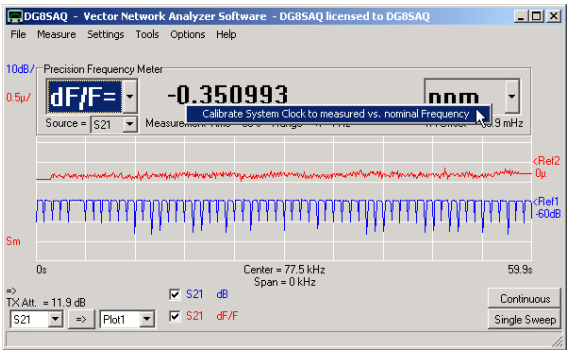



Beachten Sie, dass die Allan-Abweichung nicht nur aus den Daten berechnet und angezeigt wird, die im Quellfeld des Frequenzmessers angegeben sind, sondern auch aus allen Mem-Feldern, die im Hauptfenster angezeigt werden. Die Mem-Daten werden in der gleichen Farbe dargestellt wie im Hauptfenster.

Das Allan-Abweichungsdiagramm-Menü bietet die Option zum Konfigurieren des Diagramms, zum Speichern der Daten in einer ASCII-Datei, zum Speichern des Diagramms in einer Datei, zum Speichern in der Zwischenablage oder zum Drucken.
Beachten Sie das Cursor-Kreuz im obigen Diagramm, das durch Halten der linken Maustaste aktiviert wird. Beachten Sie auch die Cursorkoordinaten in der unteren linken Ecke des Diagramms.

Die Grafik ermöglicht auch das Zoomen von Boxen, indem Sie die Strg-Taste gedrückt halten, dann die linke Maustaste drücken und eine Zoom-Box mit der Maus zeichnen. Lassen Sie zuerst die Maustaste los und lassen Sie dann die Strg-Taste los, um einen Zoom aufzurufen.
Das Unzooming erfolgt über das Menü "Graph" oder indem Sie mit der rechten Maustaste auf das Diagramm klicken und Unzoom auswählen.

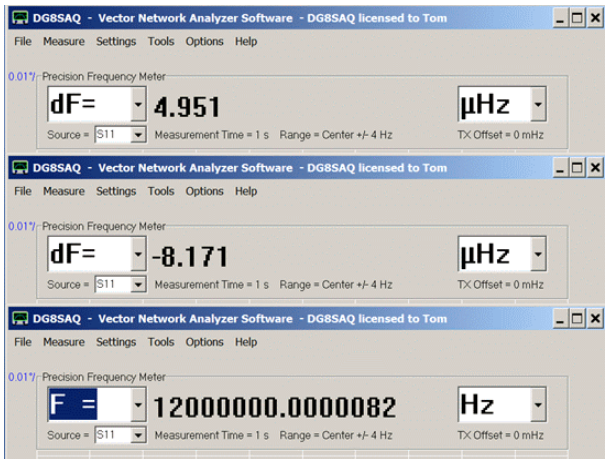
Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf den Zählerstand klicken, können Sie den VNWA-Takt auf die gemessene und angezeigte Frequenz im Vergleich zur nominalen Mittenfrequenz kalibrieren:




Einzelheiten finden Sie auf der Seite: **Calibrating VNWA System Clock using Frequency Meter**.

## 2. Accuracy

Um ein Gefühl zu erhalten, für die zu erwartende Mess-Genauigkeit, habe ich den VNWA3 internen TCXO gegen sich selbst gemessen, durch messen der TX-Outputfrequenz, die Quelle S11 auswählend. Klar sollte diese Messung, exakt reproduzieren, den angezeigten TX-Offset, d. h. dF=0 im unteren dem Beispiel. Die Zeit pro Datenpunkt wurde auf 100 ms gesetzt, was zu einem Bereich von +-4Hz führte. Es wurden 10 Datenpunkte pro Sweep ausgewählt, was zu einer Gesamtmesszeit von 1 Sekunde führte. Die Center-Frequenz war 12 MHz.



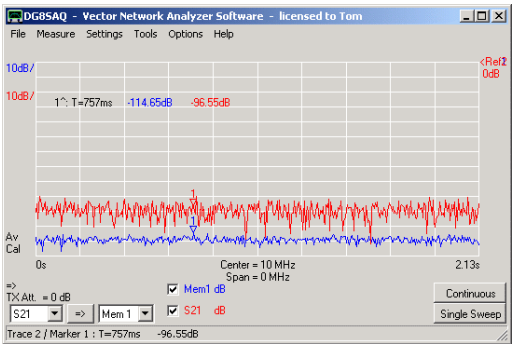

Das oben genannte Bild zeigt drei typisches Sweeps, von dem zwei dF anzeigen.
Mit den ausgewählten Einstellungen und 1 Sekunde Mess-Zeit, stellte es sich heraus, dass die Frequenz von 12 MHz gemessen werden kann, mit einer Genauigkeit ungefähr +-10 Mikrohertz!!!
Versuchen Sie jetzt, das mit einem normalen Frequenzzähler zu schlagen.

**Anmerkung :** Wenn Sie absolute Frequenzen anzeigen oder loggen wollen, können die Anzahl der Ziffern knapp werden , weil eine lange Nummer mit der doppelten Präzision entstehen kann. Oben ist die absolute Frequenzanzeige zu sehen.

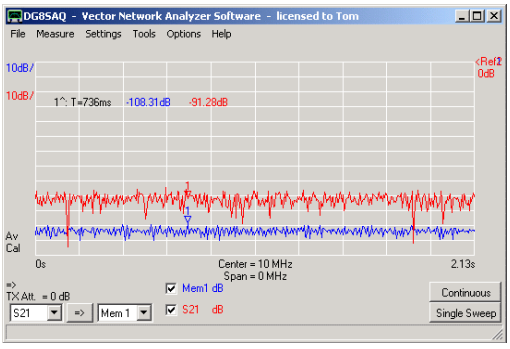
**Possible sources of mesurement error:**

Dank an Ulrich Bangert, DF6JB, der auf mögliche Fehlerquellen hinwies!

**a) Signal crosstalk:**
Wenn einige der Referenzsignale in den Mess-Signalkanal einsickern, wird ein Phase-Fehler daraus resultieren. Um die Bedeutung dieses Fehlers abzuschätzen, wurden getrennte Messungen mit dem VNWA3E Main Audio Codec…..




und dem Auxilliary Audio Codec durchgeführt:




**Long Time Averaging** wurde benutzt (blaue Spuren), um unter den System-Rauschpegel (rote Spuren) zu kommen.
Für beide Codecs ist das Signalübersprechen ganz unter 100 dB, d.h. die Überlagerungsamplitude ist weniger als 10 ^-5mal kleiner als die Signalamplitude. Das wird zu einem Phase-Fehler führen, der kleiner ist als 10 ^-5 rad.

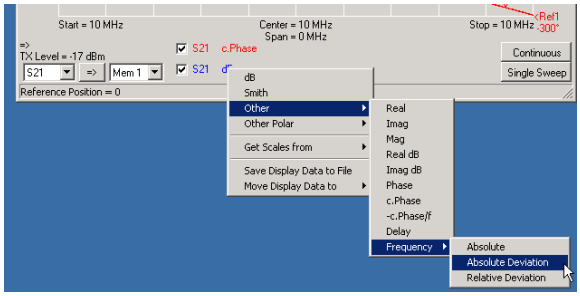
Also, innerhalb eines Analyse-Zeitabstands von 1 s, wird der Frequenzfehler kleiner sein als 10 ^-5 / (2*pi*1s) oder ungefähr 2 Mikrohertz. Für längere Mess-Intervalle wird dieser Fehler noch kleiner gemäß einem 1/Zeit Gesetz werden.

### b) DDS digital to analog converter (DAC) nonlinearities:

Wenn ein DDS samples ein Signal im Fractional-n-Mode (d. h. der DDS- Kern teilt das EingangsTakt-Signal durch eine non-integere Zahl, verschiedene Abteilungen der DAC –charakteristic werden samplen periodisch mit einigen sehr langen Wiederholungs-Raten. Wenn die DAC charakteristik zeigt Abweichungen vom idealen geradlinigen Verhalten, werden diese Abweichungen in die Phasenfehler übertragen, die sich langsam, abhängig vom Frequenzregister-Inhalt des DDS, ändern können. Diese Phase-Fehler können damit sehr genaue Frequenzmessungen stören. Sie können vermieden werden, indem sie sicherstellen, dass der DDS als ein integer Frequenzteiler arbeitet. Z.B, wenn zwei 10-MHz-Signale verglichen werden sollen, **verwenden Sie Takt-Multiplier und Premultiplier, welche das Vielfache von 2 sind.**

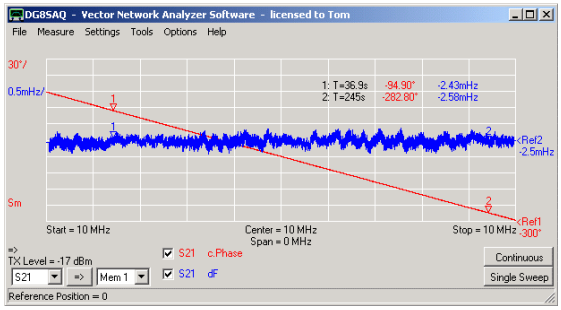
## 3. Frequency Trending

Wie oben erklärt, kann die Messwerterfassung verwendet werden, um Frequenz gegen Zeitdaten, für eine Stabilitätsanalyse, über einen langen Zeitraum zu erhalten. Über eine kurze Zeitspanne, kann die zeitabhängige Frequenz grafisch direkt angezeigt werden, unter Verwendung von Display-Typen **dF**, **F** oder **dF/F**:




### Beispiel 1

Das folgende Screenshot zeigt eine Messung von einem Rubidium-10-MHz-Frequenzstandard, während der VNWA3E ist getaktet wird, durch einen zweiten unabhängigen Rubidium-10-MHz-Frequenzstandard. Das Sweep ist mit 65000 Datenpunkten getan worden, über eine Gesamtzeit von 260 Sekunden:

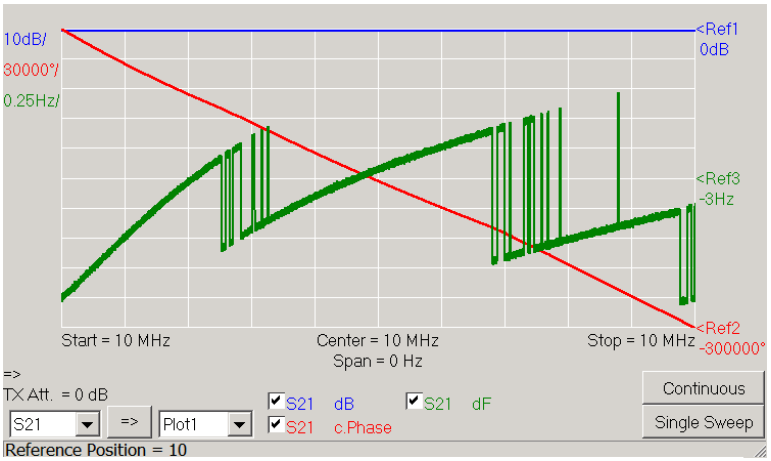



Wie man sehen kann, sind die Rubidium-Standards gegeneinander verstimmt durch ungefähr 2.5 Milli-Hertz, mit einigen zeitlichen Schwankungen (<+-0.5 Milli-Hertz), der fast unsichtbar ist, auf dem Phasen-Plot. Der Frequenz-Offset wird gezeigt, als lineare Phasen-Progression., Beachten Sie, dass numerisches Rauschen durch die Berechnung der Zeitabweichung der Phase (d. h. die Frequenz, blaue Spur) entfernt wurde durch Trace Smoothing über ein Zeitinterval von etwa 3 Sekunden. Bemerken Sie, dass diese Frequenzmarker die Zeit anzeigen, bei der der Datenpunkt gemessen wurde, nach dem Sweep-Start, anstatt der Frequenz für Zero Span, die hier verwendet wurde.

**Anmerkung :** Die maximale erlaubte Anzahl von Datenpunkten ist mit der VNWA Version 36.0 von 8192 auf 65000 gesteigert worden, für diese Anwendung.
Die Software kann sehr träge reagieren, wenn eine solche riesengroße Anzahl von Punkten verwendend wird!

### Beispiel 2

Ein anderes Beispiel für den Frequenztrend wird im nachfolgenden Image gezeigt. Hier wurde ein 10-MHz-Rubidium-Frequenzstandard gemessen gegen den VNWA3E internen TCXO. Die Sweep-Zeit war wieder 260 Sekunden mit 65000 Datenpunkten:




Angenommen, dass der Rubidium-Standard genau ist, muss der interne TCXO eine Abweichung ungefähr +3Hz +-1Hz haben oder +0.3ppm +-0.1ppm, was ausgezeichnet ist. Man kann klar sehen, dass die Temperatur-kompensation des TCXO ausgelegt ist, durch digitales schalten, auf kleine Frequenz-Drift. Die Wirkung sieht dramatisch auf dem Plot aus, wegen der sehr hohen Genauigkeit der Testeinstellung, aber tatsächlich ist es nur eine kleine Korrektur. Beachten Sie, dass die Phasen-Kurve glatt ist, während sich die Neigung nur ein bisschen ändert.

**Frequency Meter Postprocessing dll**

Der Frequenzmesser-Modus ist eine höchst präzise Methode, um die Frequenz eines Eingangssignals RX zu messen. Er ermöglicht auch die Protokollierung von der gemessenen Frequenz, zusammen mit dem Zeitpunkt der Messung, in eine Datendatei. Wenn die Frequenz, zusammen mit einigen anderen Parametern gemessen werden soll, z.B. eine Spannung oder eine Temperatur, kann das durch Verknüpfen eines vom Benutzers geschrieben Dynamic Link Library (DLL)geschehen, die am Ende jedes Sweeps augerufen wird, und die dann die externe Messung durchführt und das erzielte Ergebnis an die VNWA Software zurückgibt, so dass die externe Messung zusammen mit der gemessenen Frequenz in der gleichen Daten-Datei protokolliert werden kann. Ein dll- Codebeispiel, dass einen einfachen String zurückgibt, finden Sie hier:

Postprocessing DLL Code example (Borland Delphi 6)

```
library CounterDLL;

uses
        Windows,
        SysUtils,
        Classes;

{$R *.res}

procedure _Init; export; cdecl;
begin
FreeConsole;
AllocConsole;
writeln('UserDLL function "Init" called.');
end;

procedure _Close; export; cdecl; //called only once when dll is unloaded
begin
FreeConsole;
end;

procedure _Process(Data: PChar); //called only once when dll is loaded
        export; cdecl;
begin
writeln('UserDLL function "Process" called.');
StrPCopy(Data,'Hello World!' ); //called after every sweep, data is passed as a string to VNWA, max. size 128
characters
end;

exports _Init;
exports _Close;
exports _Process;

begin
end.
```

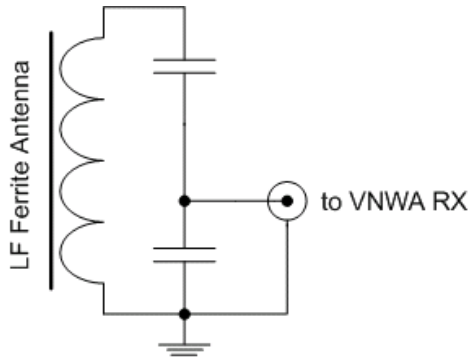
## Calbration VNWA System Clock using Frequency Meter

### General

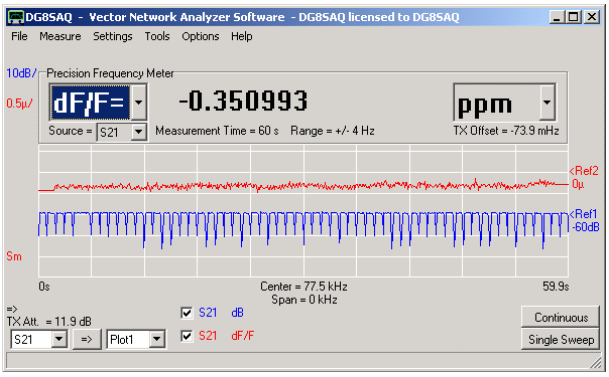
Die Frequenzmesser bietet eine sehr bequeme Möglichkeit, den VNWA Systemtakt zu kalibrieren, der die DDS-Chips ansteuert.
Einfach ein genaues Frequenz-Signal an den RX-Port des VNWA anschließen. Stellen Sie die VNWA Mittenfrequenz auf die nominalen Signalquelle. Lassen Sie den Frequenzmesser die Frequenz messen.
Dann rufen Sie den " calibrate Clock "-Befehl auf und die DDS Taktfrequenzen werden automatisch korrigiert.

### Simple high precision frequency source

LF und VLF Funkstationen beziehen ihre Sendesignale, im Allgemeinen, von einer sehr genauen Atomuhr. Z.B. der deutsche Zeitzeichensender DCF77 sendet ein Zeitcode auf 77,5 kHz, mit ausreichender Leistung, aus, um in ganz Deutschland und in den meisten Nachbarländern empfangen zu werden. Dessen Signal wird von einem sehr präzisen Caesium Fountain Uhr, bei der PTB in Braunschweig, abgeleitet.
Da der VNWA RX ein sehr empfindlicher Empfänger ist, ist eine einfache Ferritantenne ausreichend, um dieses Signal zu empfangen:



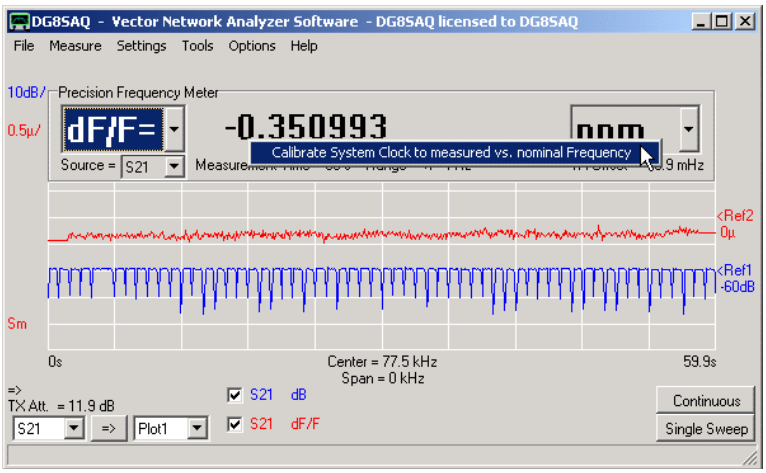

Die Kondensatoren sind so zu wählen, dass eine angemessene Übereinstimmung zu 50 Ohm erreicht wird, d.h. der Kondensator mit Masseanschluss, muss viel größer sein als der andere.
Viele Länder haben ihre eigenen LF-Sender zur Verteilung der Standardzeit und einer Standard-Frequenz.
Mit dieser einfachen Antenne habe ich das DCF77-Signal in 500 km Entfernung vom Sender gemessen:



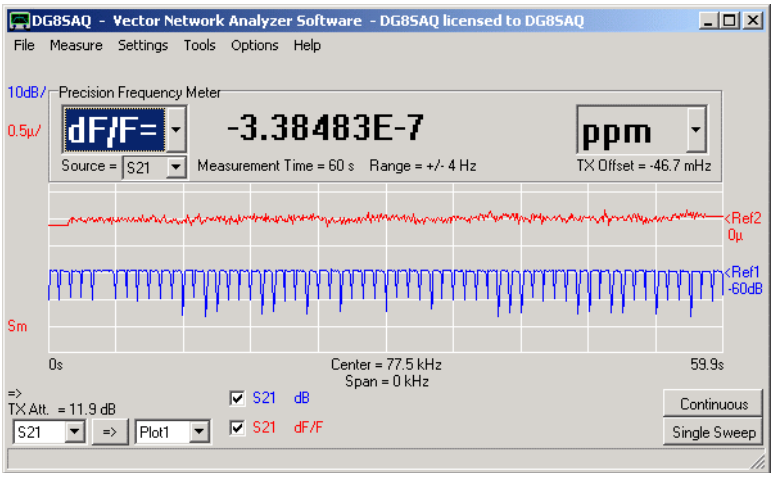

Man kann deutlich sehen, den amplitudenmodulierten Zeitcode, auf dem blauen Trace mit einer Amplitude Kerbe in jeder Sekunde, mit Ausnahme für die 59ste.
Der Amplitudenpegel von -60dB entspricht einer Signalamplitude am RX-Anschluss von etwa -88 dBm, nicht gerade viel.
Über einer 1-Minuten-Periode wird die Signalfrequenz gemessen, um -0,35 ppm ausgeschaltet zu sein. Natürlich ist es der VNWA TCXO, der wirklich aus ist, aber -0,35 ppm vom Standardwert ist gar nicht schlecht.
Die rote Linie wird mit 0,5 ppm pro vertikale Einheit angezeigt. Der rote Trace wurde durch einen gleitenden Durchschnitt über 2 Sekunden geglättet.

### Correcting the VNWA system clock

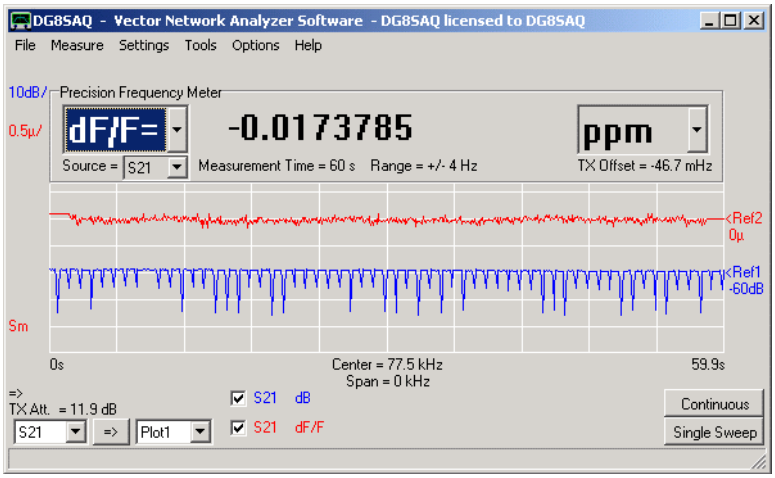
Die Korrektur des VNWA-System-Taktes ist jetzt sehr einfach. Rechtsklicken auf Frequency Reading...




... und rufe das **Calibrate System Clock Menu** auf. Die korrekte DDS -Takt-Frequenz wird berechnet und angewendet:

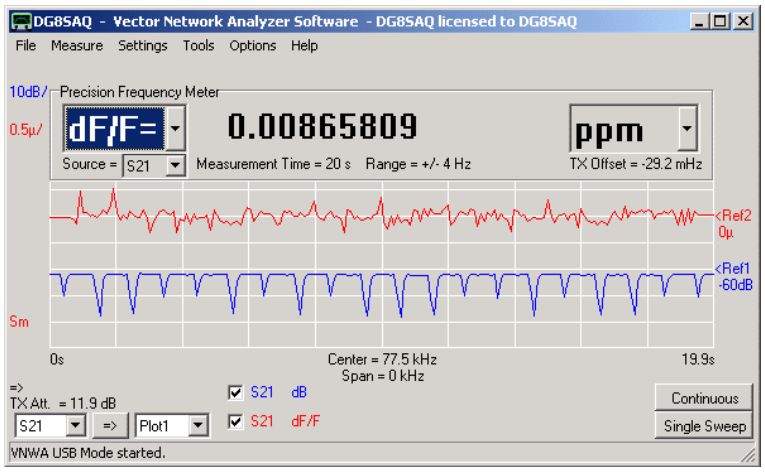



Beachte, dass der Frequenzversatz auf Null (abgesehen von Rundungsfehler) korrigiert worden ist.
Wenn wir noch einmal messen, wird das gemessene Frequenz-Offset viel kleiner sein als vor der Kalibrierung:

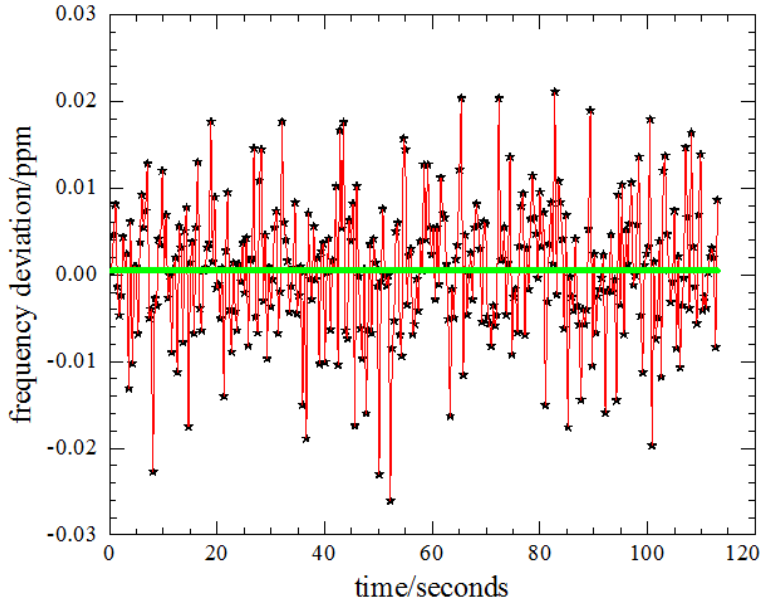



## Accuracy considerations

Um die Zuverlässigkeit eines Referenzsignal (-88 dBm!) mit einem so niedrigen Niveau, zu überprüfen, habe ich das DCF77-Signal gegen ein Rubidium Frequenznormal, über einen längeren Zeitraum, gemessen.
Hier ist der letzte 20 Sekunden Sweep über einen Zeitraum von 2 Stunden:

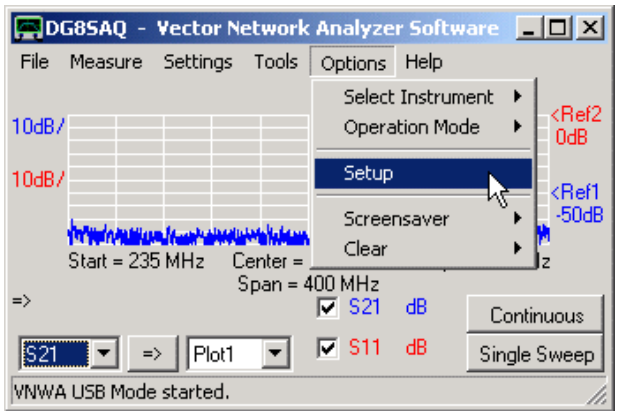



Die Frequenz-Auslösungen wurden über die vollen 2 Stunden von 11.00 Uhr bis 13.00 Uhr am Tage protokolliert. Jeder Stern ist eine 20 Sekunden-Frequenzmessung. Zur Übersichtlichkeit wurden die Messpunkte durch das rote Polygon verbunden.



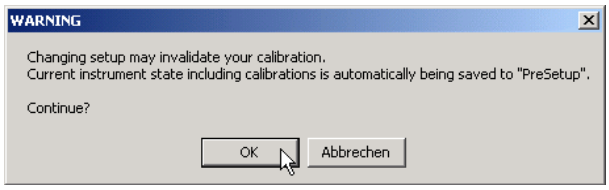

Keiner der 20 Sekunden Sweeps hatte eine Abweichung von mehr als + -0,03 ppm. Der 2-Stunden-Mittelwert (grüne Linie oben) ergab 0,0005 ppm oder 5 * 10 ^ -10, welches der Genauigkeit meines Rubidium-Standard entspricht.
So ist die gemessene Frequenz genau und eine 20 Sekunden Messzeit reicht aus, um zu kalibrieren bis auf + -0,03 ppm, was die Stabilität der meisten TCXOs überschreitet.

**Options – Setup (VNWA)**




Das VNWA Setup-Fenster erlaubt, alle **VNWA Hardware relevanten Einstellungen,** zu spezifizieren.
Ein schneller Einstiegsführer, um den Setup durchzuführen, kann hier gefunden werden.

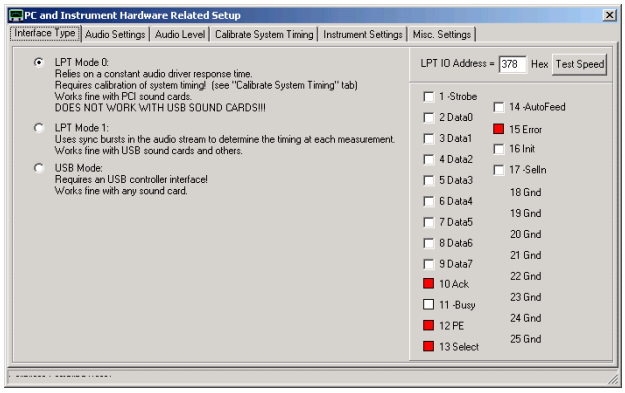
Wenn Sie versuchen, zum Setup zu gelangen, während eine Kalibrierung aktiv ist, wird eine Warnung ausgegeben werden:




Wenn Sie nicht jedes Mal gewarnt zu werden wollen, wenn das Setup öffnen wollen, können Sie die Warnung durch Drücken von ctrl-w, unterdrücken. Die Warnung kann durch Drücken von Strg-w wieder reaktiviert werden.

**The setup menu:**

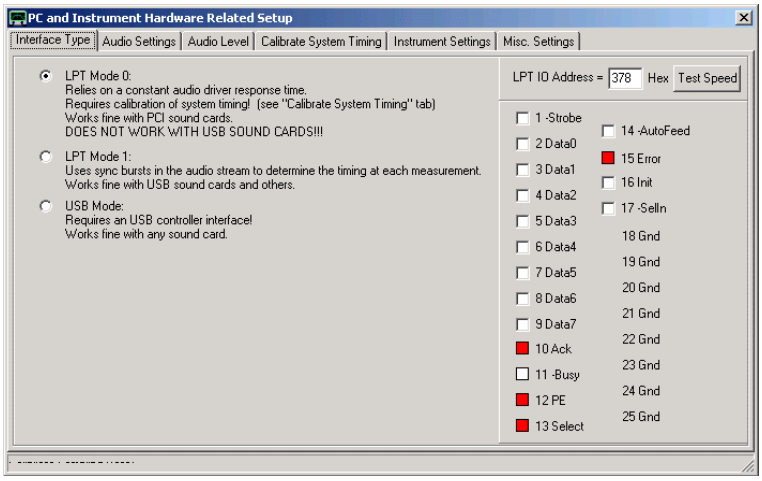
Das Input-Setup ist in mehreren Registerkarten organisiert, die sich öffnen, wenn sie angeklickt werden. Einige dieser Karten sind Context abhängig, d. h. sie sind nur sichtbar, wenn anwendbar, auf den ausgewählten Schnittstelle-Typ.




**VNWA Setup**

**Interface Type**
**USB Settings**
**Audio Settings**
**Audio Level**
**Calibrate System Timing**
**Instrument- Settings**
**Misc. Settings**

**VNWA Setup – Interface Type Tab**




Der VNWA kann über den PC-Paralleldrucker-Anschluss (LPT) oder den DG8SAQ USB_VNWA Schnittstelle kontrolliert werden.

Für die LPT-Kontrolle sind zwei Timing-Modes verfügbar:
**LPT Mode 0 ist** sehr experimentell und verlangt eine spezielle **System Timing Calibration**.
**LPT Mode 1** ist der sichere Mode. Wenn aktiviert, ist die **Calibration System Timing Registerkarte unsichtbar**.

Wenn der **USB-Mode** aktiviert wird, werden die ganzen LPT Steuerungen unsichtbar geschaltet.

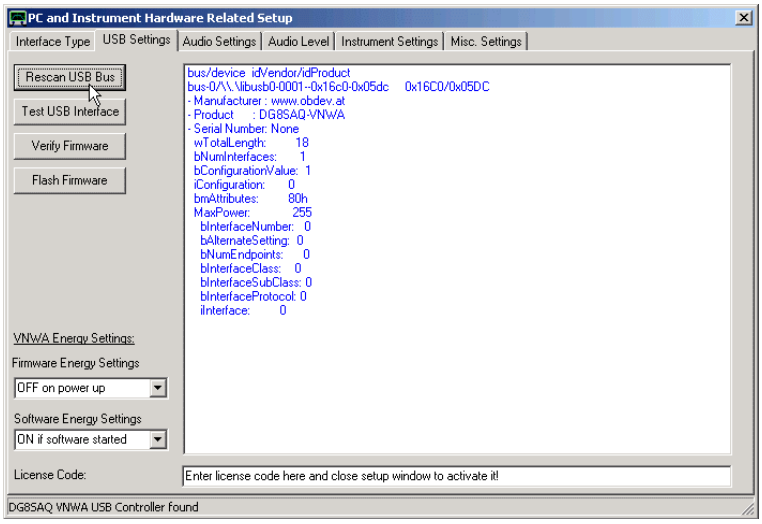
-Für die richtige Operation über LPT, muss die richtige **LPT IO Adresse** hier angegeben werden. Jede Adresse zwischen 0 hex und FFFF hex, kann eingegeben werden.

-Auch entscheidend für die richtige Operation über LPT ist die **minimum Transfer Speed**, die der parallele Anschluss erreichen muss. Das kann geprüft werden, indem "Test LPT"-Button gedrückt wird. Das Testergebnis wird in der Statuszeile, ganz unten, im **Setup Window** angezeigt . **Beachten Sie, dass dieser Test nicht überprüft, ob Ihre LPT Lines wirklich umschalten!** Nur die Porttreiber-Software-Geschwindigkeit wird bestimmt.

-Wenn Sie mit Ihrer LPT-Schnittstelle Schwierigkeiten haben, können Sie die Steuerungen rechts verwenden, um sie zu diagnostizieren. Die Checkboxes erlauben, statisches schalten jeder LPT-Port Output-Linie. Die Lampen erlauben, die Levels aller LPT-Input-linien zu detektieren. Beachten Sie, dass die **Inputs nur gelesen werden, wenn die Outputs vertauscht wurden**. Wenn Sie kein Scope haben, um die Levels zu überprüfen, können Sie sich ein Echoprüfungskabel anfertigen und die Umschaltaktionen hier kontrollieren. Beachten Sie, dass die Steuerungen dem LPT-Anschluss pinout Konfiguration ähneln.

## VNWA Setup – USB Setting Tab

**Anmerkung :** Dieses Tab ist nur sichtbar, wenn der USB-Schnittstellen-Typ ausgewählt wurde.




In diesem Tab, können Sie die **DG8SAQ USB_VNWA Schnittstelle** konfigurieren und prüfen.

**Rescan USB Bus:**
Dieser Button erlaubt, die PC USB-Schnittstellen für den DG8SAQ USB_VNWA Schnittstelle zu scannen. Wenn erfolgreich, werden die Geräteeigenschaften auf der rechten Seite aufgelistet, wie oben gezeigt.

**Anmerkung :** Der richtige USB-Gerätetreiber muss bereits installiert sein, für diesen Test.

**Anmerkung :** Um die folgenden Steuerungen zu verwenden, muss die USB-Schnittstelle mit einem **gültigen Lizenzschlüssel aktiviert** worden sein.

**Test USB Interface:**
Mit dieser Kontrolle wird ein Kommunikationstest zwischen PC und USB-Schnittstelle begonnen. Das Ergebnis wird in Statuszeile angezeigt, ganz unten im Fenster.

**Verify Firmware:**
Mit dieser Kontrolle können Sie die Firmware innerhalb Ihres USB-Geräts mit einer hex-Datei vergleichen, um herauszufinden, ob die zwei identisch sind oder nicht.

**Flash-Firmware:**
Mit dieser Kontrolle kann ein Firmware-Update zur DG8SAQ USB-Schnittstelle hochgeladen werden.

**Warnung: Sie können Ihre Schnittstelle beschädigen**, wenn Sie ungeeignete Firmware hochladen, oder wenn Sie den Stecker herausziehen oder unten Ihre USB-Schnittstelleausschalten, während der Firmware lädt hoch. Siehe nach den Details für die Upgrade-Prozedur.

**Firmware-Energy Settings:** Diese Einstellungen sagen der USB-Firmware, beim Einschalten des VNWA, unabhängig von der VNWA Software.
- *Off--- on power up:* Die Strom-Versorgung für den VNWA wird **nicht** eingeschaltet, wenn es in einen stromführenden USB-Ausgang eingesteckt wird oder beim Einschalten des PC.
- *On--- on power up:* Die Strom-Versorgung für den VNWA wird **automatisch eingeschaltet**, wenn es in einen stromführenden USB-Ausgang eingesteckt wird oder beim Einschalten des PC.
**Anmerkung :** Die frühere Einstellung hilft Energie zu sparen, wenn z.B. Batteriestrom verwendet wird. Die letzten Garantien dafür maximale Aufwärm-Zeit des Instrumentes.

**Software Energiy Settings:** Diese Einstellungen sagen der VNWA Software, beim Einschalten des VNWA:
- *VNWA always---off:* DieStrom-Versorgung für den VNWA wird immer ausgeschaltet. Diese Einstellung kann nützlich sein, für ein Reset der DDSes oder um Energie zu sparen.
- *VNWA always on:* Die Strom-Versorgung für den VNWA wird immer eingeschaltet. Diese Einstellung ist nützlich, um eine maximale Aufwärm-Zeit für das Instrument zu gewährleisten.
- *On---if Software startet:* Wenn die VNWA Software startet, wird der VNWA hochgefahren und bei Programmbeendigung, automatisch heruntergefahren. Diese Einstellung kann nützlich sein, um Energie in batteriebetriebenen Systemen zu sparen.

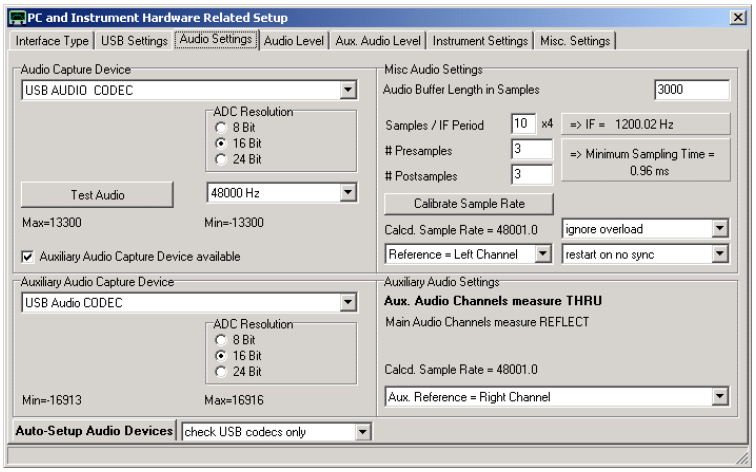
**License Code:**

Geben Sie hier einen gültigen Lizenzcode ein.

**Wichtig:** Sofort nach dem Zugang eines gültigen Lizenzcodes, werden Sie noch nicht im Stande sein, z.B. die USB-Schnittstelle zu prüfen.
Sie müssen **den Lizenzcode** zuerst **aktivieren**! Um den Lizenzcode zu aktivieren, müssen Sie **entweder das Setup Window schließen oder den USB-Bus rescanen.**

## VNWA Setup – Audio Setting Tab

Die Audio Settings Registerkarte erlaubt, für alle Soundkarten die relevanten Einstellungen zu kontrollieren.




### Audio-Capture Device

In dem **Audio Capture Device** werden alle Soundkarte-Einstellungen kontrolliert. Wählen Sie aus:

Für Windows Vista, Windows 7 und Windows 8 (oder wenn der Audiomixer deaktiviert ist) wähle
- das Audio Capture Device

Für Windows XP und früher mit aktivierten Audiomixer wähle (die Eingabefelder sind unterdrückt, im oberen Screenshot, weil der Audiomixer deaktiviert ist durch default):
- die verwendete *Soundkarte*
- *Recording* oder Capture, not playback!
- eine *Stereolinie-In oder Mikrofon- Input, nicht Lautsprecher*

Für alle Windowssysteme:
- eine Standard Sampling Rate von 48 Kilohertz wird empfohlen. Tiefere Sampling Rates reduzieren nicht nur die CPU-Geschwindigkeit, sondern erniedrigen auch das Signal- Rauschverhältnis. Höhere Abtastraten werden gewöhnlich erreicht, durch Resampling des 48 k Stroms des USB-Sound-Codecs.
- die *ADC Resolution* der ausgewählten Soundkarte. Wenn eine niedrigere Auflösung gewählt wird, als verfügbar, wird nur die ausgewählte Anzahl von Bits verwendet. Wenn eine höhere Auflösung ausgewählt wird, werden die nicht verfügbaren Bit mit Nullen aufgefüllt, aber auf Kosten der CPU-Zeit. Das 8-Bit-setting wird nur zu Bildungszwecken verwendet, um die Effekte des Quantifizierungsrauschenes zu demonstrieren.

**Anmerkung :** **24 Bit Capturing** arbeiten nur auf Windows XP und älter.

Die richtige Operation der Soundkarte kann mit dem Button "Test Audio" geprüft werden. Die Labels unter dem Button zeigen das kleinste und größte Sample innerhalb eines Datenblocks. Die Audiodaten können im "**Audio Level**" Tab visualisiert werden. Außerdem können die Aufnahme Levels dort gesetzt werden.

**Anmerkung :** Einige der **Audio Capture Device controls** werden auf Vista-Rechnern unterdrückt, so müssen diese Einstellungen über Windows-Vista getan werden, in diesem Fall.

**Anmerkung :** Die meisten Steuerungen werden inaktiv , wenn "Audio-Test" aktiviert wird. Außerdem kann das setup-window nicht sofort geschlossen werden, in diesem Fall.

### Misc. Audio Settings

Verfügbare Steuerungen:

- **"Buffer Length in Samples"** gibt die Länge jedes Ringpuffersegmentes an. Empfohlen ist 3000. Kürzere Länge, bedeutet, häufigeres Bildschirm-Update, auf Kosten der zunehmenden CPU-Auslastung. Experimente zeigen, dass Windows nicht hinreichend zurechtkommt, mit Puffern kleiner als 800 Samples.

- **"Samples / IF period x4"** spezifizieren der **IF Frequenz** . Beachten Sie, dass die eingegebene Anzahl mit 4 multipliziert wird. Also, wenn 10 eingegeben ist, bedeutet dass, 40 Samples pro **IF Periode**. Bei einer Sample-Rate von 48 Kilohertz, führt das zu einem **IF** von 48 Kilohertz / 40 = 1.2 Kilohertz, welches neben dem editieren Feld angezeigt wird. Die höchste selektierbare **IF** ist 12 Kilohertz bei 48-Kilohertz-Sampling-Rate, die auch die höchste ist, die mit dem verwendeten USB-Sound-Codec arbeitet, welches eine beschränkte Bandbreite von 20 Kilohertz hat.

- **"# Presamles" spezifiziert** die Anzahl der Samples, die nach einer Frequenzänderung zugelassen werden. Empfohlen ist 3.

- **"# Postsamples" spezifiziert** die Anzahl von Samples, die vor einer Frequenzänderung ausgelassen werden. Empfohlen ist 3. Presamples und Postsamples sind Sicherheitsspannen, um mit den Schwankungen zwischen dem Sampling-Takt und dem CPU-Takt, fertig zu werden. Es soll vermieden werden, dass Daten analysiert werden, die aufgenommen wurden, während der VNWA ein Frequenzupdate erhielt, wegen resultierendem Digitalrauschen.

**Anmerkung :** Eine Messung ist nur möglich, wenn mindestens eine **IF** Periode + das Presample + das Postsample in das ausgewählte **Mesurement Time per Datapoint** passen. Die minimale notwendige Mess-Zeit wird angezeigt. Wenn eine kürzere M**esurement per Datapoint** ausgewählt wird, gibt es einen Timing-Konflikt, und die Software wird sich weigern zu sweepen.

**Hinweis:** Für Messungen im 0.1...20 KHz Bereich, ist es vorteilhaft, das **niedrigstmögliche IF** manuell auszuwählen, und verwenden Sie eine **lange Measurement Time per Datapoint**. Das vermeidet Interferenzen von RF und IF in der Soundkarte.

-"**Calibrate Sampling Rate**" Button: Es ist erforderlich, dass die Soundkarten-**Sampling Rate** gut bekannt ist, um die Daten in dem richtigen Zeitrahmen des Audiostromstroms, abzurufen. Deshalb muss die Sampling Rate einmal verglichen werden mit der CPU-Clock, durch Ausführen dieser Kontrolle. Beachten Sie, dass eine Kalibrierung nur möglich ist, wenn ein VNWA angeschlossen ist. Das Verfahren benötigt 30 Sekunden.

- Pulldown Control **"Reference = Right Chanal"**: Verwenden Sie diesen Button, um zu kontrollieren, welchen Audiokanal die Software als **Reference Chanal** interpretiert.

- Pulldown Control **"ignore Overlaod"**: Die VNWA Software entdeckt potenzielles Signalclipping im Audiostrom. Verwenden diese Kontrolle zu bestimmen, wie Sie, bei dieser Overload-Bedingung, handeln müssen.

Mögliche Wahlen:
-***ignore Overload*** *ignorieren Sie Overload*
***-Stop after Sweep on Overload*** *stoppen Sie den Sweep bei Overload*
-***immediately Stopp on Overload*** *stoppen Sie sofort bei Overload*

- Pulldown Control „**continue on no Sync**“ **"**fahre fort bei – keine Syncronisation**"**: Diese Kontrolle zeigt nur die Wirkung an, für den LPT Mode 1 und den USB-Mode, wie beide sync bursts verwenden. Gelegentlich können sync bursts, wegen anderen Windows-Actionen, verloren gehen. Wählen Sie aus, wenn Sie Sweep fortsetzen wollen, starten Sie ein Sweep wieder oder hören Sie auf zu Sweepen, wenn eine Syncronisation verloren geht. Empfohlen wird "Restart Sweeping".

Mögliche Wahlen:
-***stop on no sync*** *halten Sie an,bei keine Syncronisation*
-***restart on no sync*** *Wiederanfang, bei keiner Syncronisation*
-***continue on no sync*** *fortsetzen, bei keiner Syncronisation*
***Silent restart on no sync*** *-stiller Wiederanfang bei keiner Syncronisation*
im **Silent restart-Mode wird das**, "no sync" Label auf dem main window unterdrückt. Diese Einstellung könnte auf einem langsamen PCs nützlich sein, wo z.B. das Bewegen eines Markers zu einer Bedingung, no Sync , führen könnte.

**Auxiliary Audio Settings**

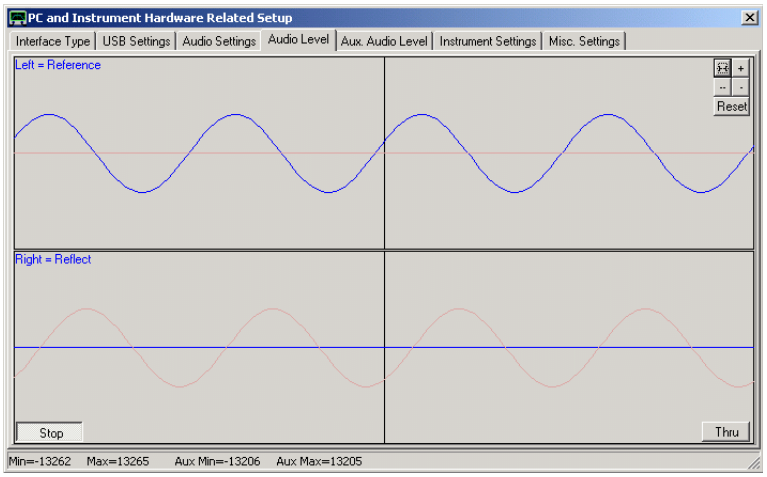
Wählen Sie hier aus, welche der zusätzlichen Codecs Kanäle ist die Referenz-Kanal.

**Auto-Setup Audio Devices Button**

Es ist ziemlich mühsam, durch das Audio-Setup manuell zu gehen. Daher bietet die VNWA Softwareversion 36.2.z und neuer, die Auto-Setup-Audiodevice Taste.
Durch Drücken dieser Taste wird das komplette Gerätesetup übernommen! Mehr Details der Auto-Setup-Funktion finden Sie auf Seite **Automatic Configuration of the Software for Usage with a DG8SAQ VNWA** (Auto-Setup).
Das Auswahlfeld, neben der Auto-Setup Audiogeräte Taste, kann benutzt werden, zur Beschleunigung der Audiodevice Auswahl, durch Unterdrückung der Auswertung der Nicht-USB-Audio-Devices, die normalerweise nicht für die VNWA verwendet werden (es sei denn, Sie haben Ihre Hardware modifiziert werden, um dies zu tun)

## VNWA Setup – Audio Level Tab

Die **Audio Level-Registerkarte** ermöglicht eine visionelle Vorstellung von eingehenden Audiodaten und das Kontrollieren der Aufnahme-Levels.




Beachten Sie, dass die schwachen roten Spuren nur sichtbar sind, wenn ein zweites **Auxilliary Audio Device** aktiviert worden ist. Dieses Hilfsaudio Level kann auch der "**Aux. Audio Level**" Registerkarte studiert werden.

Controls

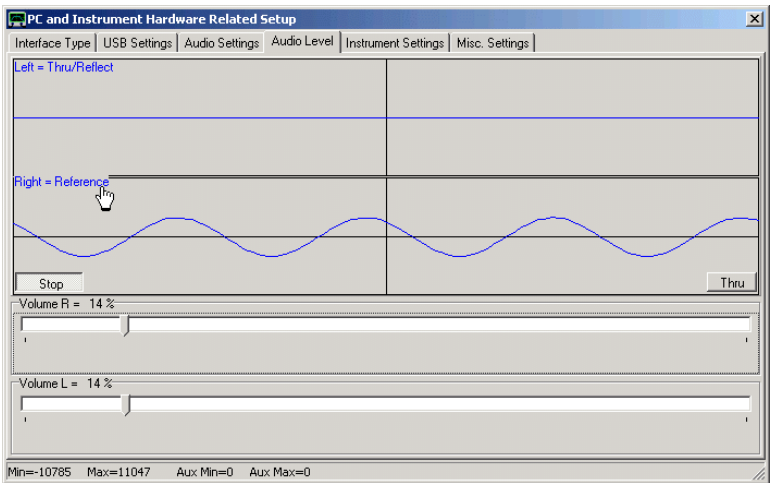
-"**Start / Stop**" Button: Verwenden Sie es, um Sampling zu starten und stoppen. Wenn der VNWA angeschlossen ist, sollte das Referenzsignal immer sichtbar sein. Im oben genannten Beispiel geht das Referenzsignal auf den **Lower Right Channel** ein.

-"**Thru / Reflect**" Button: Es schaltet das Instrument um, zwischen **Thru** und **Reflect Measurement**. Im oben genannten Beispiel, ist das Instrument im **Thru** Mode, ohne eine Verbindung von TX nach RX. Deshalb kommt **kein Thru- Signal** an.

- **"Channel Labels"**: Links-Klick auf die **blauen Channel Labels** (Link =..., Recht =...), um die **Reference Channel Selection**, zu ändern. Alternativ, kann diese Einstellung auch im "**Audio Setting** " Label geändert werden.

**+,++,-,--, Reset Buttons**: Mit diesen Reglern ist eine Feineinstellung der **VNWA IF Frequenz** möglich. Das Ziel ist es, die Sinuswellen, so wenig wie möglich, zu bewegen. Auf meisten Maschinen ist diese Anpassung weg-gelassen worden. Auf einigen Maschinen, zeigen S-Parameter-Messungen sehr kleine nichtstatische Schwingungen, die entfernt werden können, durch richtiges Abstimmen von IF.
**WICHTIG:** Kalibrieren Sie die **Codec-Samplerate** und die VNWA Taktfrequenz vor dem Anwenden dieser Steuerungen, ansonsten kann die Abstimmung schlechte Dinge machen.

Wenn das ausgewählte **Audio Capture Device** ist **kein** VNWA2 oder VNWA3 internes Device, aber z.B. die PC-Hauptplatinen-Soundkarte ein Gerät ist, die im Allgemeinen **Hardware Capture Level Control** unterstützt, dann annitional Volumenschieberegler werden sichtbar (nicht in Windows-Vista oder später):



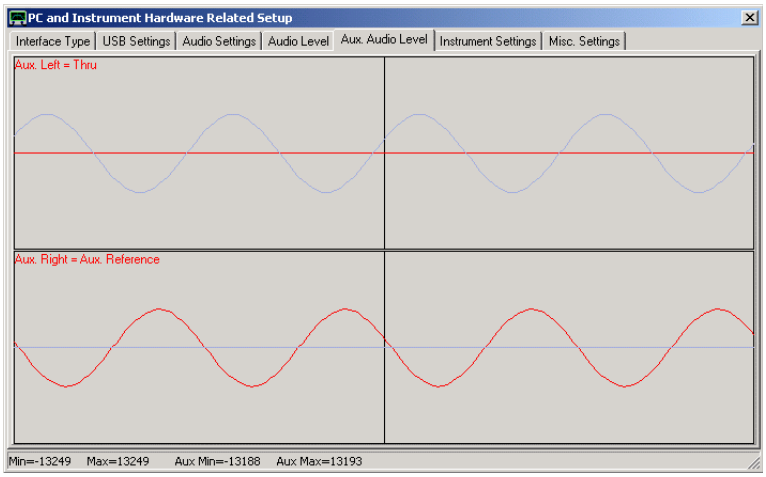

- **Volume sliders**: Verwenden Sie diese Regler, um die Aufnahme-Volumina zu kontrollieren. Stellen Sie sicher, dass die Audio Levels höchstens ca. 50 % der angezeigten vertikalen Spanneweite beträgt. Bei 100-%-Level werden die Spitzen gekappt. Beachten Sie dass der Unterschied zwischen 50-%-und 100 % Spannweite nur 6 dB ist. So ist es nicht angebracht, an die Grenze zu gehen und zu riskieren, dass die Spitzen gekappt werden. VNWA warnt bereits bei einer Überlastung von 90 % Level, während eines Sweeps.

**Anmerkung :** Volumen Schieberegler sind nicht auf Vista und Windows7 / 8 Rechnern verfügbar. Die Lautstärke muss über Windows-Mixer in diesem Fall, eingestellt werden.

**Anmerkung :** Es ist nicht möglich, das Setup-Fenster während eines aktiven Sampling zu schließen. Ein Versuch, dieses zu tun, wird das Sampling stoppen, aber nicht das Fenster schließen. Versuchen Sie, in diesem Fall, das Fenster ein zweites Mal zu schließen.

## VNWA Setup – Aux. Audio Level Tab

Der **Aux. Audio Level-Tab** erlaubt, sich eingehende Audiodaten auf dem zweiten Auxilliary-Sound-Device zu visionalisieren.



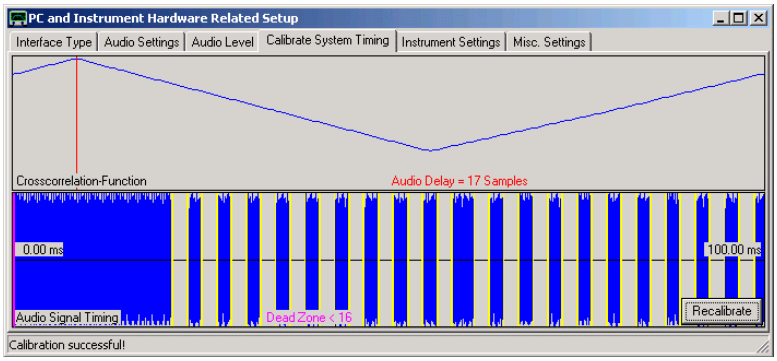

Anmerkung, die schwachen blauen Spuren sind die **Main Sound Device Signals**.

Controls:

- **"Channel Labels"**: Links-Klicken Sie auf die **roten Channel Labels** (Links =..., Rechts =...), um die **Reference Channel Selection** zu ändern. Alternativ kann diese Einstellung in der **"Audiosetting"Registerkarte** geändert werden.

## VNWA Setup – Calibrate System Timing Tab

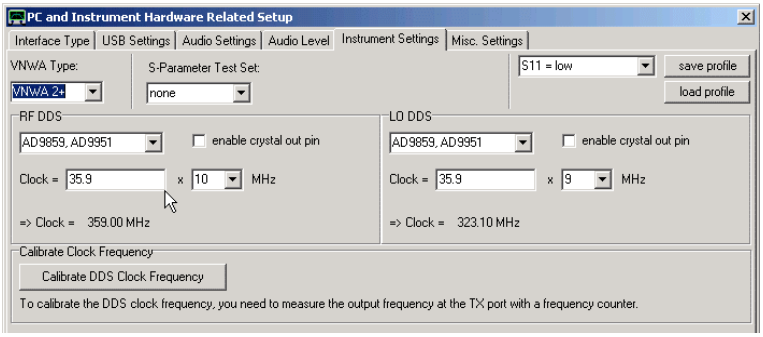
Die "Calibrate System Timing", Registerkarte, ist nur sichtbar, wenn LPT mode 0 ausgewählt ist. Es wird verwendet, um die Sound Driver Latency zu bestimmen. Latency (=audio delay).




Drücken Sie den Button "Recalibrate" und beobachten Sie das angezeigte Audiodelay (17 Proben im oben genannten Beispiel). Wiederholen Sie das mehrere Male. Wenn sich das Audio Delay mehr als +-1 Probe ändert, über mehrere Messungen, ist LPT mode 0 nicht passend und Sie müssen LPT Mode 1 auswählen.

## VNWA Setup – Instrument Setting Tab

Das "Instrument Settings" Tab erlaubt, die Details der angeschlossenen **VNWA Hardware** zu spezifizieren.




General controls

- **"VNWA Type"**: Für den Gebrauch mit VNWA2.1 aufwärts, wähle*"VNWA2 +",* für VNWA3.* wähle VNWA3.
-**S-Parameter-Test Set**: Wähle **none** aus, wenn Sie keines haben. Wenn verfügbar**, manual** oder **automatic Measurement Direction Control,** kann ausgewählt werden. Außerdem kann die **Switch Response Ttime** (=Switch Delay) und die Polarität der Kontrolllinie gewählt werden.
- **"Control Line: S11 =..."** Pulldown Kontrolle: Zum Gebrauch mit VNWA2.1 aufwärts, wähle *"S11 = low"*, wie oben zu sehen.
- **"safe Profile"** Button erlaubt, die VNWA Hardware-Settings in einem.*.prf Profile Datei zu speichern. Das ist nur, nützlich, wenn dieselbe Software, mehrere VNWAs mit verschiedenen Einstellungen kontrollieren soll, weil die Einstellungen in Ini-Dateien gespeichert werden.
- **"load Profile"** Button erlaubt es, ein VNWA Hardware-Profil von einer *.prf Datei zurück zuladen.

DDS controls

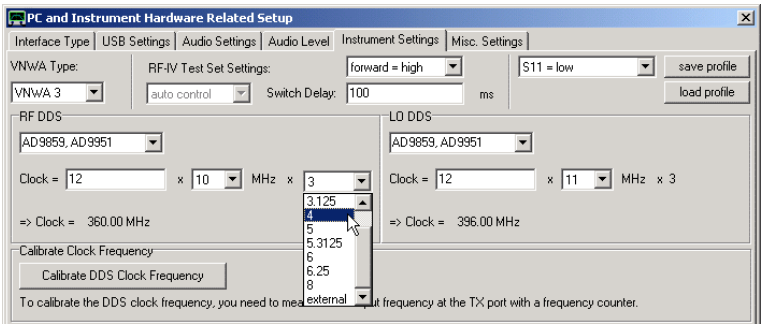
-**DDS Typen:**
Wählen Sie *AD9859, AD9951* auf beiden DDSes für VNWA2.1 aufwärts als auch für VNWA3 aus.

- **"enable crystal out pin"**:
Deaktivieren Sie für VNWA2.1 aufwärts.

- **"Clock"**:
Geben Sie den DDS-Input-Takt ein, welcher identisch ist auf beiden **DDSes** für VNWA2.1 aufwärts und beträgt ungefähr das 3-fache der verwendeten Quarzfrequenz.

- **Clock multipliers**
müssen so hoch wie möglich sein, aber unterschiedlich hoch sein, als das kleinste gemeinsame Vielfache ist, und so hoch wie möglich. Offensichtlich, dafür VNWA2.1 und aufwärts 20 und 19 sind die beste Wahl in dieser Beziehung. Andererseits, ist der elektrische Stromverbrauch des VNWA, proportional zum Taktmultiplikator. Also, wenn der VNWA in den Kurzwelle-Bändern nur verwendet wird und der Strom-Verbrauch ein Problem ist, kann der Gebrauch von kleineren Multiplikatoren vorteilhaft sein.

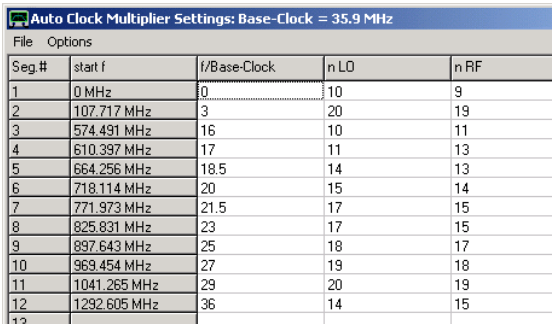
**VNWA3** enthält einen zusätzlichen gemeinsamen Premultiplikator für beide DDSes, der programmierbar ist. Er wird verwendet, um den TCXO 12-MHz-Takt bis auf 36 MHz, standardmäßig, zu multiplizieren, aber andere Premultiplikatoren können ebenso ausgewählt werden:



Außerdem kann hier eine **External Clock Sourse** ausgewählt werden. In diesem Fall wird der **Common Premultiplier** umgangen und der **externe Takt** wird direkt auf den DDS gegeben. Verwenden Sie eine 36-MHz-**external Clock**, um VNWA2 Funktionalität mit VNWA3 zu erhalten. Tiefere **external Clock Rates** senken die verwendbare Instrumenten-Bandbreite.

Stellen Sie sicher, das Sie DDS Kerntakte, etwa 750 MHz nicht überschreiten. Es gibt keine Gefahr der Hardware-Zerstörung, aber der DDS interne Taktmultiplier wird einfach keinen Takt über ungefähr 750 MHz produzieren, und der VNWA wird nicht arbeiten.

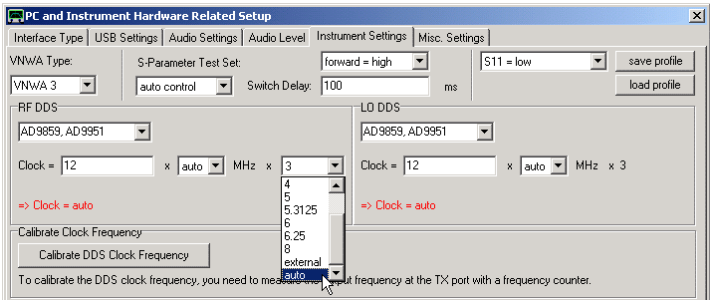
**Um den 600 MHz  900 MHz - Frequenzbereich zu überdecken, ist die dynamische Schaltung von Takt-multiplier obligatorisch**. Wählen Sie **Clock Multipliers "auto"** aus, um diese Eigenschaft zu verwenden. So getan, wird sich das **"Auto Clock Multiplier Setting"** Fenster öffnen.



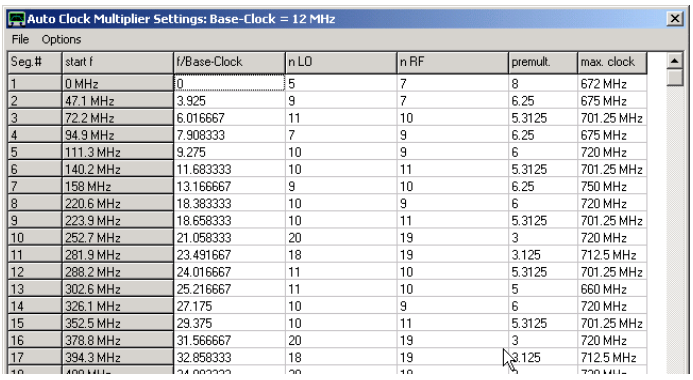

| Seg.# | start f | f/Base-Clock | n LO | n RF |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 MHz | 0 | 10 | 9 |
| 2 | 107.717 MHz | 3 | 20 | 19 |
| 3 | 574.491 MHz | 16 | 10 | 11 |
| 4 | 610.397 MHz | 17 | 11 | 13 |
| 5 | 664.256 MHz | 18.5 | 14 | 13 |
| 6 | 718.114 MHz | 20 | 15 | 14 |
| 7 | 771.973 MHz | 21.5 | 17 | 15 |
| 8 | 825.831 MHz | 23 | 17 | 15 |
| 9 | 897.643 MHz | 25 | 18 | 17 |
| 10 | 969.454 MHz | 27 | 19 | 18 |
| 11 | 1041.265 MHz | 29 | 20 | 19 |
| 12 | 1292.605 MHz | 36 | 14 | 15 |

Das **"Auto Clock Multiplier" Fenster** ist bereits mit erprobten Werten ausgefüllt. Hier, werden die Multiplier nLO und nRF, für eine Liste von Frequenzsegmenten, spezifiziert, wo jeder Span von der angegebenen Start-Frequenz bis zur Start -Frequenz des folgenden Segmentes abmisst. Hier könnten Sie auch ein Niederfrequenz-Segment spezifizieren, von z.B.  0 - 30 MHz **mit tieferem Clock Multiplier**, um Energie zu sparen. Beachten Sie, dass Sie Linien einfügen oder löschen können, indem Sie auf einer Linie rechts -klicken. Beachten Sie, dass dort nicht leere Linien sein müssen. Beachten Sie auch, dass Sie save und reload, dieser Daten, zu oder von einer .*.mul Datei können, mittels des "File" -Dialogs. Der "**Options – Restore default Multiplier Table**" Dialog erlaubt, zu **Restore  default Multipliersettings**.

**Dynamical switching of VNWA3 Premultiplier:**
Von der Softwareversion VNWA35.8.p und Firmware-Version 5.13 an, kann der VNWA3 Premultiplier dynamisch geändert werden, während des Sweeps, zusätzlich zu den DDS Clock Multipliers. Das steigert außerordentlich die Zahl der Multiplier-Kombinationen, um die Signalstärke und die Interference zu verbessern. Die **Autopremultiplier-**Funktion wird aktiviert durch die Wahl, dass Premultiplier (default set to 3), " auto" sein soll:




So getan, klappt  eine **extended Clock Multiplier Table** auf, welche erlaubt verschiedene Premultiplier Values, für verschiedene Frequenz segmente, auszuwählen:




| Seg.# | start f | f/Base-Clock | n LO | n RF | premult. | max. clock |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 MHz | 0 | 5 | 7 | 8 | 672 MHz |
| 2 | 47.1 MHz | 3.925 | 9 | 7 | 6.25 | 675 MHz |
| 3 | 72.2 MHz | 6.016667 | 11 | 10 | 5.3125 | 701.25 MHz |
| 4 | 94.9 MHz | 7.908333 | 7 | 9 | 6.25 | 675 MHz |
| 5 | 111.3 MHz | 9.275 | 10 | 9 | 6 | 720 MHz |
| 6 | 140.2 MHz | 11.683333 | 10 | 11 | 5.3125 | 701.25 MHz |
| 7 | 158 MHz | 13.166667 | 9 | 10 | 6.25 | 750 MHz |
| 8 | 220.6 MHz | 18.383333 | 10 | 9 | 6 | 720 MHz |
| 9 | 223.9 MHz | 18.658333 | 10 | 11 | 5.3125 | 701.25 MHz |
| 10 | 252.7 MHz | 21.058333 | 20 | 19 | 3 | 720 MHz |
| 11 | 281.9 MHz | 23.491667 | 18 | 19 | 3.125 | 712.5 MHz |
| 12 | 288.2 MHz | 24.016667 | 11 | 10 | 5.3125 | 701.25 MHz |
| 13 | 302.6 MHz | 25.216667 | 11 | 10 | 5 | 660 MHz |
| 14 | 326.1 MHz | 27.175 | 10 | 9 | 6 | 720 MHz |
| 15 | 352.5 MHz | 29.375 | 10 | 11 | 5.3125 | 701.25 MHz |
| 16 | 378.8 MHz | 31.566667 | 20 | 19 | 3 | 720 MHz |
| 17 | 394.3 MHz | 32.858333 | 18 | 19 | 3.125 | 712.5 MHz |

Anmerkung: Die erlaubten Preamplifier Values können von einer Dropdown Box ausgewählt werden, auf die passende Zelle klickend, wie oben gezeigt ist.
VNWA enthält eine Default-Tabelle, die verwendet wird, wenn keine Custom Table verfügbar ist. **Diese Tabelle kann, alle Haupt-Interferenzen, in dem Frequenzbereich bis zu 1.3 GHz, entfernen**. Darüber konnte die Signalstärke so verbessert werden, dass jetzt einige Signale bis zu 2 GHz (obwohl mit vielen Interferenzen) erhalten werden.

Die Multiplier-Tabelle kann modifiziert und optimiert werden. Die modifizierte Tabelle wird in dem File VNWA*.mul, im Programdirectory, gespeichert.
Löschen Sie diese Files, wenn Sie die default-Tabellenwerte wieder herstellen wollen, nachdem nächsten Programmstart oder verwenden Sie den Dialog "**Options – Restore default Multiplier Table**", um die **default Multiplier Settings**, sofort wieder herzustellen.

**Anmerkung:** Beim Optimieren der Multiplier Tabelle, sollten Sie die folgenden DDS Multiplikatoren vermeiden: 4, 6, 8, 12, 16. Diese verursachen Amplituden-Instabilitäten der DDS Chips. Es gibt keine Beschränkungen für die Premultipliers!

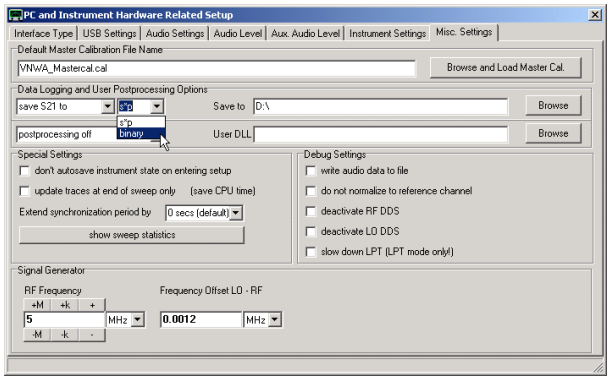
Calibrate Clock Frequency

Für die genaue Funktion des VNWA ist es entscheidend, dass die Taktfrequenz des DDS genau spezifiziert wird. Wenn nicht, ist die Frequenzachse ungenau, bis schlecht, das **IF** ist ungenau und sogar von der Mess-Frequenz abhängig. Das könnte zur Signalverringerung verursachen, im Zusammenhang mit den schmahlbandigen Digitalfiltern, wo durch Oszillator-Rauschen und Interferenzen auftauchen könnten.

Der "Calibrate DDS Clock Frequency" Button erlaubt, den Takt zu kalibrieren, mithilfe von einem externen Frequenzzählers. Durch drücken, wird ein 10-MHz-Signal am TX-Anschluß des VNWA erzeugt. Messen Sie es mit einem Frequenzzähler so genau wie möglich und geben Sie es ins erscheinende Frequenzfeld ein. Dieses getan, drücken Sie den erscheinenden "Done" Button und die Software wird berechnen und aktualisieren die DDS Clocks.

Ein alternativer Ansatz, die DDS-Taktfrequenz mit einer Frequenzquelle, beliebiger Genauigkeit, zu kalibrieren, ist auf der Seite „Calibration VNWA System Clock using Frequency Meter“ beschrieben.

## VNWA Setup – Misc. Setting Tab




**"Default Master Calibration Filename"**:
Hier können Sie ein vorhandenes **Master Calibration File** laden oder einen **Master Calibration Filename** spezifizieren, der beim nächsten Programmstart geladen werden soll.

**"Data Logging Options“**
Diese Eigenschaft ist nützlich, wenn Sie **viele Sweep-Daten für die spätere Analyse automatisch speichern wollen**. Hier können Sie die automatische Messwerterfassung aktivieren, d. h. nach jeder vollendeten sweep rate, werden die spezifizierten Daten automatisch in eine Datei gespeichert. Verfügbare Dateiformate sind Touchstone (*.s1p oder *.s2p) oder das steichereffizientere Binärdatei-Format (*.v1b oder *.v2b).
Der eindeutige und automatisch erzeugte Dateiname kann wie "LogData_11_06_2011_22_04_02_123.s1p" aussehen, die ersten drei doppelten Ziffern zeigen das Datum an, und die restlichen Ziffern zeigen die Zeit in Stunden, Minuten, Sekunden und Millisekunden an, als das gespeicherte Sweep vollendet wurde. Beachten Sie, dass die Angabe des Datumformates von Windows Landes- und Spracheinstellungen abhängen kann.
Sie können den Dateipfad angeben, zu dem Daten gespeichert werden, durch direkte Eingabe, oder durch drücken des "Browse" Button, aber Sie können nicht den Dateinamen beeinflussen.
Seien Sie sich bewusst, dass jeder vollendete Sweep-Zyklus eine Datei zu Ihrer Festplatte hinzufügen wird! Um eine zufällige Aktivierung diese Eigenschaft zu vermeiden, warnt Sie ein rotes Label, rechts oben im VNWA Main Window, wenn **Data Logging** aktiviert ist:



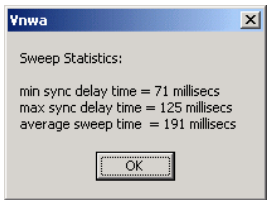

Auf den "**Misc. Setting Tab**" kann auch direkt zugegriffen werden, durch Doppelt-Klicken auf das rote **Data Logging Label**.

**"Special Settings"**:
Der Zweck dieser speziellen Einstellungen ist es, die CPU-Auslastung und den HDD-Gebrauch für langsame Rechner zu reduzieren.
- *"**don’t autosave instrument state on entering setup**"*: Normalerweise wird der Instrumenten-Status automatisch auf die Festplatte gespeicherter, wenn das Setup-Window geöffnet wird. Das könnte zu beträchtlichen Verzögerungen führen, wenn VNWA auf einem langsamen Medium ausgeführt wird, wie ein Memory-Stick oder eine Festplatte. Diese Verzögerung kann vermieden werden, durch deaktivieren von **autosaving**, diese Eigenschaft verwendend.
- *"**update traces at the end of sweeps only**"*: Traces, auf dem Main Window, werden nach jedem Audioblock aktualisiert, der vom Audio Codec eingeht. Für eine sehr große Anzahl von Datenpunkten ist das sehr CPU-intensiv, besonders wenn kleine Audioblocklänge gewählt wurde. Das könnte die laufenden VNWA Operation, auf langsamen Rechnern stören, besonders in der Kombination mit der Messwerterfassung auf langsamen Medien.
Das Aktivieren dieser Eigenschaft wird die CPU-Auslastung drastisch reduzieren, weil die Ausgabe, auf das Main Graphic Window, nur einmal pro Sweep ,an seinem Ende, aktualisiert wird. Außerdem wird der Progressbalken unterdrückt.

- "F_Sync = F_Start": Dies erzwingt die Generierung der Sync-Pules auf der Startfrequenz und nicht auf einer optimierten Frequenz. Dies ist nützlich, wenn Sie extrem tiefe Q-Komponenten wie kHz-Kristalle messen. Wenn die Synchronisationsimpulsfrequenz nicht gleich der Startfrequenz ist, verursacht der Synchronisationsimpuls ein Nachschwingen in der geprüften Vorrichtung, was zu einer Interferenz mit den gemessenen Daten führt, wenn die Nachschwingzeit des DUT mit der Abtastdauer vergleichbar ist. Beachten Sie, dass diese Einstellung nicht funktioniert, wenn mit hochfrequenten Aliases gemessen wird, d. H. Bei Messfrequenzen> 500 MHz

**- *"extended synchronization period by..."*:** Auf langsamen oder stark ausgelasteten Rechnern, könnte das Betriebssystem gelegentlich den Start-Sweep-Befehl zur VNWA Hardware zu entsenden, verzögern.

Das könnte zu einem Syncron-Verlust führen, wenn die VNWA-Software nicht darauf gefasst ist. Verwenden Sie diese Eigenschaft, um die VNWA Software auf eine solche Situation anzupassen. Sie können die Synchronisationsperiode bis zu 125 Sekunden erweitern. Beachten Sie, dass, wenn die Synchronisation wirklich verloren geht, wird der VNWA auf diese verlängerte Periode auch nicht antworten.
- *"**Show sweep-statistic**"*: Mit dieser Eigenschaft können Sie das **aktuelle Delay** des **Sync Signal** prüfen, ermittelt über die letzte **Continous Sweep Period**, sowie **Average Sweep Time:**




Wenn die maximale **Sync Delay Time** 500 Millisekunden erreicht oder man gelegentliche Verluste der Synchronisation erfährt, dann könnte man in Betracht ziehen, die Synchronisationsperiode durch einen Wert zu erweitern, größer ist als die maximale ermittelte **Sync Delay Time**. Die o.a. Statistiken wurden mit einem VNWA3 mit default Settings gesammelt, auf einem virtuellen XP System im VMWare-player auf einem Windows7 Rechner, der sehr gut arbeitet.

**"Debug Settings"**:
Diese werden für die VNWA Softwareentwicklung und zu Bildungszwecken nur verwendet!

**WARNUNG:** Fassen Sie diese Fehlersuchprogramm-Einstellungen nicht an, es sei denn, dass Sie genau wissen, was Sie tun! Für richtigen VNWA Operation, die ganze Checkbox muss Uncheck sein!

Optionen:
- *"write audio data to file"*: Wenn ausgewählt, werden die **Raw Stereo Audiostream Data** nach jedem Sweep gespeichert zum File out.dat =>verlangt beträchtliche Verarbeitungszeit. Ein gutes, Free Software Tool, um die rohen Audiodaten anzusehen, ist die Plotting Software „ GENPLOT“.
- ***"do not nornalze to reference channel"***: Wenn ausgewählt, die **Reference Channel Data** werden ignoriert. Das ist nützlich, um die absolute Signalamplitude des DDSes und der Rauschpegel, zu bewerten.
- *"**Deactivate RF DDS**"*: Wenn ausgewählt, wird der RF DDS ausgeschaltet. Das ist nützlich, um das **Noise Floor Level** des ungestörten Instrumentes, zu überprüfen durch das RF Crosstalk. Vorausgesetzt wird die USB-Firmware V4.2 oder höher.
- *"**Deactivate LO DDS**"*: Wenn ausgewählt, wird der LO DDS ausgeschaltet. Das ist nützlich, um den Noise floor Level vom IF Signal Path, zu überprüfen. Vorausgesetzt wird die USB-Firmware V4.2 oder höher.
- *"**slow down LPT**"*: Wenn überprüft, wird die Kommunikation über LPT durch einen Faktor 2 verlangsamt.

**Anmerkung :** Die letzten zwei Optionen zeigen keine Wirkung auf USB kontrollierte VNWAs.

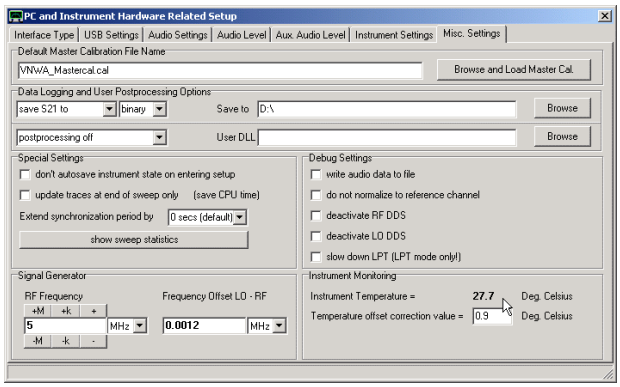
**"Signalgenerator"**
Diese Eigenschaft ist beabsichtigt, um die richtige Operation des DDS zu prüfen. Es gibt eine günstigere verfügbare Signalgenerator-Eigenschaft auf dem VNWA Main Window.
Mit der *RF Frequency control* können Sie die Frequenz des RF DDS direkt kontrollieren. Der *Frequency Offset LO – RF* control, setzt die Frequenz des DDS von LO entsprechend.

Beispiel 1:
Wenn RF auf 10 MHz gesetzt wird und ein Offset von 1 MHz ausgewählt wird, dann wird der RF DDS auf 10 MHz gesetzt, und der LO DDS wird auf 11 MHz gesetzt.

Beispiel 2:
Wenn RF auf 5 MHz gesetzt wird und ein Offset von-5 MHz ausgewählt wird, dann wird der RF DDS auf 5 MHz gesetzt, und derLO DDS wird auf 0 MHz gesetzt, was es bedeutet, wird ist ausgeschaltet.

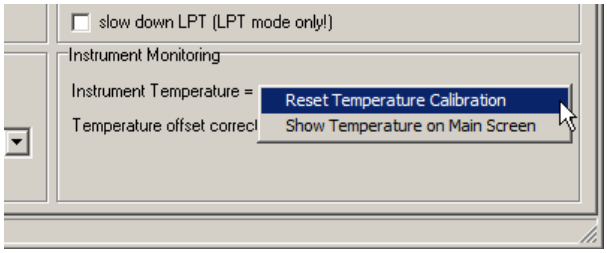
Beispiel 3:
Wenn RF auf 0 MHz gesetzt wird und ein Offset von 5 MHz ausgewählt wird, dann wird der RF DDS auf 0 MHz (=off) gesetzt, und der LO DDS wird auf 5 MHz gesetzt.

**"Instrument Monitoring"** (nur VNWA3 mit VNWA35.8.z und Firmware v5.16 oder später) VNWA3 Firmware-Version v5.16 oder später erlaubt, die interne VNWA Temperatur zu messen. Wenn die Verfügbarkeit dieser Eigenschaft entdeckt ist, wird die Temeratur ständig in der "Instrument Monitoring“Section das", aktualisiert (Maus-Zeiger unten):

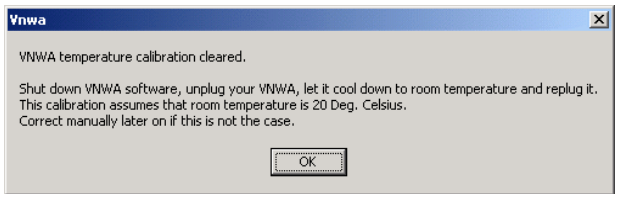



Da der Temperatursensor nicht kalibriert und nicht sehr genau wird, kann ein einzelner Offst angewandt werden, um die Anzeige zu verbessern. Am Anfang wird der Sensor kalibriert, wobei vorausgesetzt wird, dass der VNWA einer Umgebungstemperatur von 20 °C ausgesetzt ist. Die Kalibrierung kann dadurch wiederholt werden durch:

1. Reset der Temperaturkalibrierung, durch Rechts-Klick auf das "Instrument Monitoring", Panel und auswählen "Reset Temperature Calibration"...

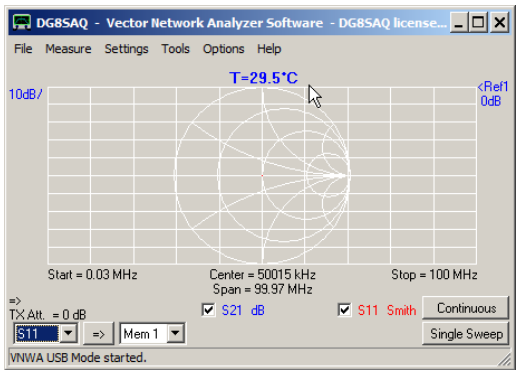



2... und folgen den Instruktionen:




**Anmerkung :** Wenn Data Logging aktiviert ist, benutze binäres (*.v*b) file-Format, dann wird die gegenwärtige VNWA-Temperatur in die Data Files geloggt, zusammen mit den measured S-Parameters.

Hinweis: Wenn "Temperatur im Hauptbildschirm anzeigen" aktiviert ist, kann die VNWA-Temperatur überwacht werden kontinuierlich auf dem VNWA-Hauptfenster:

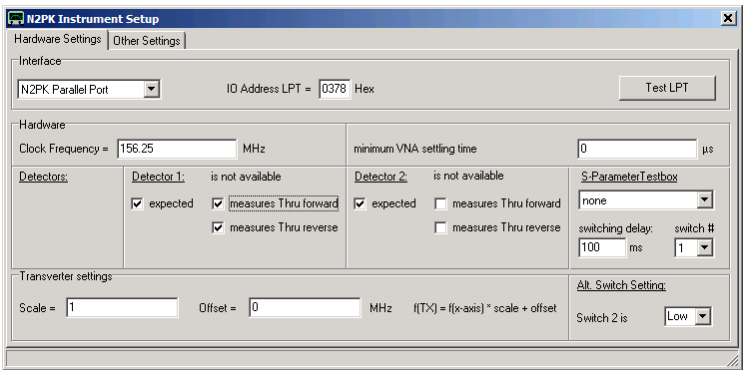



Diese Funktion kann wieder ausgeschaltet werden, indem Sie sie in den Einstellungen für verschiedene Einstellungen deaktivieren oder indem Sie mit der rechten Maustaste auf das blaue Temperaturetikett auf dem Hauptbildschirm klicken.

**Options – Setup (N2PK-VNA)**

Das "N2PK Instrument Setup" Window erlaubt, VNWA.exe zu konfigurieren, um einen N2PK-VNA zu kontrollieren.

Hardware Settings Tab




In der **Interface Section**, wählen Sie das Interface Ihrer Wahl aus,(entweder **N2PK Parallel Port** oder **G8KBB USB-Interface**) und im ersten Fall die Port Addresse. Der "Test LPT" Button erlaubt, die LPT- Speed zu prüfen. Das Ergebnis wird in der untersten Statuszeile angezeigt und sollte <2 µs sein.

Die **Hardware**section spezifiziert die **VNA Clock Frequency** und die verfügbaren **Detektoren an**, und wie sie zugeteilt werden. Die oben genannte Einstellung zeigt **Detector 1**, für **Forward through (S21)** und **Reverse through (S12)** während **Detector 2** verwendet wird für **Forward reflection(S11)** und **Reverse reflection(S22)**. Das kann geändert werden, entsprechender individualer externer Verdrahtung Ihres N2PK VNA. Beachten Sie, dass diese Aufteilung möglicherweise nicht die Beste ist, für Ihren Detector. Sie können auch spezifizieren, ob ein **S-Parameter-test set** (automatischer Schalter, um den DUT inverten), verfügbar ist, und wenn es sein sollte verwenden Sie **manually** (user Selecty Mesurement Direction) oder **automatically** (Direction is switcched automatically). Außerdem kann die **Polarity** der Test Set Control ausgewählt werden. Weil die meisten Schalter mit langsamen mechanischen Relais aufgebaut werden, muss die Software warten bis der Schalter unten ist. Geben Sie die **Switching Delay** entsprechend an.

Die **minimum VNA Settling Time** ist genau genommen keine Hardwareeinstellung. Es gibt an, wie lange die Software wartet nach einer **DDS Phase Change** für den VNWA, um sich zu stabilisieren. 200us sind genügend. Die eingegebene 0 wird die minimale Settling time unter Einfluss der LPT-transfer Speed und kann sich von 100us bis 200us erstrecken.

Die **"Transverter settings"** Section spezifiziert, wie die **Main VNWA Window Frequency Axis**, skaliert werden soll, wenn ein Frequency Transverter zusammen mit einem VNA verwendet wird. Z.B, scale=0.5 und offset =-400MHz, ein spezifizierter **Measurement Frequency Range** von 430... 440 MHz wird eine DDS Output Frequency von 15... 20 MHz aufrufen.

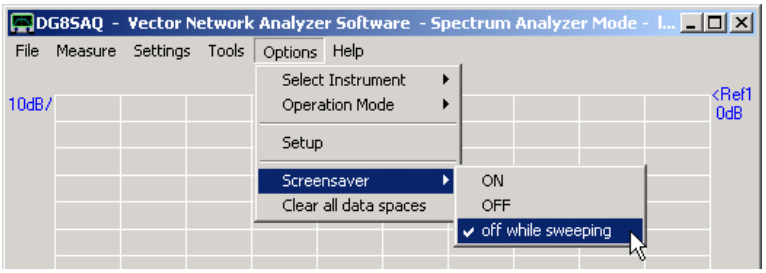
Das G8KBB USB-Interface erlaubt, zwei umschaltende Linien anzusprechen, von denen eine verwendet wird, den S-Parameter-Testset zu kontrollieren (gewöhnlich switch #1, wie oben ausgewählt wird). Der andere Schalter kann mit **"alt Switch-Settings"** eingestellt werden, um z.B. zusätzliche Testköpfe zu kontrollieren. Beachten Sie, dass diese Eigenschaft nur im USB-Mode funktioniert.

Other Settings Tab

Hier können Sie einen existierenden **Master Calibration File** laden oder einen **Master Calibration Filename** spezifizieren, der automatisch, beim nächsten Programmstart, geladen wird.

**Options – Screensaver**

Der Menüartikel "Screensaver" erlaubt, den Bildschirmschoner zu konfigurieren, wenn ein Windows-Screensaver aktiviert ist.

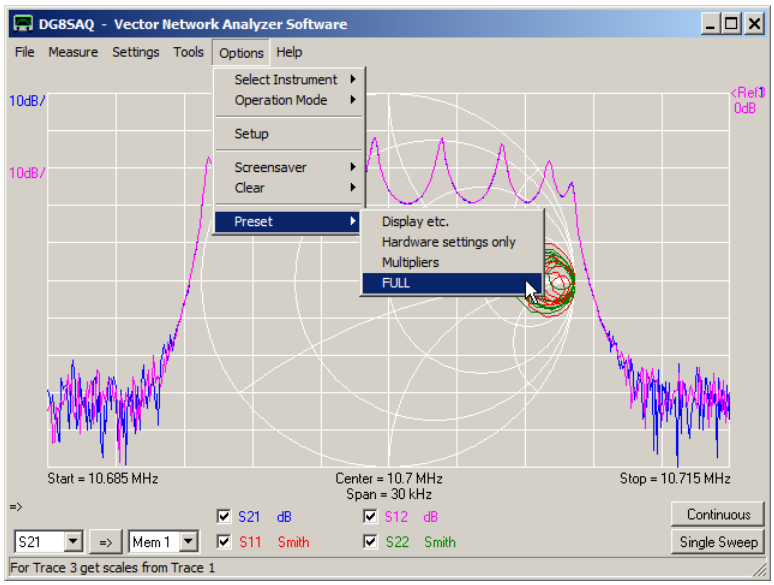



Optionen:
**On**: Der Screensaver ist dauerhaft aktiv, und schalten Sie den Bildschirm nach einer Weile der Untätigkeit aus.
**OFF**: Der Screensaver ist dauerhaft ausgeschaltet, der aktive Bildschirm wird nie ausgeschaltet.
**off, während Sweeping**: Der Screensaver ist ausgeschalter, während der VNWA Sweeps, so dass der aktive Bildschirm nicht, während einer Messung, ausgeschaltet wird, aber er wird nach einer Weile der Untätigkeit ausgeschaltet, wenn der VNWA im Ruhe- Mode ist.

Beachten Sie, dass diese Einstellungen lokale Einstellungen, im Inneren des VNWA, sind und den Windows-Screensaver nur während die VNWA-Software läuft, betreffen. Diese Einstellungen haben überhaupt keine Wirkung, wenn der Windows-Screensaver über die Windows-Kontrolle ausgeschaltet ist.

## OPTIONS - PRESET

Das Preset-Menü ermöglicht es, die VNWA-Software in einen Standardzustand zurückzusetzen.




**Options:**

**- Display etc .:** setzt alle nicht-hardwarebezogenen Einstellungen wie Display Setup, benutzerdefinierte Traces zurück ..
- **Hardware settings only.:**setzt das Hardware-Setup zurück.
- **Multipliers:** Setzt die Taktmultiplikator-Tabellen auf Standardwerte zurück.
- **FULL:** Setzt die Software in einen neuen Installationszustand zurück.

**Hinweis:** Bei jeder Voreinstellung wird die VNWA-Software beendet. Das Preset wird mit der nächsten Software wirksam starten.

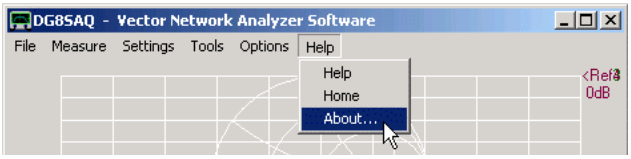
**Hinweis:** Jeder Preset behält den VNWA-Lizenzschlüssel bei.

**Seite 300**

**Help**

Das VNWA Main Menu **"Help"** bietet die folgenden Funktionen an:

**Help**
**Configure Help**
**Home**
**About**



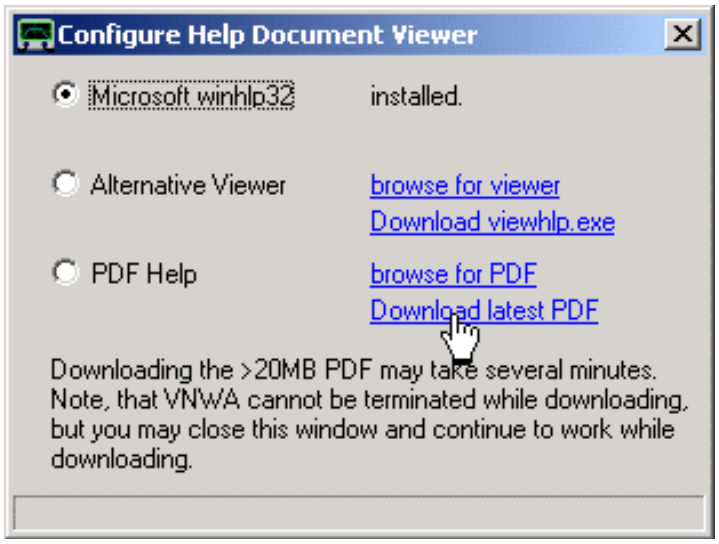
**Help – Help**

Wählen Sie **"Help"** aus, um **diesen Help-File** aus VNWA aufzurufen.
VNWA.HLP und VNWA.cnt müssen in Ihrem VNWA-Softwareverzeichnis sein, um diese Eigenschaft zu verwenden.

Wenn „PDF Help“ in Configure Help, ausgewählt ist, wird die entsprechende PDF-Hilfedatei benötigt, anstelle der *.hlp Datei-Paket.

**Help – Configure Help**

Da Microsoft nicht oder nur mit Verzögerung Viewers zur Anzeige von Hilfe-Dateien im *.hlp-Format, für neue Windows-Versionen, zur Verfügung stellt, können Sie hier wählen, einen anderen Viewer zu verwenden oder Sie nutzen stattdessen die PDF-Hilfe-Datei. Dieses Menü informiert auch, wenn der Microsoft winhlp32-Betrachter aktuell installiert ist.




- Ein möglicher alternativer Betrachter ist viewhlp von Alan M0PUP, er ist ähnlich wie winhlp32, aber es fehlen einige seiner Funktionen. Es kann von der SDR-Kits-Web-Seite herunter geladen werden, indem Sie auf das blaue „Download viewhlp.exe“ Label drücken.

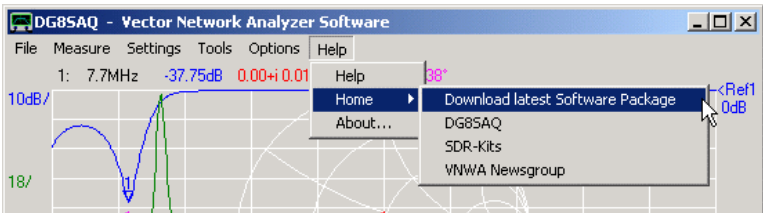
- Falls viewhlp tatsächlich installiert ist, wird das blaue Label „browse for viewer“ stattdessen „viewhlp.exe“ anzeigen. Wenn Sie auf das Label klicken, wird ein *.exe-Datei Öffnen Dialog gestartet. Hier können Sie einen ausführbaren Hilfe-Datei Viewer auswählen, den Sie benutzen wollen. Wenn Sie eine alte Windows XP-Lizenz haben, können Sie entscheiden, die XP winhlp.exe auf Ihrer neuen Windows7 oder Windows 8-Maschine zu benutzen, die sehr gut funktioniert. Kopieren Sie die ausführbare Datei in den VNWA-Installationsordner (oder einen anderen Ordner) und wählen es hier aus.

- Durch Klicken auf das blaue Label „browse for PDF“, startet einen *.pdf Öffnen Dialog. Wählen Sie die PDF-Datei, die später geöffnet werden soll, wenn Sie auf das Help-Menü klicken. Nachdem eine PDF-Datei ausgewählt wurde, wird das Label seinen Namen anzeigen.

- Klicken Sie auf „Download latest PDF“ wird das Herunterladen der neuesten PDF-Hilfedatei aus der SDR-Kits-Webseite, als Hintergrundprozess, starten.
Beachten Sie, dass der Download nicht unterbrochen werden kann.

**Help – Home**

Wählen Sie **"Home"** aus, um auf die **VNWA Knowledge base** zuzugreifen:




## Default Links

**Download des letzten Softwarepakets,** lässt Sie zugreifen, auf die **VNWA Self Installer Binary**, für die Software, den Treiber, die Firmware und die Help-File-Updates.

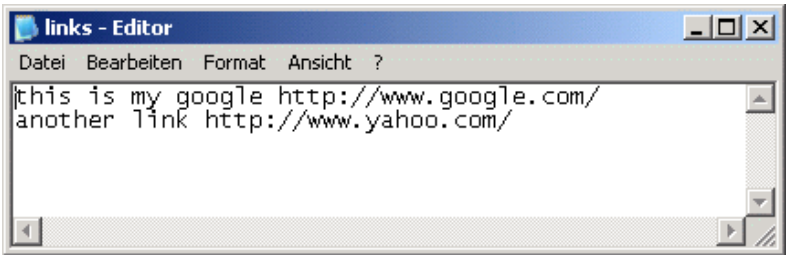
**DG8SAQ** gewährt Ihnen Zugang zu DG8SAQ's Webpage, um Sie z.B. nach Literatur und Links suchen zu lassen.

**SDR-Kits** gewährt Ihnen Zugriff zu Jan G0BBL's Ordering und Support-Webpage.

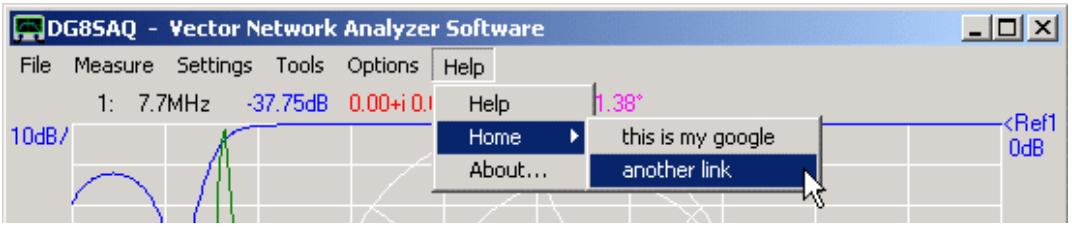
**VNWA Newsgroup** wird Sie zum VNWA Forum von Yahoo führen, wo Sie Ihre Fragen hinterlegen können und Software und Treiber-Updates finden können.

## Customizing Links

Die Internetlinks, in diesem Menü, können nutzergerecht angefertigt werden, durch Erstellen einer ASCII Datei mit dem Namen **"links.url"** im VNWA-Programm -Verzeichnis. Beachten Sie, dass das File-Extension **.url**, und nicht **.txt** ist.




Jede Zeile, in der obengenannten Datei, zeigt einen Menüeintrag an, mit dem entsprechenden Internetlink. Beachten Sie, dass jeder Text, der im „Help-Home" Menue angezeigt wird und dem "http:" vorgestellt ist, als Link-Name interpretiert wird. Der oben gezeigte File, verändert das Menue folgendermaßen:



## Help – About

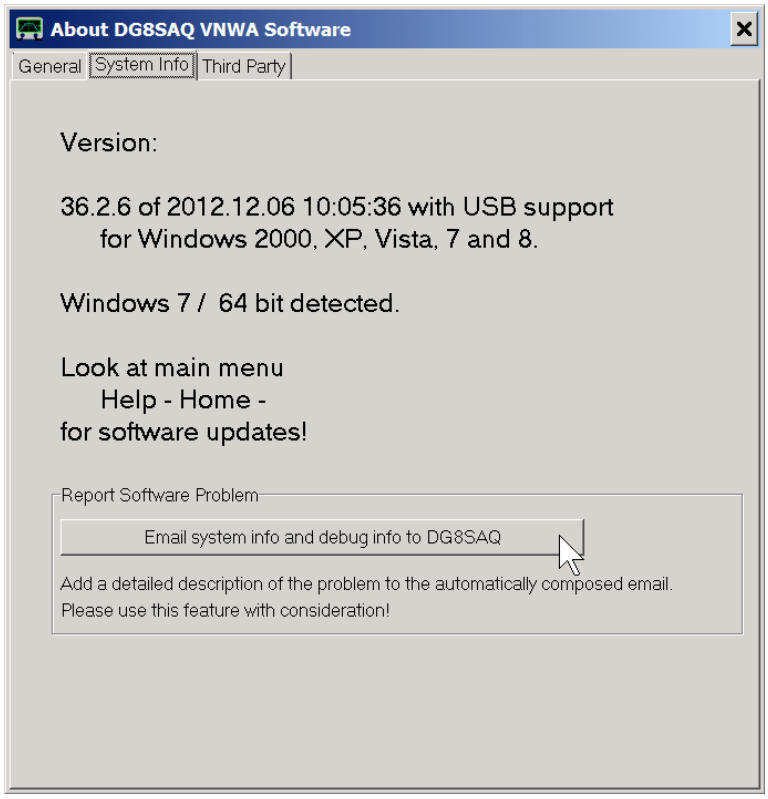
### General Tab



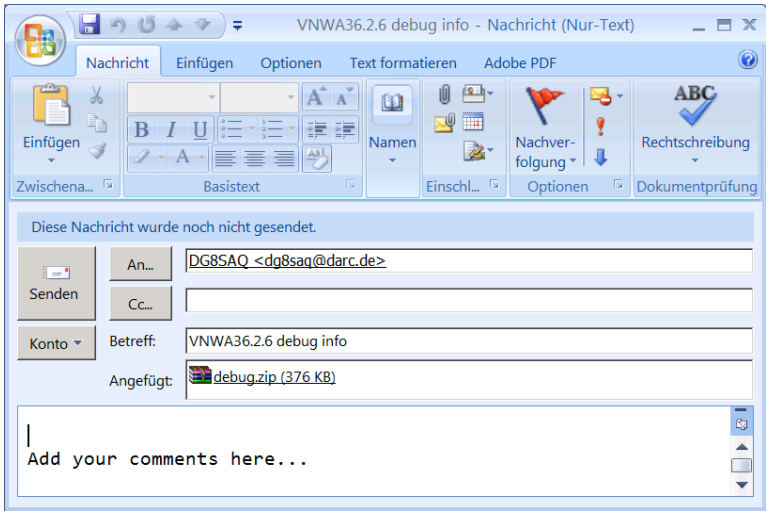

Beachten Sie, das das "featured by" Logo auf der Unterseite, des oberen Bildes, nutzerspezifisch angefertigt / geändert werden kann, durch Ersetzen des Image-Files "logo.bmp" im VNWA Programmverzeichnis. Wenn „logo.bmp“, entfernt wurde, wird der „feature by“-Text  und das Logo nicht mehr angezeigt.

### System Info Tab

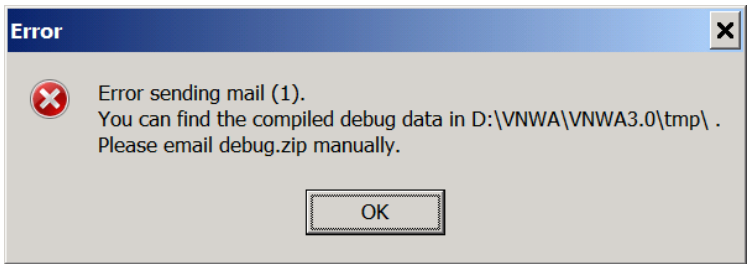
Schauen Sie hier hin, um Ihre Software Version zu bestimmen. Hier können sie automatisch **generate a debug report durch drücken den "Email system info..." Button:**




Beachten Sie, dass die E-Mail nur dann erzeugt wird, wenn Sie Microsoft Outlook oder Outlook Express verwenden. Fügen Sie Ihre eigenen Kommentare zu den automatisch generierten E-Mails und schicken Sie es ab. Aber nutzen Sie bitte diese Funktion mit Rücksichtnahme, so dass ich nicht in E-Mails ertrinke.

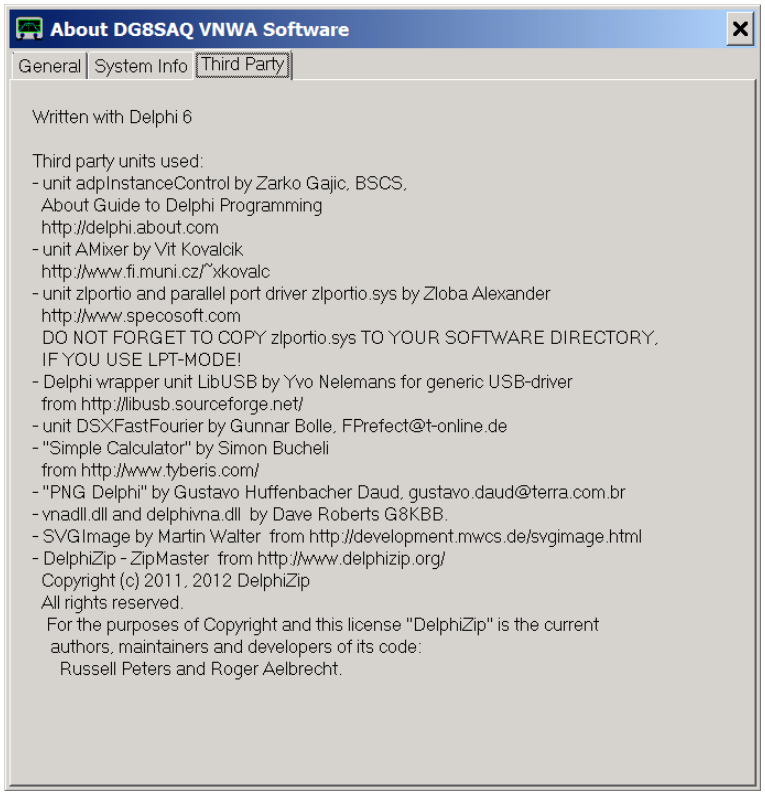



Wenn Sie einen Nicht-Microsoft-Mailer verwenden oder wenn Sie die E-Mail abbrechen möchten, erhalten Sie ein Fehlermeldungs- Fenster mit der Information, wo die Debug-Daten auf Ihrer Festplatte gespeichert sind, so können Sie die Mail später manuell senden.




**Third Party Tab**

## Vielen Dank an alle, die zu dieser Software beigetragen haben!

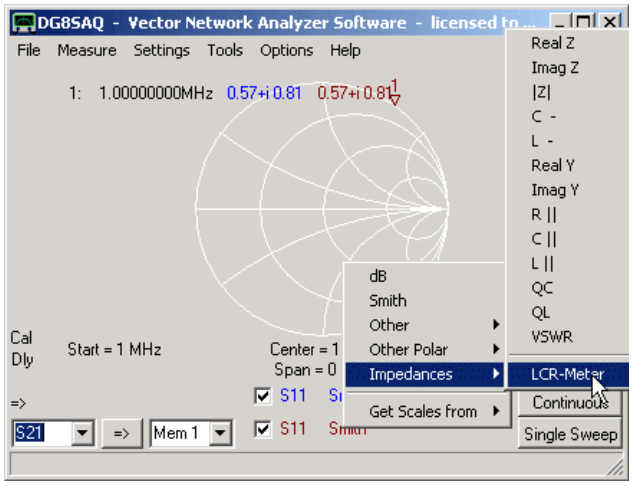


**VNWA Additional Funktions**

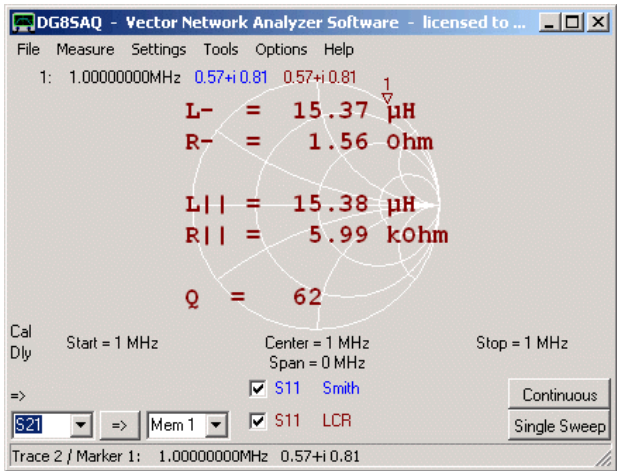
**LCR-Meter**

Die VNWA + Software kann so konfiguriert werden, dass es sich wie ein Standard-LCR-Meter benimmt, der im Stande ist, eine komplexe Impedance, an einer festen Frequenz, zu messen, übertragen Sie das Ergebnis zu einem parallelen oder seriellen equivalenten Stromkreis und zeigen Sie das resultierende Ergebnis numerisch an.

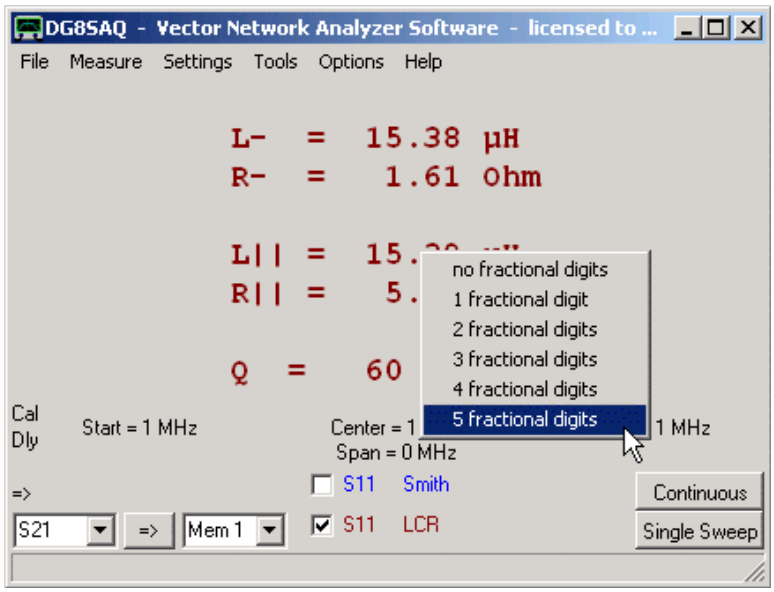
- Um dieses zu tun, setzen Sie zuerst die VNWA **Center-Frequenz** auf den Sollwert und setzen Sie **Span** auf Null. Jede andere Spanne wird auch arbeiten, aber weil die evaluierten Zahlen gemittelt werden über den ganzen Sweep, ergibt dies auch Frequenzmittelwerte, wenn ein **Non-Zero Span** verwendet ist.
- Setzen Sie die **Number of Datapoints** und die **Time per Datapoint** so, dass eine **Sweep-Rate** 1... 10 **Sweeps per Second** durchgeführt werden. Das wird die Rate sein, bei der der LCR und die Q-Werte aktualisiert werden.
- Führen Sie als nächstes eine **SOL-Calibration** durch, um S11 genau zu messen, und wenn gewünscht, bewegen Sie die Kalibrierungsebene durch Mitteln einer **Anschlusserweiterung** dahin, wo Sie es gerne haben möchten, z.B. auf der Spitze einer Testvorrichtung.
- Dann wählen Sie **Display Mode-LCR-Meter** für ein S11-Trace, wie unten zu sehen.



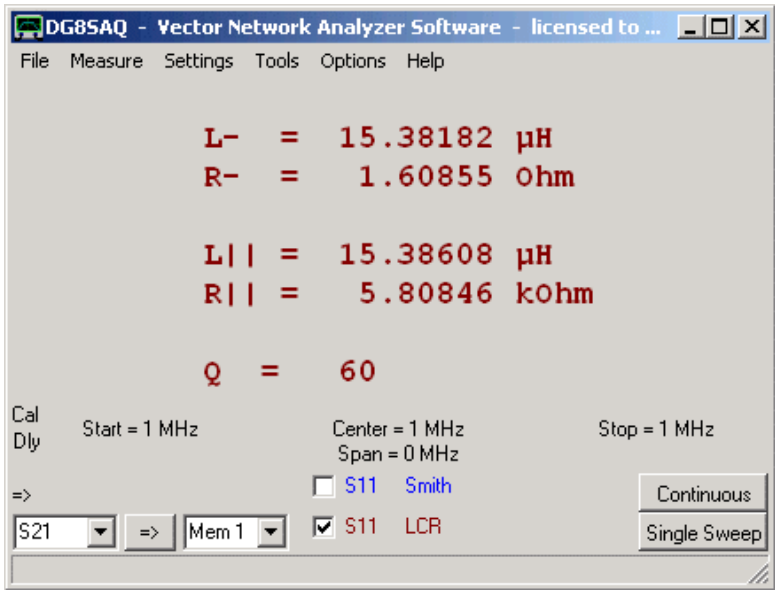

Wie unten gesehen werden kann, erscheinen numerische Werte auf dem Main Window. Sie zeigen **L, C, R und Q-Werte** für den parallelen und seriellen äquivalenten Stromkreises der Impedanz, die an den TX-Port angeschlossen ist und als S11 gemessen wurde. **Sweep continuously** und wechsle das Testobjekt zum TX-Port. Sie werden sehen, wie sich die angezeigte Werte ändern, nach jedem Sweep. Die Software wird automatisch detektieren, ob das Testobjekt kapazitiv oder induktiv ist und auswählen, Henries anzuzeigen, oder entsprechend Farads.




Die Anzahl von angezeigten **Nachkommastellen** kann eingestellt werden**, durch Rechts-klicken auf die angezeigten Nummern**, wie unten zu sehen. Beachten Sie, dass alle anderen Diagramme disabled sein müssen, um dies zu tun.



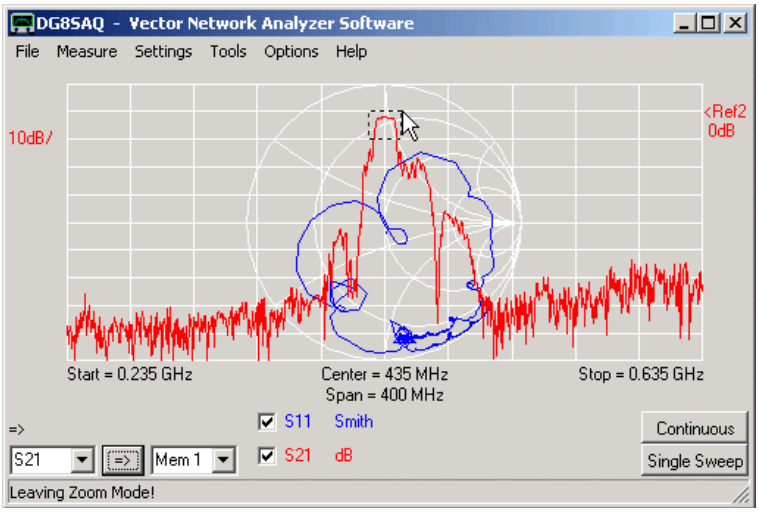

Die obere Aktion führt zu 5 Nachkommastellen (unten) statt 2 (oben) .



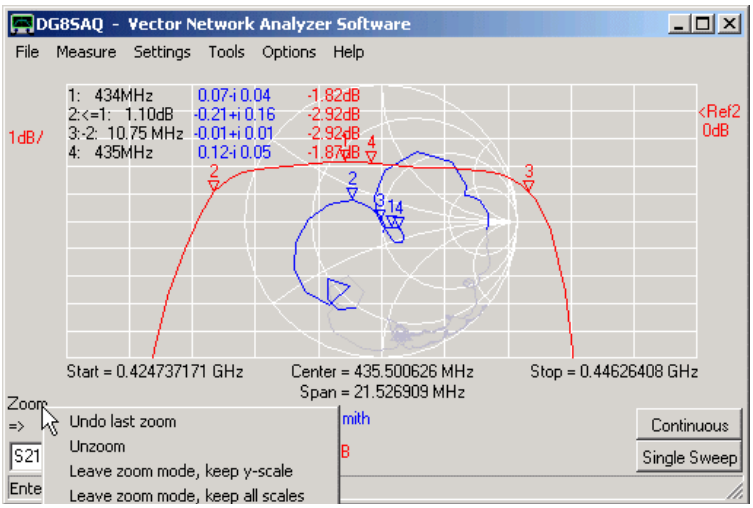

**Anmerkung :** Da Induktivität und Kapazität frequenzabhängigen-Effekten sind, die zur Null neigen, wenn sich die Frequenz Null nähert, L und C Messungen werden immer ungenauer, je tiefer die Mess-Frequenz wird.

**Zoom Functionality**

Sie können in einen angezeigten Trace zoomen, um einen vergrößerten Ausschnitt, davon anzusehen. Um das zu tun, zeigen Sie mit dem Maus-Cursor zu einer Ecke, eines vorgestellten Kastens, auf dem Main Window Grid, den Sie vergrößern wollen und mit gedrückter linker Mausetaste ziehen Sie den so genannten Zoom-Kasten mit der Maus auf. Sie werden sehen dass die Zoom box Gestalt annimmt. Im folgenden Beispiel, versuchen wir, in einen gemessenen Bandpassfilter, zu zoomen:




Sobald Sie die Maus-Taste loslassen, wird der Zoom-Kasten vergrößert, und das Main Grid völlig ausfüllen.




**Anmerkung :** Sie können vielfache **consecutive Zooms** tun.

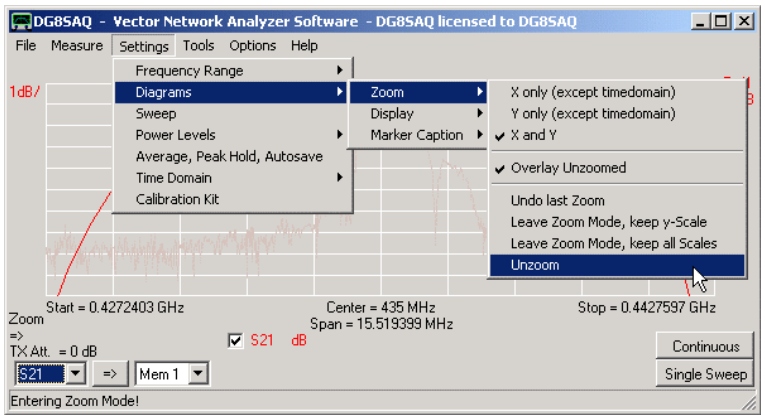
**Anmerkung :** Währen des Zoomens, **bleiben die Measurement Span** und die **measured Number Number of Data Points** unberührt. Nur ein Teil der gesammten Daten werden angezeigt. Wenn Sie, im gezoomten Status sweepen , Sweepen Sie jedoch den ganzen ungezoomte Frequenzbereich, aber nur ein Teil davon wird angezeigt.

**Anmerkung :** Sie können nicht innerhalb des Smith-Chart zoomen. Aber wie Sie im oben gezeigten Screenshot sehen, sind die Smith-Chart-Daten, außerhalb des gezoomten Frequenzbereiches greyed.

**Anmerkung :** Sie können **unzoomen**, durch Rechts-Klicken auf das **Zoom-Label** nahe des Maus-Zeigers. Wenn Sie es, Rechts-Klicken, erscheint das oben gezeigte **Unzoom-Menü** klappt auf.

**Hinweis:** Sie können auch Unzoomen, durch Rechts-Klick in das Main Window Grid.

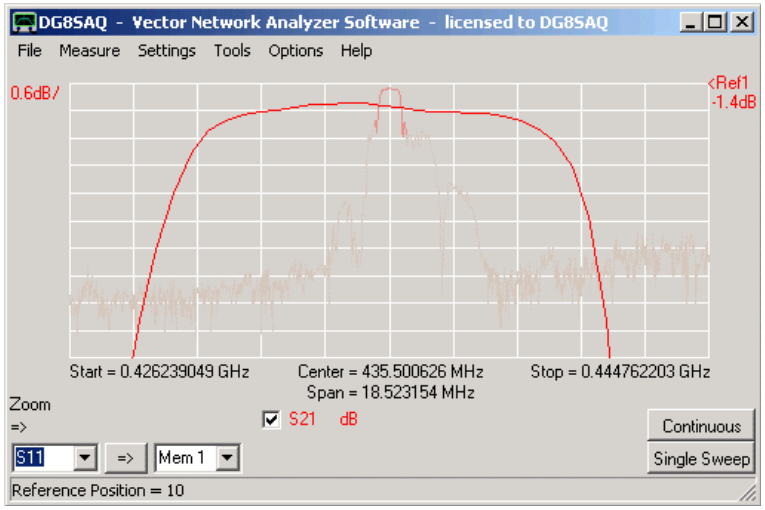
**Hinweis:** Auf die Zoomfunktionen kann auch durch das Main Menu **"Settings" - "Diagrams" - "Zoom"** zugegriffen werden:




Wähle:
- ***Y only...*** = nur Zoom vertikal, lässt die Frequenzachse unverändert (**nicht anwendbar im Time Domain Mode**).

- ***X and Y*** = Zoom-Frequenzachse und Y-Achse

- ***Overlay Unzoomed*** =, Wenn ausgewählt, wird eine greyed Version der ungezoomten Daten angezeigt, mit dem highlighted Zoom-Bereich, zusammen mit der gezoomten Spur:




Die folgenden Auswahlen sind nur im Zoom-Mode sichtbar:

- **undo last zoom** = restore die x- und die y-Skalen vor dem letzten Zoom wieder her

- **leave zoom-mode keep y-scale** = reset die volle Frequency Span, aber behalten die gezoomte vertikale Skala

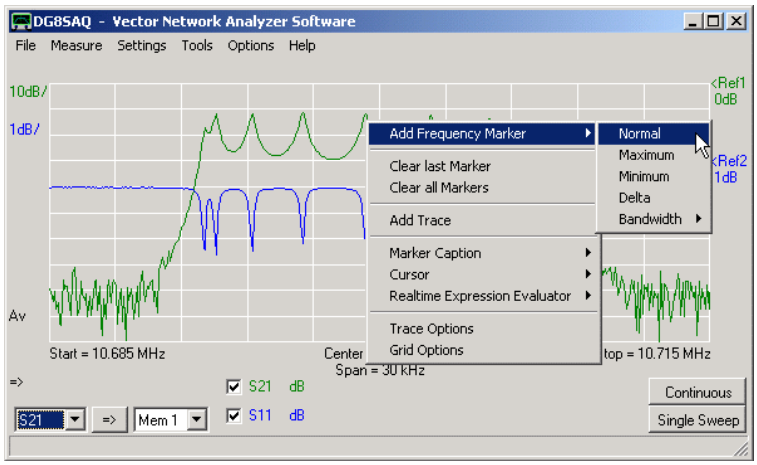
- **leave zoom-mode keep all scales** = behalten die gezoomte Frequency Span und die gezoomte vertikale Skala. Die Daten außerhalb der letzten Zoombox gehen verloren, die sichtbaren Daten werden interpoliert zur vollen Anzahl des Data Points Grid. Der nachfolgene Sweep, wird nur den sichtbaren Frequency Span überstreichen.

- ***unzoom*** = restores die ursprünglichen x- und die y-Skalen vor allen consecutive Zooms.

**Marker Summery**

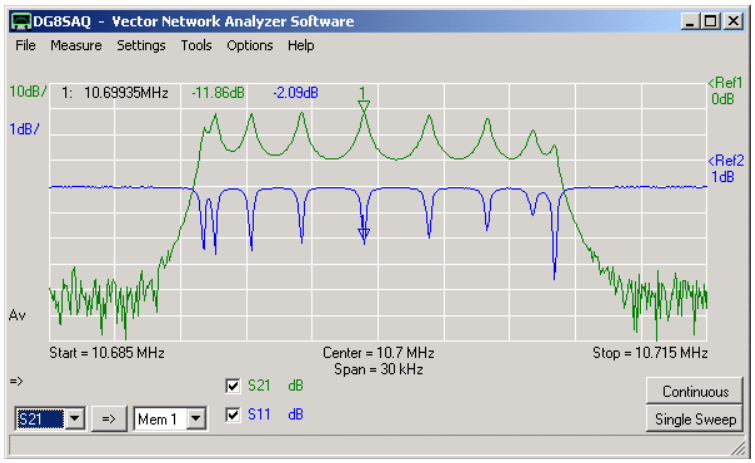
Um numerische Information von angezeigten Ttraces zu lesen, **können** bis zu **9 Marker** auf die Traces **gelegt werden**.

**1. Adding a Marker**
Das wird getan, durch setzen des Maus-Cursor auf die Position (=frequency) in dem geplotteten Grid, wo Sie den Marker hinzufügen wollen und Rechts-Klicken Sie mit der Maus. Ein Popup Menü erlaubt, einen zu setzenden Marker-Typ auszuwählen:




Beachten Sie , dass mit Hilfe vom oben gezeigten Menü ,Sie auch den am meisten kürzlich angelegten Marker (**"Clear last Marker"**) löschen können oder löschen Sie alle Marker (**"Clear all Markers"**).

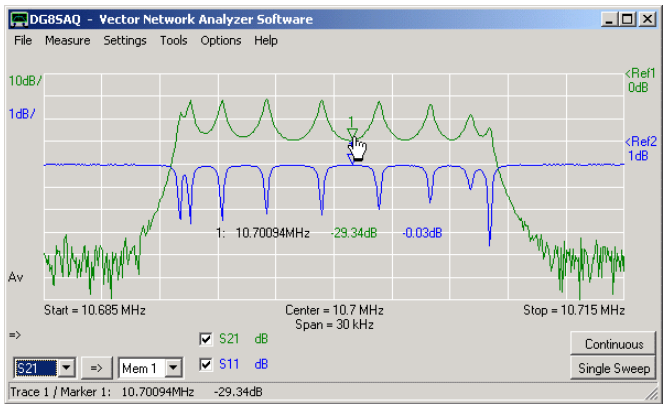
Im Folgenden wird ein **"Normal" "Frequency Marker"** platziert:



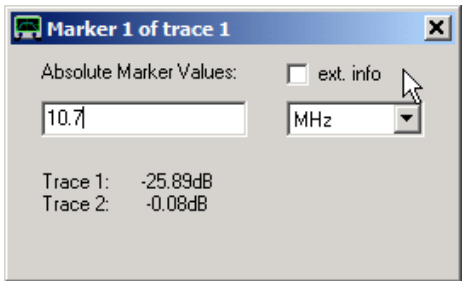

Beachten Sie, dass zusätzlich zu den aktuellen Markern eine **Marker-Caption** mit der **Marker-Number**, der **Marker-Frequency** und den **Marker Values** angezeigt wird, oben links auf dem Plotting Grid.
Die **User Settable Frequency Unit** der **Center Frequency** wird als **Marker-Frequency Unit** (MHz im oben

**2. Moving a Marker**

**Die Marker können mit der Maus bewegt werden**. Um dass zu tun, zeigen Sie mit der Maus auf den Marker, den Sie bewegen wollen. Wenn der Maus-Zeiger sich zu einer Handgestalt verändert, drücken Sie den linken Maus-Button und ziehen Sie den Marker dort hin, wo Sie ihn haben wollen:




Wenn der Marker **auf eine genaue Frequenz gesetzt** werden soll, dann klicken Sie auf den Marker doppelt, um das **extended Marker Info Window** zu öffnen:

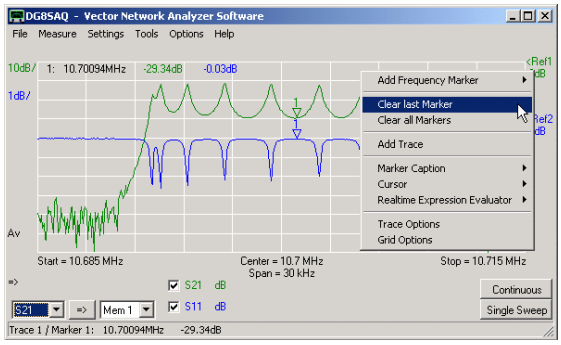



Die Marker-Frequenz kann hier reguliert werden, und so wird der Marker entsprechend bewegt.

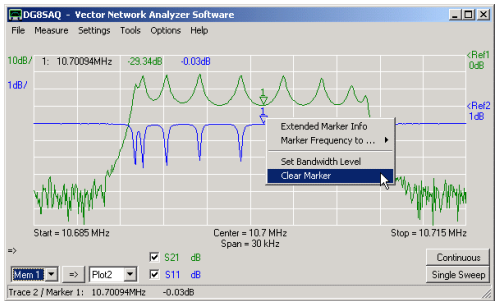
**3. Removing Markers**

Es gibt mehrere Wege, Marker zu entfernen.

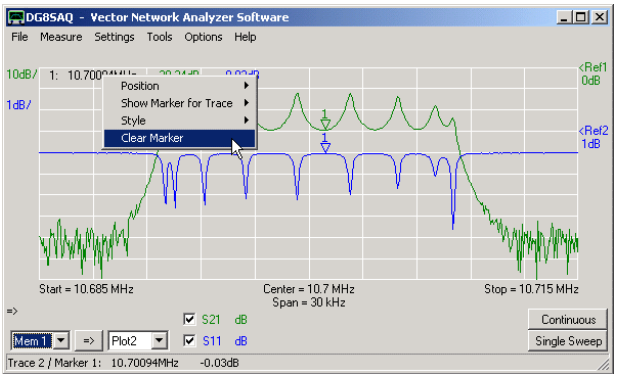
Der letzte Marker oder alle Marker können sofort entfernt werden, durch rechts klicken auf das **Main Window Grid** und auswählen von **"Clear last Marker"** oder **"Clear all Markers"**:




Ein spezieller Marker kann entfernt werden, durch rechts klicken auf diesen Marker und auswählen: **"Clear Marker"**:



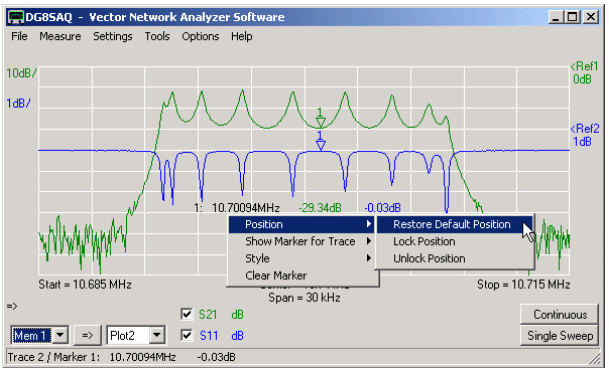
Dieselbe Funktionalität kann erreicht werden, durch rechts klicken auf die Textzeile der Marker-Überschrift und **"Clear Marker"** auswählen:




Der Marker, der dieser spezifischen Textzeile gehört, wird entfernt.

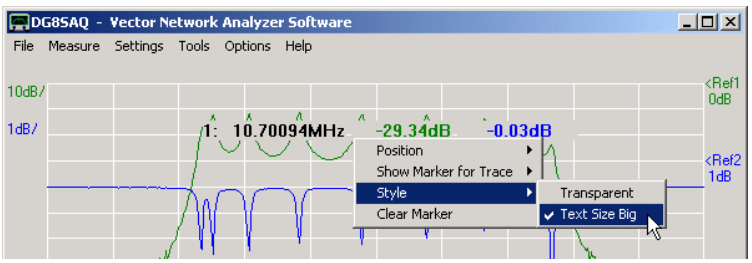
**4. The Marker Caption**

**Die Marker-Überschrift** ist die Text-Information, über die Marker-Frequenzen und Marker-Levels. Sie kann mit der Maus bewegt werden, auf eine ähnliche Weise, wie die Marker. Um dieses zu tun, zeigen Sie mit der Maus zum Frequenzteil der Marker-Überschrift. Wenn der Marker-Zeiger sich zu Handfläche ändert, drücken Sie den linken Maus-Button und ziehen Sie die Überschrift in Position. Die Default-Position kann wieder hergestellt werden, durch rechts klicken, auf die die Marker-Überschrift. Außerdem kann die gegenwärtige Position locked oder unlocked werden:



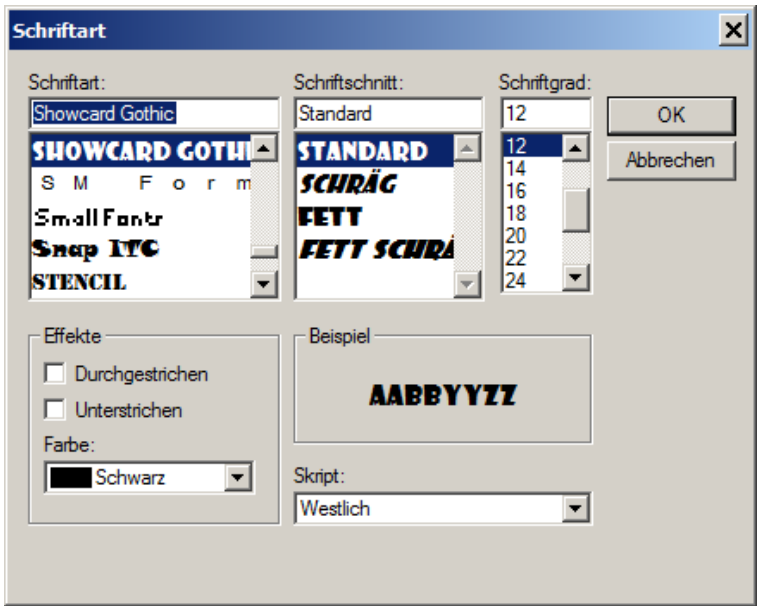

Dieselbe Funktionalität ist über das **Main Menu** "**Settings**" - "**Diagrams**" - "**Marker Captions**" zugänglich.

**Anmerkung :** Für eine besser Lesbarkeit, kann die Marker-Überschrift zu nichtdurchsichtig geschaltet werden, d. h. grafischen Elemente, hinten der Marker-Überschrift, werden unsichtbar sein. Außerdem kann der Schriftgrad der Marker-Überschrift vergrößert werden:




Auf diese Funktionalität wird zugegriffen, über Rechts-Klicken auf die Marker-Überschrift, wie oben zusehen.

Wenn Sie auf das **Front - Change** - Menü klicken, wird der Font Manager geöffnet:

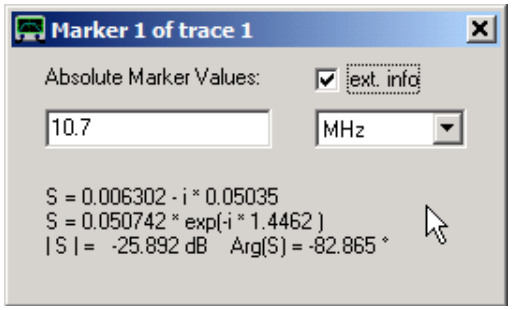



Hier können Schriftart, Stil und Größe ausgewählt werden. Beachten Sie, dass die Farbeinstellung hier keine Auswirkung hat.

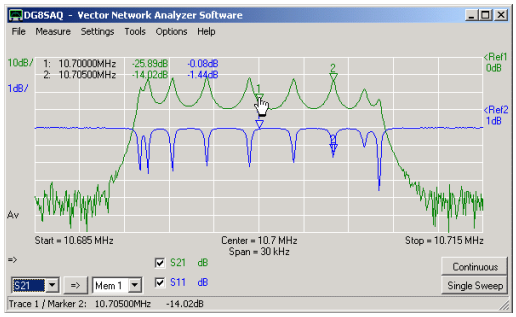
**Hinweis :** Durch Klicken mit der linken Maustaste auf einen beliebigen Teil der Marker-Caption wird die komplette Marker Caption in die Windows-Zwischenablage kopiert, von wo aus sie in ein beliebiges Dokument eingefügt werden kann, z.B. so was:

1: 0.01856MHz 0.99-i 0.01 0.01+i 0.00 0.00 -90.00°
2: 22.99MHz 0.46-i 0.72 0.01+i 0.00 0.00 -90.00°
3: 99.93MHz -0.34-i 0.58 0.01-i 0.00 0.00 -90.00°

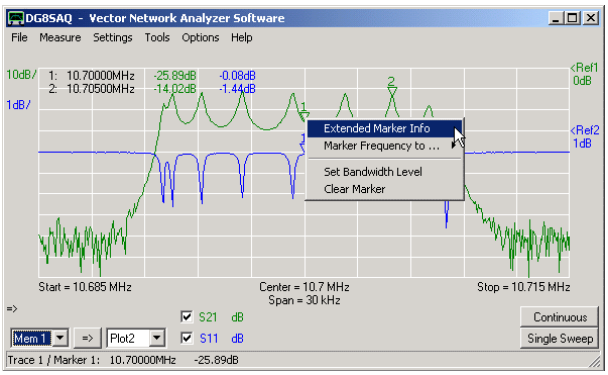
**5. Extended Marker Information**



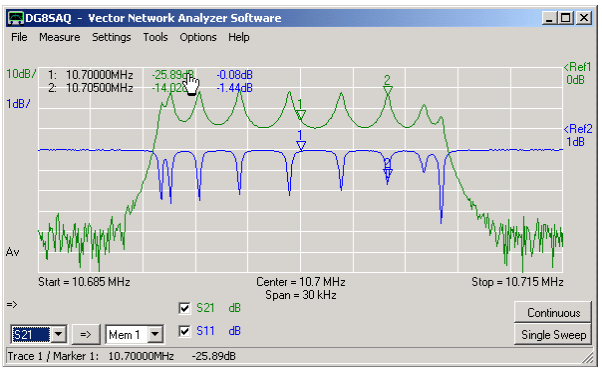

**Die erweiterte Marker-Information ist** über einen spezifischen Marker durch Doppelklicken auf **spezific Marker** verfügbar:




Nach dem Doppelklicken auf den Marker, könnte die Marker-Position ein bisschen verändert werden, dieselbe Funktionalität ist verfügbar, ohne dieses Risiko, durch rechts –klicken auf den Marker und auswählen "**Extended Marker-Info**":

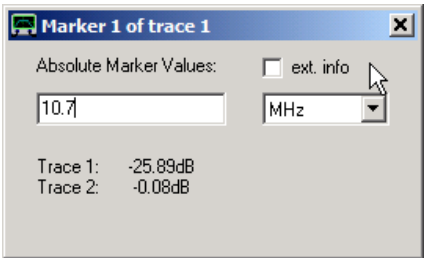



Ein anderer Weg, auf diese Funktion zuzugreifen, ist Doppel-Klicken, auf den Werte- string, der dem spezifischen Marker gehört:



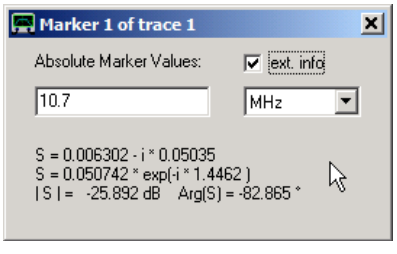

Beachten Sie, das, auf den Frequenzteil Doppel Klickend, wird keine Wirkung haben, weil die Frequenz zu einer ganzen Reihe von Markern gehört, auf alle Spuren.

Wenn der Marker 1 auf der ersten Spur (S21 Trace) ausgewählt wird, dann wird das folgende **extended Marker Info Window** zeigen:

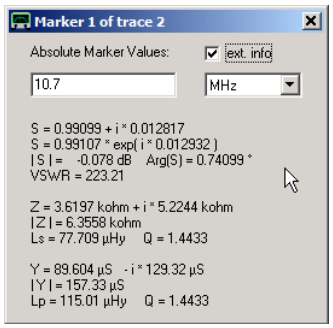



Die Marker-Frequenz kann auf einen genauen Wert gesetzt werden (nicht für den maximum-, den minimum- oder den Bandwidth-Marker), z.B 10.7 MHz kann gesetzt werden, in diesem Beispiel.
Beachten Sie, dass so lange die **ext.-Info Checkbox** nicht angewählt ist, werden die Werte aller traces zur gleichen Zeit angezeigt.

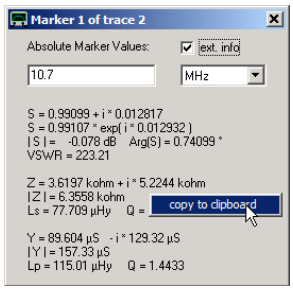
Überprüfung der **ext. info Checkbox** (neben dem Maus-Zeiger oben) wird **extended Marker Info** auf eine spezifischer Spur bringen (S21 Trace 1, in diesem Beispiel):




Sogar mehr extended Informationen sind verfügbar, für **Reflektion Trace Marker** (S11, S22), für welche Impedanzen und VSWR berechnet werden:

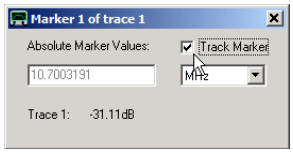



Beachten Sie, dass Sie das **extended Marker Info Window** neben dem **Main Window** legen können und es offen lassen können, während Sweeping.
Wann immer ein Trace aktualisiert wird oder der entsprechende Marker mit der Maus bewegt wird, wird die extended Marker-Info ebenso aktualisiert, in dem getrennten Marker-Window.
Beachten Sie, dass Sie das extended Marker-Info in die Windows-Zwischenablage kopieren können, Rechts-Klicken auf das **extended Marker Window**, um es, in jedes Textdokument, einfügen zu können:




**Tracking markers in spectrum analyzer mode**

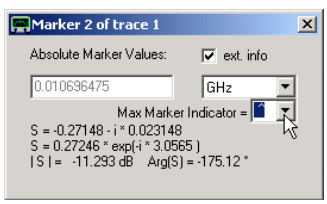
Beachten Sie, dass die **extended Marker Iinformationen** keinen Sinn machen im Spektrum-Analysator-Mode, weil dort keine Phasen-Information verfügbar ist. Ab und zu, ist es im SA-Mode wünschenswert, die Instrumenten-Center-Frequenz an eine Spektrallinie zu koppeln, die langsam drifften könnte. Das kann erreicht werden, durch Setzen eines **Maximum Marker**, der die Spektrallinie Linie erkennt. Das Doppelklicken darauf, öffnet das folgende **Marker Window**:



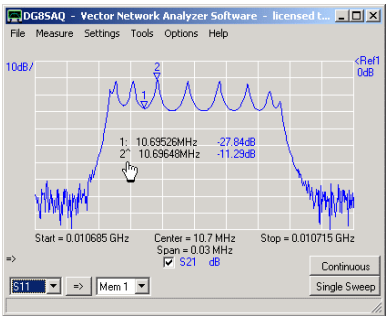

Beachten Sie, dass Sie die Marker-Frequenz nicht modifizieren können, weil diese durch das Maximum des Marker-Trace bestimmt wird. Checking der **"Track-Marker" Checkbox** wird die Software veranlassen, die **Measurement Center Frequency** auf die **Marker Frequency** zu setzen, kurz vor dem Starten eines neuen Sweeps. Auf diese Weise wird versucht, das Maximum **im Center des Measurement Span** zu halten.
Dieses Tracking arbeitet auch für **Minimum** und alle **Bandwidth Markers**. Manchmal ist es stabiler, die 10-dB-Center Frequency zu ziehen, als das Maximum einer Spitze.

**Marking Minimum / Maximum Markers**

Es könnte nützlich sein**, Minimum/Maximum Marker** visuell zu unterscheiden, von normalen Markern, weil die erstgenannten offensichtlich nicht mit der Maus bewegt werden können. Das kann erreicht werden, durch Doppeltklick auf einen **Minimum oder Maximum Marker** (nur Frequency Markers). Das **Marker Menu Window** öffnet sich dann, und sieht aus wie z.B. für einen **Maximum Marker**:




Beachten Sie, dass Sie ein Maximum Marker Indikatorzeichen auswählen können (Maus-Zeiger), welcher dann den Doppelpunkt ersetzt, nach der Frequency Information im Marker-Text:




Beachten Sie, dass Sie zwei verschiedene Anzeigezeichen für minimale Marker und für maximale Marker auswählen können.

**6. Available Markers**

Abhängig von den angezeigten Daten (Frequency Data, Time Data, Radar Data) sind die folgenden Marker-Typen im Marker-Menü verfügbar:

**Add Frequency Marker** (für Frequency Data und Polar Data, z.B. Smith-Charts)
**Add Time Marker** (für Time Domain Data)
**Add RADAR Marker** (für Winkeldaten z.B. Antenne-Diagramme)

**Anmerkung :** Nur **Frequency Markers** werden ein **extended Marker Info Window** nach dem Doppelklicken nachgeben.

**Available Frequency marker types:**
- ***normal marker***
- ***maximum marker*** (springt automatisch zum Maximum des ersten anwendbaren, angezeigten Trace)
- ***minimum marker*** (springt automatisch zum Minimum des ersten anwendbaren, angezeigten Trace)
- **absolute level markers:**
- **zero marker** (springt automatisch zum ersten Nulldurchgang ersten anwendbaren angezeigten Trace)
- **left marker** (springt automatisch auf ersten Durchgang, an einem vorgegebenen, absoluten Level, von links auf den ersten anwendbaren, angezeigten Trace, Standardlevel ist minus eine Einheit)
- **right marker** ( springt automatisch auf den ersten Durchgang, an einem vorgegebenen, absoluten Level, von rechts auf den ersten anwendbaren, angezeigten Trace, Standardlevel ist minus eine Einheit)
- ***bandwidth-markers:***
- ***Bandpass*** (legt einen maximalen Marker, zwei Markers unter einer vertikalen Teilung unter dem maximalen Marker und ein Center-Marker zwischen den Bandwidth-Markern)
- ***Bandstop*** (legt einen minimalen Marker, zwei Marker über einer vertikale Teilung über dem minimalen Marker und ein Center-Marker zwischen den Bandwidth-Markern)
- ***Max Left Down*** (legt einen maximalen Marker, und einen Marker unten eine vertikale des Maximums verlassene Teilung Marker)
- ***Max Right Down*** (legt einen maximalen Marker, und einen Marker unten ein vertikales Abteilungsrecht auf das Maximum Marker)
- ***Min Left Up*** (legt einen minimalen Marker, und einen Marker eine vertikale Abteilung, die des minimalen Markers verlassen ist)
- ***Min-Recht Up*** (legt einen minimalen Marker, und einen Marker ein vertikales Abteilungsrecht auf den minimalen Marker)
- ***Delta-Marker*** (zeigt die Frequenzentfernung und die vertikale Entfernung zum letzten normalen Marker an)

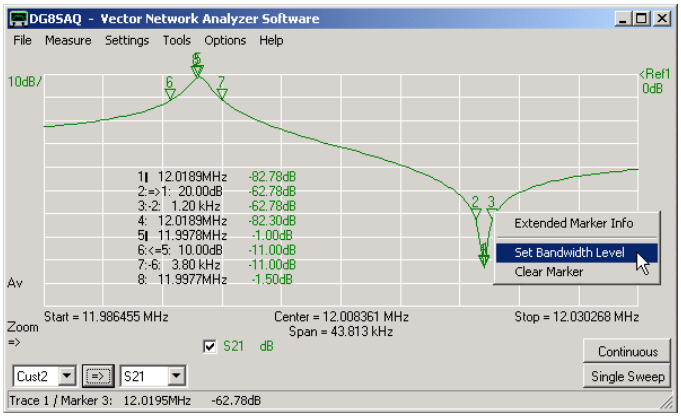
**Anmerkung :** Wenn die Frequency span zero ist, wird die Sweep-time statt der Frequency verwendet, um die Marker-Position zu identifizieren in der X-Richtung.

**Available Time Marker Types:**
- ***normal time marker***
- ***maximum time marker*** (springt automatisch zum Maximum der ersten anwendbaren, angezeigten **time trace**)
- ***delta time marker*** (zeigt die Zeitentfernung und die vertikale Entfernung zum letzten **normal time marker** an)

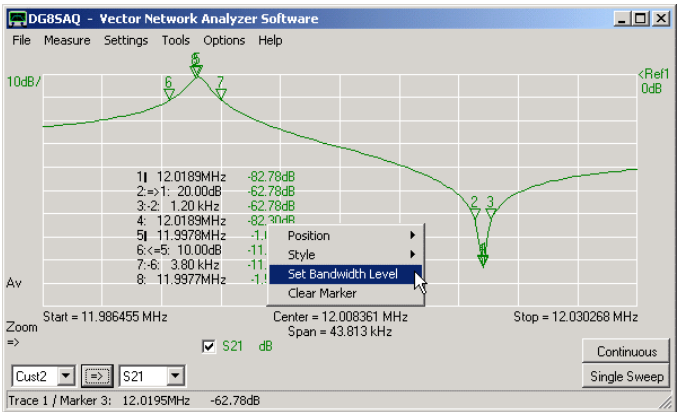
**Available RADAR Marker Types:**
- ***normal***
- ***maximum*** (springt automatisch zum Maximum des ersten angezeigten RADAR trace)
- ***Minimum*** (springt automatisch zum Minimum der ersten angezeigten RADAR trace)
- ***opening angle*** (legt einen maximalen RADAR-Marker, zwei RADAR-Marker unten eine vertikale Abteilung unten maximaler Marker und ein Zentrum-Marker zwischen den öffnenden WinkelMarkern)
- ***Delta-Marker*** (zeigt die winkelige Entfernung und die vertikale Entfernung zum letzten normalen RADAR-Marker an)

### 7. Bandwidth-Marker-Issues

Das folgende Screenshot zeigt ein Beispiel, sowohl eines Bandpasses, als auch eines Bandstop Markers:




Die **Bandwidth Levels** können individuell gewechselt werden, entweder durch Ziehen des **Bandwidth Markers** (2,3,6,7)hoch oder hinunter mit der Maus oder durch Rechts-Klicken auf einen der Bandwidth Marker (wie oben zu sehen) oder durch die verbundenen Marker-Captions (wie unten zu sehen)...

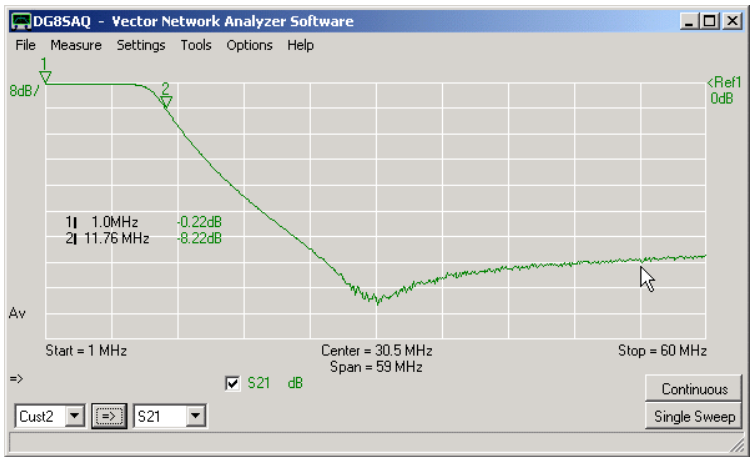



... und das Auswählen von "Set Bandwidth Level". Eine Level Iinput Mask wird aufklappen:




Geben Sie hier einen neuen Wert ein und die entsprechenden Bandwidth Marker werden sich zum neuen relative Level bewegen.

Dasselbe trifft auch zu, für die anderen Bandwidth Marker, wie der "Max Right Down" Marker, der im untern Beispiel gezeigt ist:

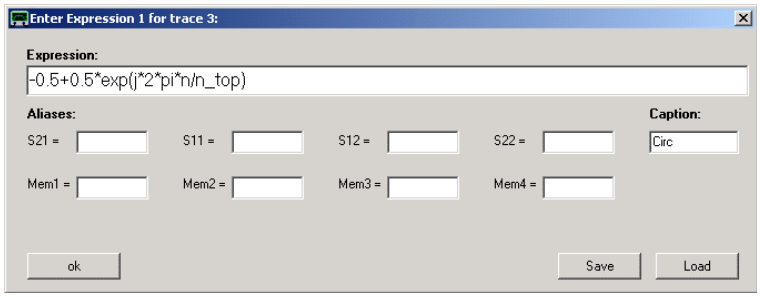



**Anmerkung :** Die Bandwidth -Funktionen werden auf den erste Frequenz Trace angewandt, der sichtbar ist, im xy-Raster. Überzeugen Sie sich, dass der Trace, dessen Bandbreite Sie sehen wollen, der erste ist, der angezeigt wird.

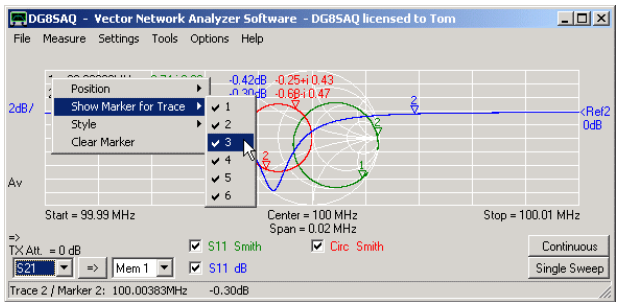
Das bedeutet auch, dass Sie nicht einen **Bandpass Bandwidth** auf einem Trace sehen können und eine **Bandstop Width** auf einem anderen Trace, zur gleichen Zeit.

### 8. Switching markers OFF for specific traces

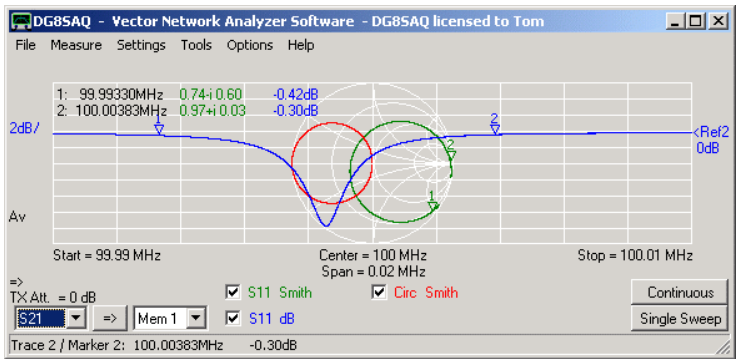
Manchmal will man Traces anzeigen, die keine Marker zeigen. Ein Beispiel könnte sein, wenn ein Grenzwertkreis angezeigt wird, mit einem eigenen Trace.
Das folgende Beispiel, eines benutzerdefinierte Ausdrucks, zeigt einen Kreis, innerhalb des Smith-Diagramms, mit dem Mittelpunkt bei -0.5 und dem Radius von 0.5 .




Da wir keine Marker im Kreis haben wollen, schalten wir die Marker für diesen Trace aus, mittels Rechtsklick auf die Marker-Beschriftung und Entfernen des Häkchens des Trace 3, welcher der Custom-Trace ist, mit der Bezeichnung Circ.



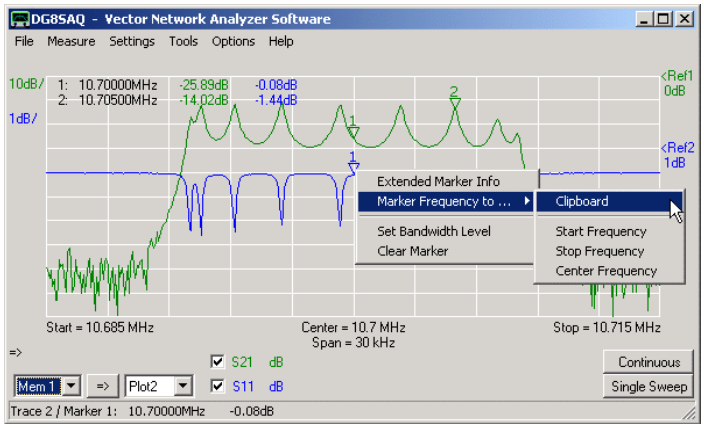

Beachten Sie, dass beides, Marker und Markerbeschriftung, jetzt deaktiviert sind, für den roten Custom-Trace.




Beachten Sie, dass Sie die Marker für spezifische Traces auch im Hauptmenü Settings-Diagrams-Display-Traces aktivieren / deaktivieren können.

### 9. Copying marker frequency information

Manchmal werden Markerfrequenzen für die Änderung des VNWA Frequenzbereichs oder für die Umsetzung in ein Dokument benötigt. Dies kann einfach durch Rechtsklick auf das in Frage kommende Markersymbol und Auswahl des Menü "Marker Frequency to ..." erreicht werden:




Verfügbaren Ziele für das Kopieren:

**Clipboard** Die Markerfrequenz wird als String in die Zwischenablage von Windows kopiert, so kann es später in ein Dokument eingefügt werden.
**Start Frequency** Die VNWA Startfrequenz auf die Markerfrequenz verändert.
**Stop Frequency** Die VNWA Stoppfrequenz an die Markerfrequenz verändert.
**Center Frequency** Die VNWA Mittenfrequenz auf die Markerfrequenz verändert.

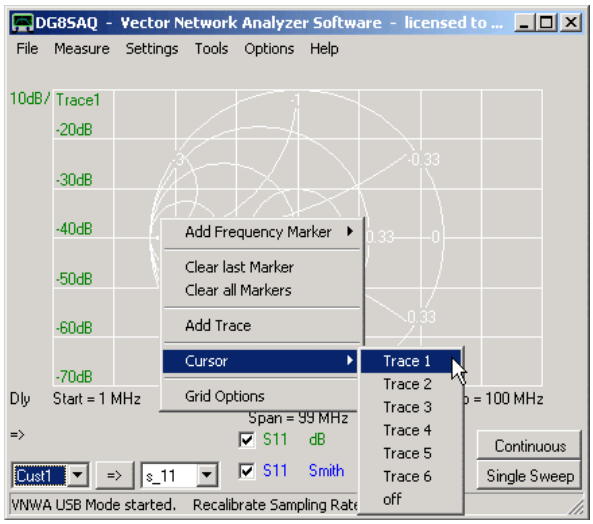
Beachten Sie, dass, wenn das VNWA Frequenzraster geändert wird, werden die Auswirkungen auf die angezeigten Traces, nur nach erneuter Messung, sichtbar.

### 10. Changing marker symbol size and color

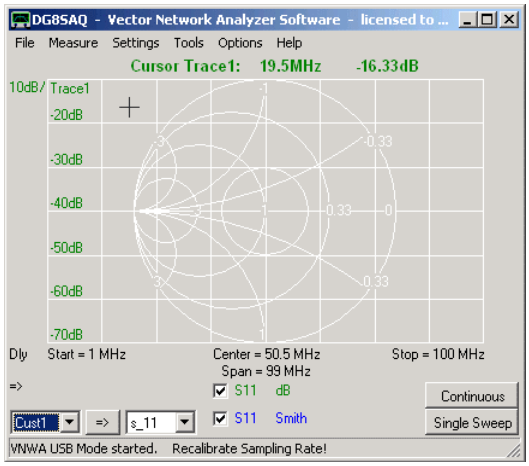
Die Größe und die Farbe (n) des Markersymbols können über die Einstellungen "Grid Options - Misc. Options" geändert werden. Beispiele finden Sie unter Settings - Diagrams - Display - Grid Options.

## Cursor

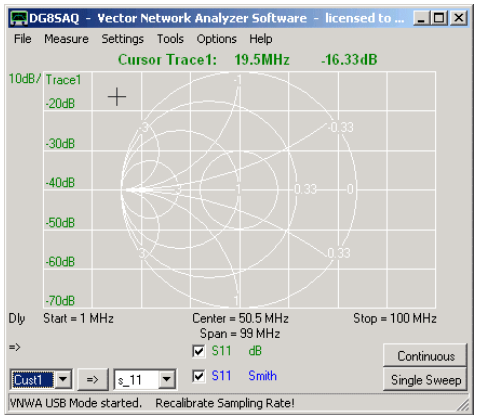
Ein **Cursor** kann verwendet werden**,** um **Grid Coordinates** in einem **Carthesian** oder **Smith Grid** zu bestimmen. Der Cursor kann eingeschaltet werden**,** durch **Rechts-Klick auf den Grid**, **"Cursor"** auswählend und den Trace für den der Cursor verwendet werden soll:



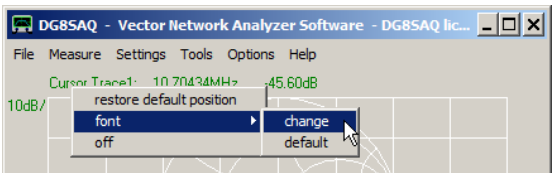

Der Maus-Zeiger wandelt sich zu einem Kreuz und ein **Cursor-Label**, in der Farbe des Trace ,zeigt die Cursor Koordinaten an und erscheint rechts unten im Main Menu:



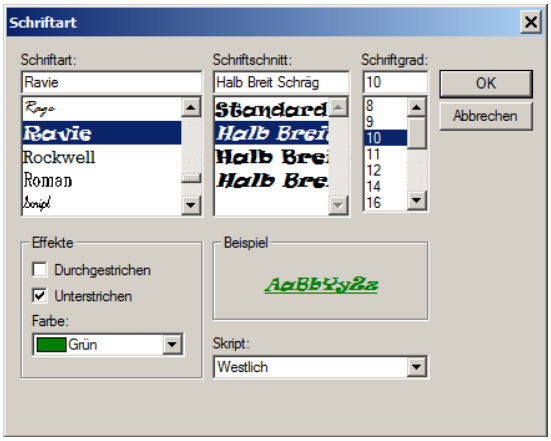

Das **Cursor Label kann mit der Maus** zu jeder günstigen Position bewegt werden, durch gedrückt halten des linken Maus Button, und hinweisen auf das Label:



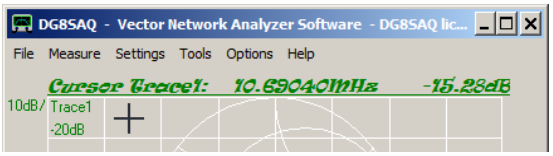
**Rechts-Klicken** auf **das Label,** öffnet das das Label-Menu. Dort kann das Label wieder in die Standardposition oben links verschoben werden, die Schriftart, der Stil und die Größe können geändert werden oder die Cursorfunktion kann ganz ausgeschaltet werden:



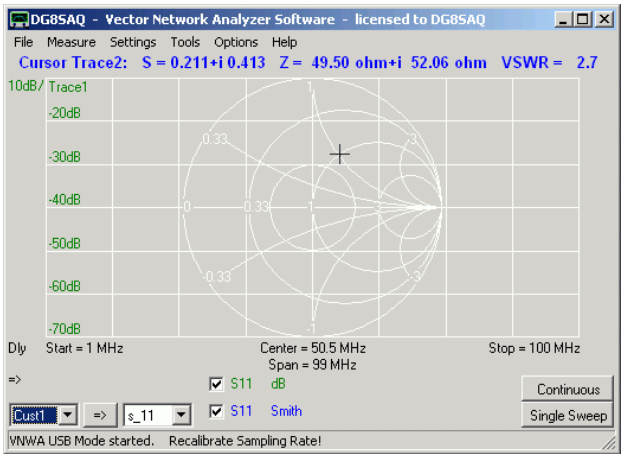

Nach der Auswahl des Schriftarten - Änderungsmenüs öffnet sich der Font Manager:




Dort können Schriftart und -größe ausgewählt werden. Nach dem Schließen des Managers erhält die Cursor-Beschriftung die neue Schriftart, den neuen Stil und die neue Größe:

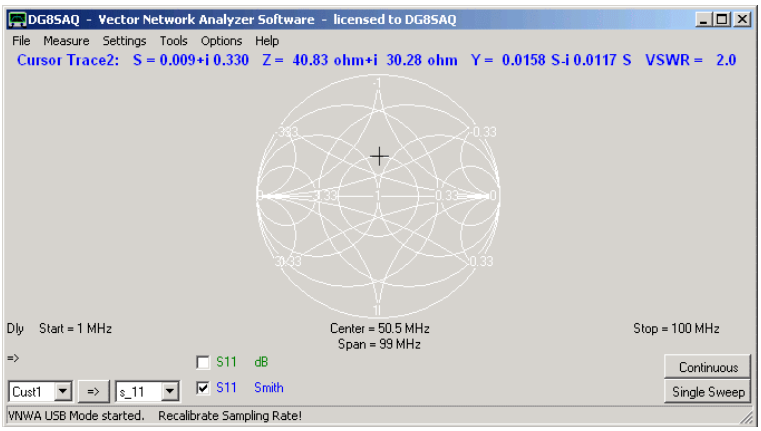



Erweiterte Informationen sind in einem Smith-Raster verfügbar:




Hinweis:
Die angezeigten Koordinatendaten hängen von den ausgewählten Smith-Gitteroptionen ab:
- **Impedanz**informationen werden nur angezeigt, wenn das Impedanzgitter aktiviert ist.
- Die **Admittanzi**nformation wird nur angezeigt, wenn das Admittanzraster aktiviert ist.
- **VSWR**-Informationen werden nur angezeigt, wenn VSWR-Kreise aktiviert sind.

Hier sind alle Smith-Gitteroptionen aktiviert:


DG8SAQ - Vector Network Analyzer Software - licensed to DG8SAQ
File Measure Settings Tools Options Help
Cursor Trace2: S = 0.009+i 0.330 Z = 40.83 ohm+i 30.28 ohm Y = 0.0158 S-i 0.0117 S VSWR = 2.0
Dly Start = 1 MHz
Center = 50.5 MHz
Span = 99 MHz
Stop = 100 MHz
S11 dB
S11 Smith
Cust1
s_11
Continuous
Single Sweep
VNWA USB Mode started. Recalibrate Sampling Rate!

## Multiple VNWA Support

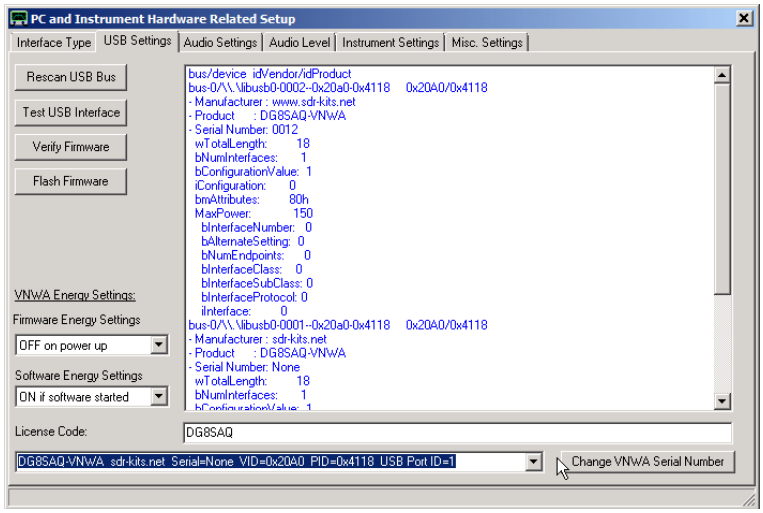
Die Benutzung von mehr als einem VNWA kann zu zwei Fragen führen, die anschließend beantwortet werden sollen.

1. Wie kann ich einen, von mehreren VNWAs, in der VNWA-Software auswählen, die zu gleichen Zeit mit einem PC verbunden sind?

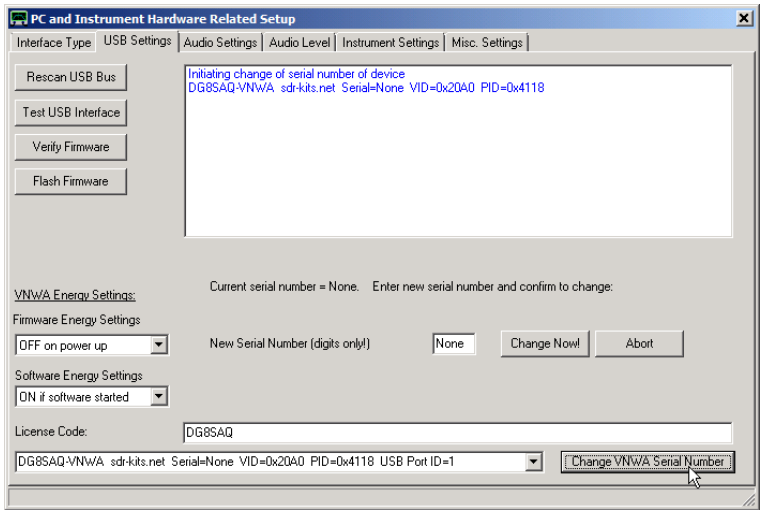
2. Wie kann ich mehrere VNWAs mit verschiedenen Lizenz-Codes benutzen, ohne dass der Lizenz-Code jedes Mal neu eingegeben werden muss, wenn ich den VNWA Wechsel?

### 1. Selecting one of several connected VNWAs

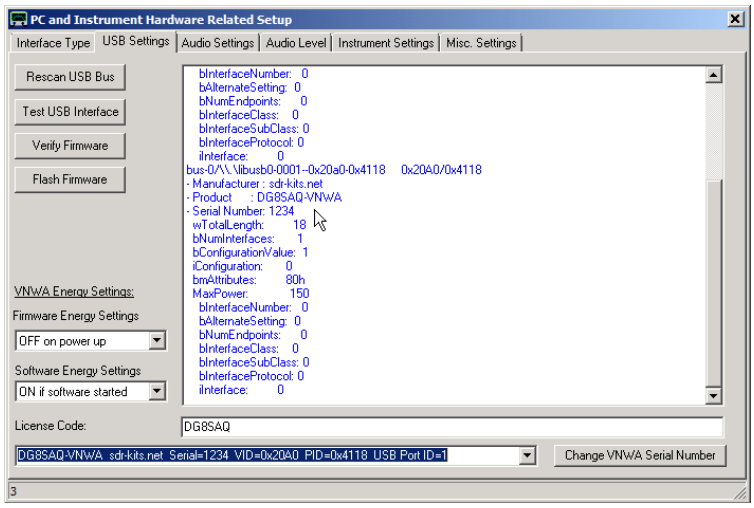
Wenn Sie mehr als einen VNWA haben, können Sie alle VNWAs gleichzeitig an Ihren PC angeschlossen haben. Wenn **mehr als ein VNWA erkannt wird,** beim Programmstart oder nach **dem "Rescan USB "** wird das „**Setup**“ - "**USB-Setting**" Menü ein Dialogfeld anzeigen, das dem Benutzer erlaubt, einen der verbundenen VNWAs ( ganz unten, neben dem Maus-Zeiger) auszuwählen:




Beachten Sie, dass identische VNWAs nur durch ihre USB-Port-ID erkannt werden können, die grundsätzlich die Geräteerkennung ist. Diese Erkennung könnte sich beim Neustart oder den Wiederanschluß ändern.
Deshalb ist es nützlich, die Seriennummern der VNWA zu modifizieren, die werkseitig auf "NONE" voreingestellt sind. Wenn mehr als ein VNWA angeschlossen wird, wird empfohlen, auf einander folgende Seriennummern wie 0001, 0002 zu verwenden.
Um **eine Seriennummer eines VNWA zu ändern**, wählen Sie den VNWA aus, den Sie ändern wollen und drücken Sie den passenden Button :



Geben Sie eine neue 4-stellige Seriennummer ein (z.B. 1234 im unteren Beispiel, Ihnen wird nur erlaubt, Ziffern, keine Buchstaben einzugeben!) und drücken Sie die **"Change Now!"** Button:

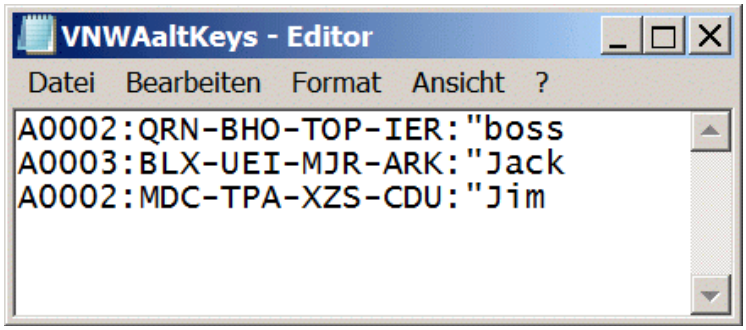



Beachten Sie, dass jetzt die VNWA Seriennummer auf 1234 geändert worden ist (siehe Eingabe neben dem Maus-Zeiger oben und auch in der Selection Box).

Zukünftig ist dieser VNWA eindeutig bezeichnet und durch seine einzigartige Seriennummer 1234 ausgewählt.

**2. Activating more than one license code**

Wenn mehrere VNWAs, mit verschiedenen Lizenz-Codes, von der gleichen Software-Installation betrieben werden, ist es sehr unbequem, den Lizenz-Code jedes Mal manuell zu ändern, wenn der VNWA, durch einen anderen, ersetzt wird. Deshalb ist folgender Gedanke entstanden, die VNWA-Software mit bis zu 30 verschiedenen Lizenz-Codes, zur gleichen Zeit, arbeiten zu lassen.
a) Erstellen Sie eine Text-Datei mit dem Namen „VNWAaltKeys.ini“ in Ihrem VNWA-Installationsordner und geben Sie alle Ihre Lizenzschlüssel ein, jeweils einen pro Zeile.




Beachten Sie, dass der Teil, der mit “ anfängt, nicht zum Lizenz-Code gehört, sondern wird als Lizenznehmer Name interpretiert, der in der Programmtitelleiste angezeigt wird.

b) Speichern und Restarten Sie die VNWA-Software. Ab jetzt kann jeder VNWA mit einem Lizenz-Code, der in der Liste gefunden wird, betrieben werden.

**Keyboard Shortcuts**

Die VNWA (ab VNWA V33.z ) Software kann **mit der Tastatur zu einem gewissen Grad gesteuert werden**. Für diesen Zweck sind einige **Tastenkombinationen** verfügbar**, um oft verwendete Aufgaben zu nutzen**: Beachten Sie, dass ab VNWA36.3.1.9 die rot markierten Shortcuts, aus Stabilitätsgründen, deaktiviert werden, während des VNWA-Sweep.

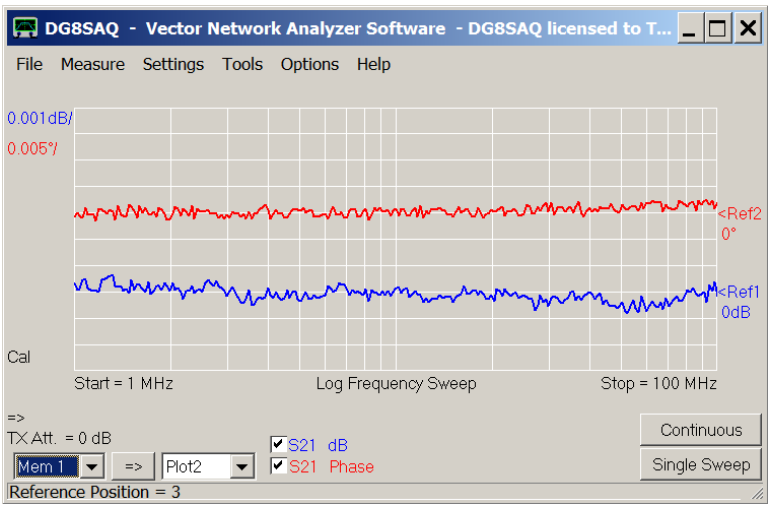
| **key:** | **action:** |
|---|---|
| alt+f | set linear sweep range |
| alt+g | set logarithmic sweep range |
| alt+l | set listed sweep range |
| alt+a | autosave memory spaces on/off |
| ctrl+alt+a | autoretrieve memory spaces on/off |
| alt+c | save calibration |
| ctrl+alt+c | retrieve calibration |
| alt+d | save display state |
| ctrl+alt+d | retrieve display state |
| alt+m | save calibration to mastercal |
| ctrl+alt+m | retrieve master calibration |
| ctrl+alt+r | open RC debug window |
| ctrl+alt+s | TCPIP data server on/off |
| ctrl+alt+t: | TCPIP RC servers on/off |
| alt+p | restore default marker caption position |
| alt+t | open specification tester tool |
| ctrl+2 | import s2p-data from file |
| shift+ctrl+2 | export s2p-data to file (dB/phase) |
| ctrl+c | save screen to clipboard |
| ctrl+I | retrieve instrument state ignore hardware settings |
| ctrl+j | retrieve instrument state |
| shift+ctrl+i | save instrument state |
| ctrl+a | Spectrum analyzer mode |
| ctrl+d | create a debug file |
| ctrl+e | External Bridge mode |
| ctrl+f | save screen to file |
| ctrl+g | Signal generator mode |
| ctrl+m | Frequency meter mode |
| ctrl+p | print screen |
| ctrl+r | RF-IV mode |
| ctrl+s | activate/deactivate storage screen |
| ctrl+t | define TX level |
| ctrl+v | VNWA mode |
| ctrl+x | clear storage screen |
| ctrl+alt+x | activate/deactivate sound mixer (Windows XP and older only) |
| shift+ctrl+x | activate/deactivate SelectIsMute (Windows XP and older only) |
| shift+ctrl+c | report flash checksum (returns 0xFFFFFFFF if not supported) |
| F1 | open help file |
| F2 | measure 2 port S-parameters |
| F3 | measure 3-port S-parameters |
| F5 | save screen to file |
| F6 | print screen |
| F10 | open s1p drag-drop target |
| F12 | open clock multiplier quick change menu |
| Spacebar | start/stop single sweep |
| return | start/stop continuous sweep |
| right arrow | measurement direction forward |
| left arrow | measurement direction reverse |
| + | add a trace |
| - | remove last trace |
| 0 | cursor off |
| 1 | cursor trace 1 on |
| 2 | cursor trace 2 on |
| 3 | cursor trace 3 on |
| 4 | cursor trace 4 on |
| 5 | cursor trace 5 on |
| 6 | cursor trace 6 on |

| | |
|---|---|
| a | open **a**verage and autosave |
| b | open a**b**out screen |
| c | open **c**alibrate menu |
| d | open **d**isplay-trace menu |
| g | open **g**rid options menu |
| h | open **h**elp file |
| k | open cal **k**it settings menu |
| l | open power **l**evels settings menu |
| m | open **m**atching tool |
| n | open Complex Calculator Tool (**n**umerics) |
| p | open Port Extensions Menu |
| r | open **r**ealtime expression evaluator |
| s | open Sweep settings Menu |
| t | open Three-Port Analyser Toll |
| x | open Crystal Analyser Tool |

**Instrument Accuracy Considerations**

**Measurement Accuracy Considerations (Messgenauigkeitsbetrachtung)**

Beachten Sie, dass der VNWA keine vom Benutzer einstellbaren Komponenten oder einstellbare Firmware-Einstellungen enthält. Daher braucht er keine regelmäßige Werkskalibrierung, um seine Messgenauigkeit aufrechtzuerhalten.
Wenn Sie Zweifel haben an der ordnungsgemäßen Funktion Ihres VNWA, können Sie den abschließenden Inbetriebnahme-Test wiederholen und mit den Messwerten vergleichen, die Sie zusammen mit Ihrem Instrument beim Kauf erhalten haben.
Der Test ist auf Seite "VNWA Final Commissioning Test" beschrieben.
Der VNWA ermöglicht viele verschiedene Benutzereinstellungen, die alle die Messunsicherheit beeinflussen. Darüber hinaus muss der Benutzer den VNWA vor der Verwendung kalibrieren.
Die Qualität der Kalibrierungsstandards und die Wiederholgenauigkeit der Steckverbinderpaarungen haben großen Einfluss auf die Messfehler. Selbst das Biegen der Prüfkabel führt zu einem spürbaren Fehler.
Daher kann die Messgenauigkeit nicht einfach durch eine Zahl spezifiziert werden.
Wenn die Einstellungen jedoch optimal sind, kann der VNWA eine Amplitudenstabilität von besser als +/- 0,001dB und eine Phasenstabilität von besser als +/- 0,005 ° erreichen, was sehr gut mit einem Profi-Gerät vergleichbar ist.

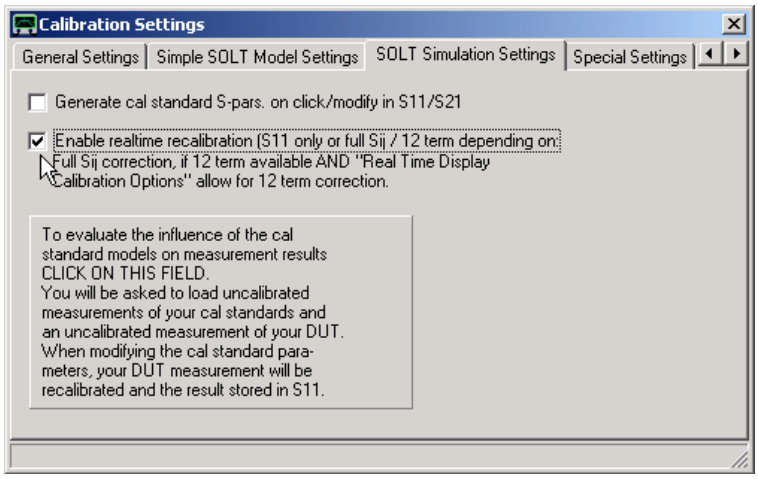



Im Folgenden werden alle möglichen Einflüsse auf die Messunsicherheit diskutiert und demonstriert.

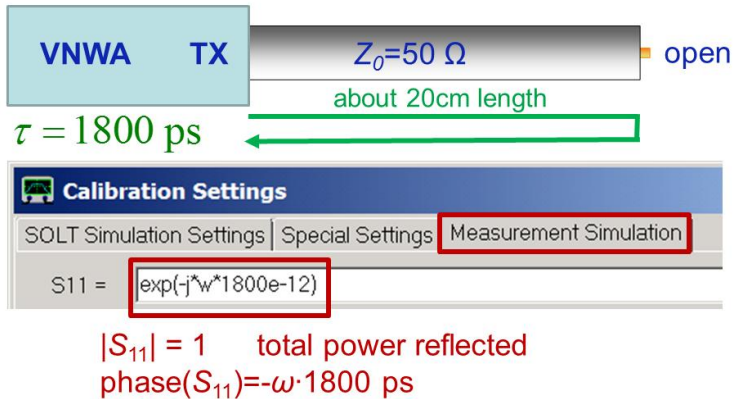
### Calibration Error (Port Mismatch) and Linearity

Die VNWA-Software kann alle linearen Hardware-Fehlerterme durch eine geeignete Kalibrierung beseitigen. Entscheidend ist jedoch, dass die Software die Eigenschaften der Kalibrierungsstandards in Abhängigkeit von der Frequenz genau kennt. Somit müssen die Kalibrierungsstandards genau charakterisiert, modelliert und die Modelle in die VNWA-Software korrekt eingegeben werden. Die VNWA-Software ermöglicht jedes beliebige mathematische Modell, das Sie sich vorstellen können, siehe Kapitel **arbitrary calibration standard mode** auf Seite **"Calibration Standard Setup"**. Dieses Merkmal ist auf dem Gebiet der Hobbyinstrumente ziemlich einzigartig.

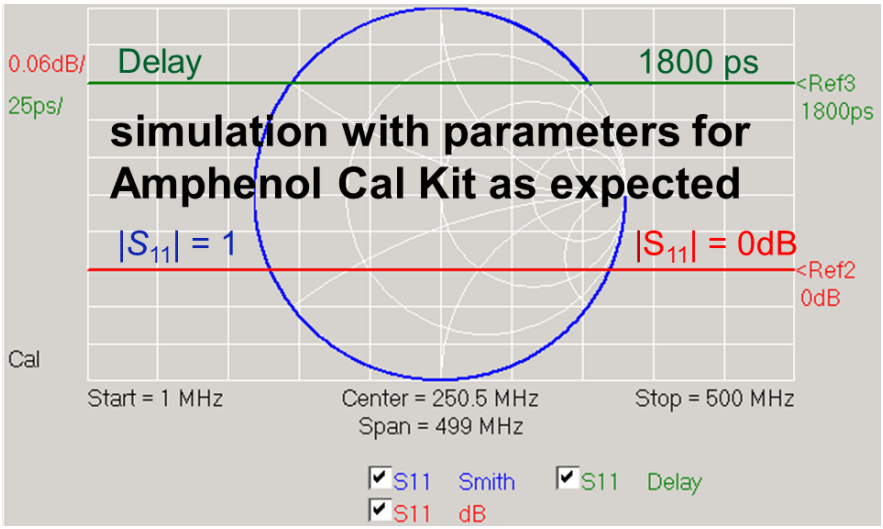
Wenn sich die tatsächlichen Kalibrierungsstandard-Eigenschaften von dem in die VNWA-Software eingegebenen Modell unterscheiden, kann der resultierende Messfehler erheblich sein. Dieser Fehler wird als Port-Mismatch bezeichnet. Der Name ist irreführend, da er nichts mit den VNWA TX- oder RX-Port-Impedanzen zu tun hat. Die VNWA-Software kann Portfehlanpassungen simulieren. Wir verwenden diese Simulationsfähigkeit, um die Auswirkung eines ungenauen Kalibrierungskit-Modells auf ein Reflexions-Messergebnis (S11) eines simulierten 20 cm-Stücks einer offenen 50 Ohm koaxialen Übertragungsleitung zu veranschaulichen. Für die Kalibrierung verwenden wir die bekanntesten Kalibrierungskits. Wir führen eine Gerätekalibrierung in Hardware durch, so dass das Gerät die unkorrigierten Kalibrierungsstandardmessungen kennt. Als nächstes ermöglichen wir es der Software, die Rohdaten sofort zu rekorrigieren, wenn die Kalibrierungskitparameter geändert werden, indem Sie das entsprechende Kontrollkästchen in **Settings - Calibration Kit** aktivieren:




Anstatt eine Reflexionsmessung an einer tatsächlichen Übertragungsleitung durchzuführen, simulieren wir eine Messung einer idealen Übertragungsleitung.



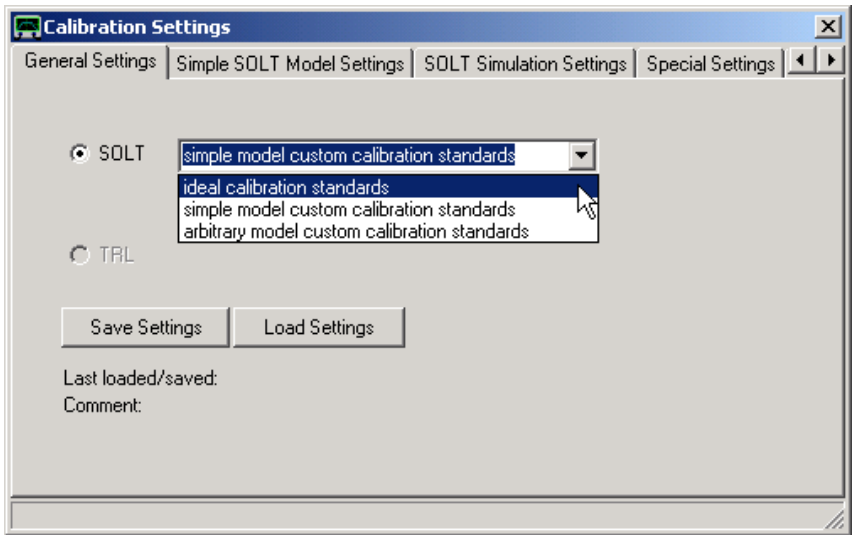

Die VNWA-Software verwendet die Parameter des Kalibrierungskits, um rohe nicht korrigierte Pseudomessdaten dieser Simulation zu berechnen und korrigiert sie:



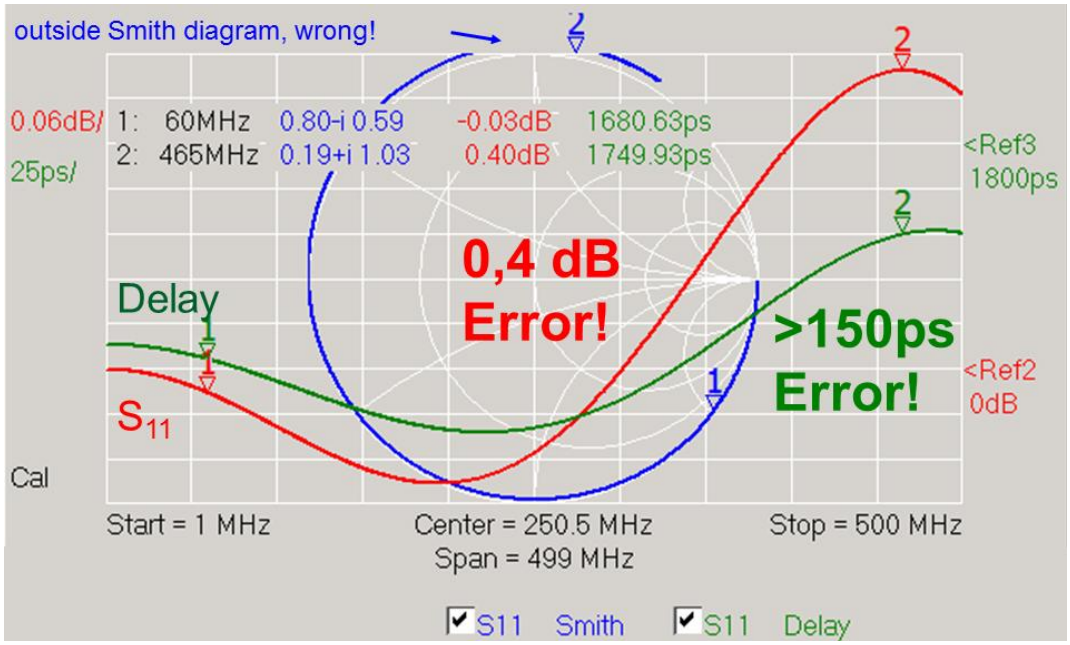

In der Tat beobachten wir die simulierte 100% Reflexion (= 0dB) und das simulierte Delay von 1800ps.

Nun können wir die Parameter des Kalibrierungskits ändern und den Einfluss des simulierten Messergebnisses in Echtzeit beobachten.

Im folgenden Beispiel verwenden wir das **ideal calibration kit setting** anstelle des Modells, für das von SDR-Kits vorgeschlagene Amphenol-Kalibrierungskit :

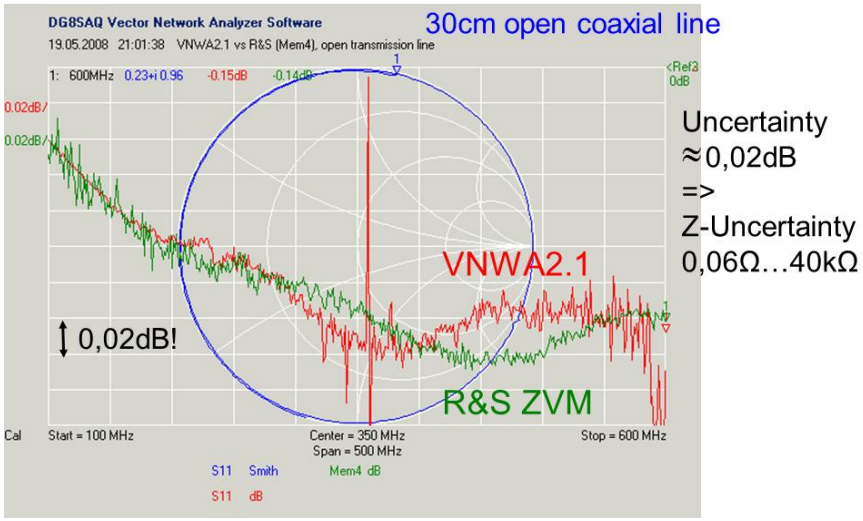



Die Simulation liefert ziemlich große Fehler, die weit über das hinausgehen, was das Instrument bei richtiger Anwendung erreichen kann:



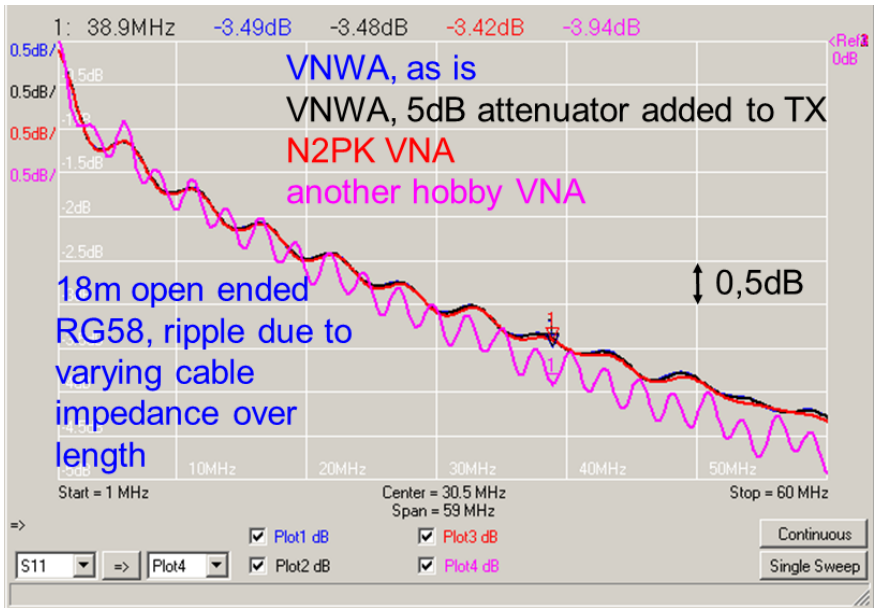

Beachten Sie, dass dies ist, was Sie messen würden, wenn Sie mit einem Amphenol Cal Kit und ideal Cal Kit-Einstellungen messen, anstelle der richtigen Amphenol -Teile.
Beachten Sie auch, dass diese Art von Fehlern sich zeigen bei bereits relativ niedrigen Frequenzen !
Denken Sie also daran, immer das **richtige Cal-Kit-Modell** mit den **richtigen Modellparametern** zu verwenden.

Nun, da wir uns um die linearen Fehler gekümmert haben, was ist der Einfluß nichtlinearer Fehler?
Das Beste, was ich tun kann, um diese Frage zu beantworten ist die Messung eines Worst-Case-Testobjekts (echte offene Coaxial transmission leitung) mit einem kommerziellen Referenzinstrument unter identischen Bedingungen (gleiches Kalibrierungskit, dasselbe Kalibrierungskit-Modell) und zu vergleichen:




Als Hobby-Instrument kann der VNWA sehr gut mit dem hochwertigen kommerziellen VNA verglichen werden.

Hier ist ein Vergleich von 3 Hobby-VNAs, die den Reflexionskoeffizienten einer offenen RG58-Übertragungsleitung mit 18m Länge gemessen, im Frequenzbereich, den alle Geräte teilen:

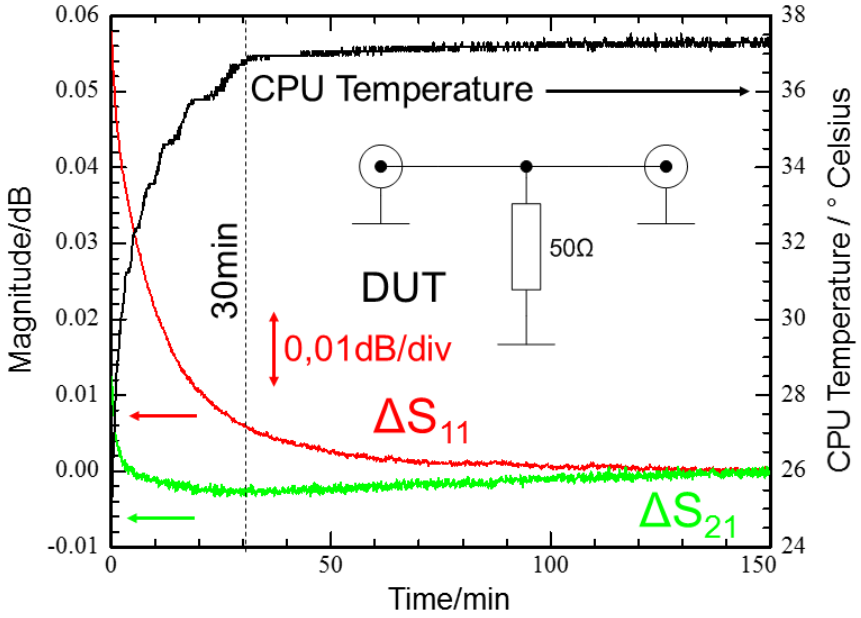



Während der VNWA und der N2PK-VNA identische Welligkeit messen, zeigt der Drittpartei-VNA die Welligkeit aufgrund nichtlinearer Fehler völlig falsch, obwohl sie vollständig mit ihren eigenen Spezifikation übereinstimmen.

Eine Plausibilitätsprüfung für die Kalibrierungsqualität (aber kein Beweis!) Ist der Rohde & Schwarz T-Check, der auf Seite **T-Check** gezeigt wird.

### Warm-Up, Drift after Power-Up

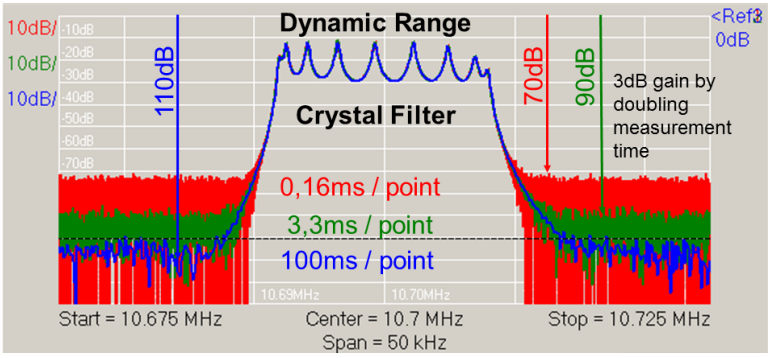
Eine Kalibrierung kann nur Fehler korrigieren, die über die Zeit konstant bleiben. Jedes Instrument, das eingeschaltet wird, wird sich schließlich aufwärmen, was zu einer gewissen Drift der Messergebnisse führt.
Im Folgenden wird ein T-Check DUT verwendet, um gleichzeitig Reflexion und Transmission zu erzeugen. Beide werden mit dem VNWA3E, bei konstanter Frequenz, über einen längeren Zeitraum, nach dem Einschalten des VNWA, gemessen.
Gleichzeitig wird die VNWA CPU-Temperatur mit dem eingebauten Temperatursensor erfasst:




Das Gerät benötigt ca. 30 Minuten zum Aufwärmen. Nach dieser Zeit liegen alle Amplitudenfehler unter 0,01dB. Aber auch nach dem Einschalten sind die Amplitudenfehler kleiner als 0,06dB, was für die meisten Anwendungen ausreicht.
Beachten Sie, dass die gemessenen Phasen nicht innerhalb der Breite des Noise-Trace driften. Daher werden die Phasen nicht gezeigt.

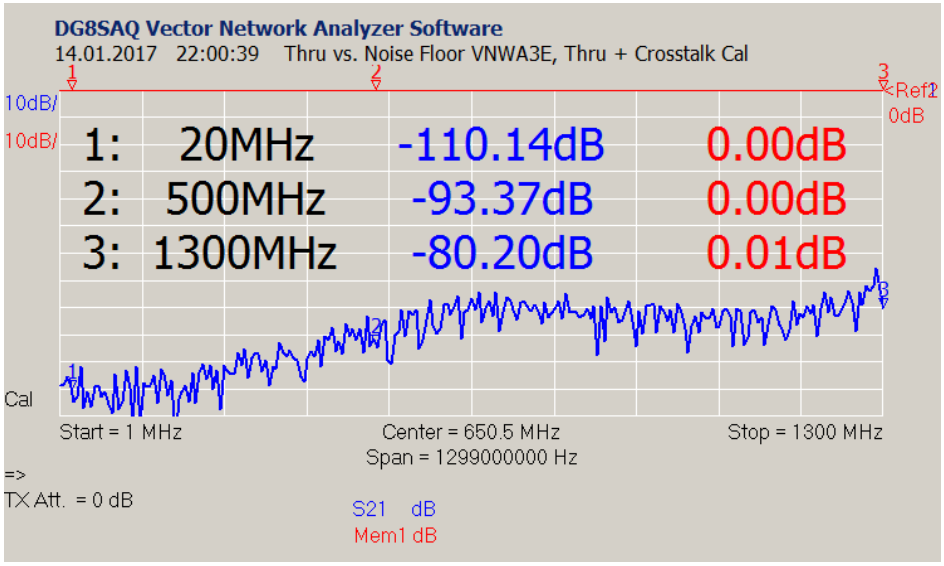
### Dynamic Range and Noise Performance

Der VNWA-Dynamikbereich ist definiert als der Abstand zwischen dem maximalen Signalpegel, den der RX erkennt, wenn das TX-Signal direkt an den RX-Port geleitet wird, und dem Rauschpegel, der ohne das RX-Eingangssignal gemessen wird. Da der Rauschpegel von der Empfängerbandbreite abhängt, die wiederum von der gewählten Wobbelgeschwindigkeit abhängt (höhere Geschwindigkeit bedeutet höhere Rauschbandbreite), ist es nicht sinnvoll, einen Dynamikbereich ohne Angabe der Empfängerbandbreite oder der Messzeit pro Frequenzpunkt gleichzeitig anzugeben. Dies wird durch die folgenden Messungen veranschaulicht, die mit einem VNWA3E an einem monolithischen Kristallfilter mit hoher Dämpfung durchgeführt wurden. Beachten Sie, dass die starke Durchlassbandwelligkeit und die hohe Einfügedämpfung das Ergebnis der hohen Filterimpedanz in der Größenordnung von 1 kOhm in Kombination mit den Anschlussimpedanzen der VNWA von 50 Ohm sind.




Während die höchste Sweep-Geschwindigkeit von 0,16ms pro Frequenzpunkt (entsprechend 6000 Frequenzpunkten pro Sekunde) einen Dynamikbereich von 70dB ergibt, erhöht sich durch die Erhöhung der Messzeit auf 100ms / Frequenzpunkt (entsprechend 10 Punkten pro Sekunde) der Dynamikbereich auf über 100dB hinaus, was Filtermerkmale zeigt, die zuvor im Rauschboden verborgen waren.

Beachten Sie, dass der maximale Signalpegel des VNWA nicht konstant ist, sondern mit zunehmender Frequenz abnimmt, was zu einem abnehmenden Dynamikbereich mit zunehmender Frequenz führt. Dies wird in der unteren Messung gezeigt, wobei das offene Ansprechverhalten(open response, Grundrauschen) mit dem Durchgang (0 dB) verglichen wird:

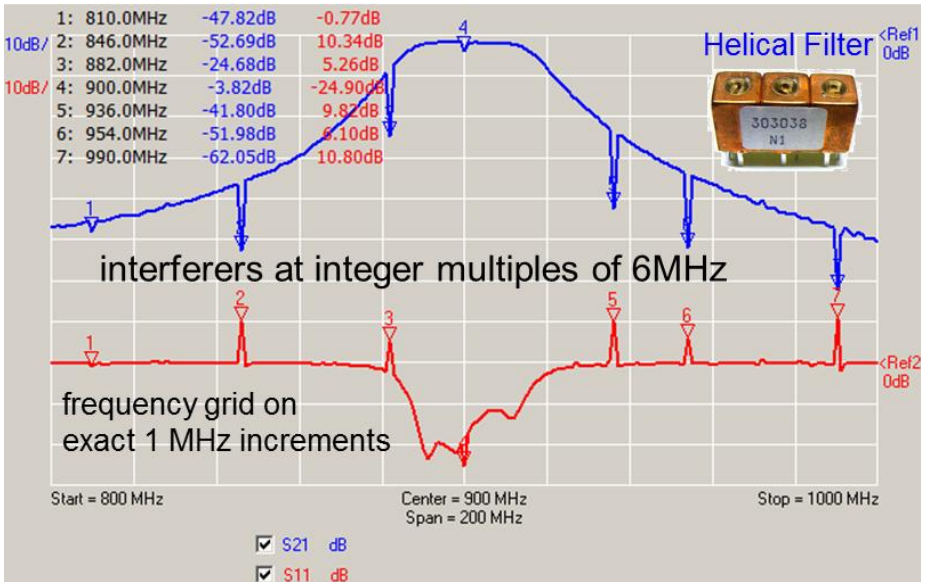



Beachten Sie, dass die obige Messung mit der langsamstmöglichen Sweep-Geschwindigkeit von 100ms pro Frequenzpunkt durchgeführt wurde. Es wurden eine Thru- Calibration und eine Crosstalk -Calibration angewandt, um das Grundrauschen zu erarbeiten.

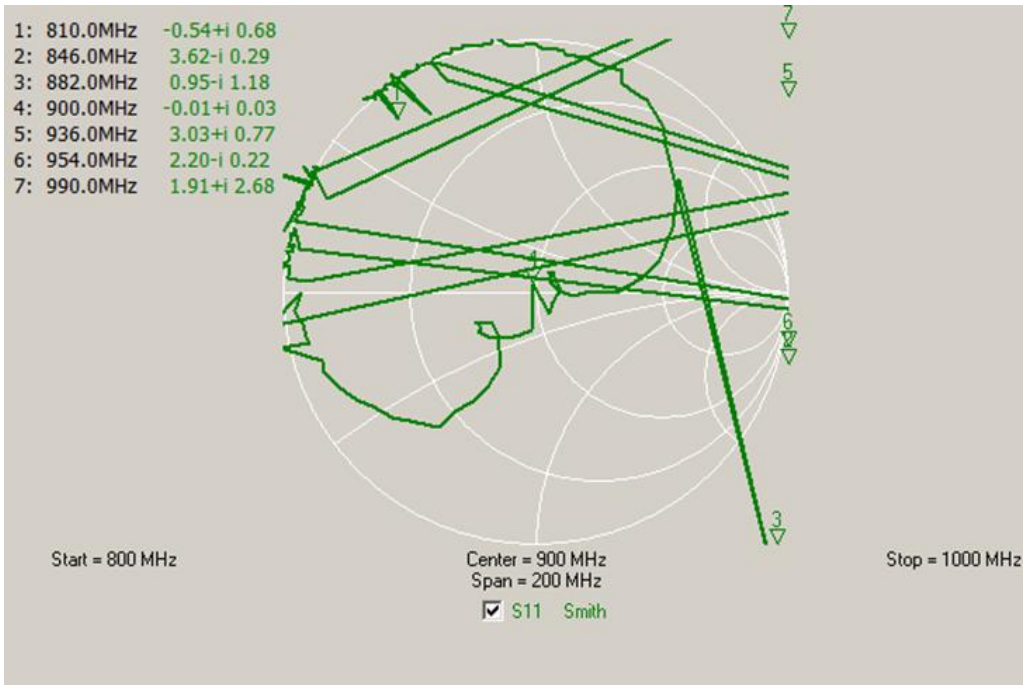
## Spurious Responses

### Narrow Band Interferers (Schmalbandüberlagerungen)

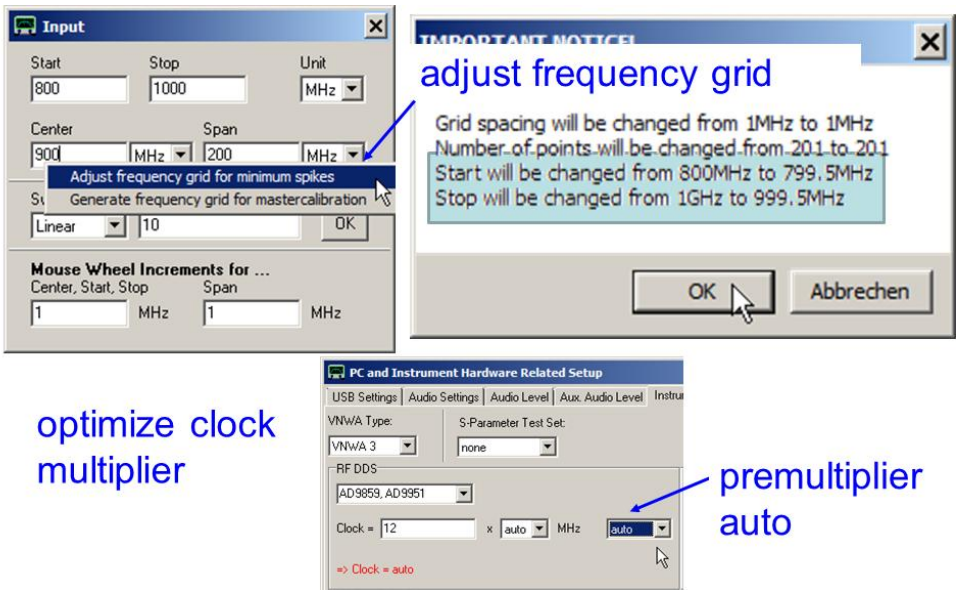
Um eine möglichst hohe Frequenzabdeckung zu erreichen, wurde der VNWA ohne frequenzselektive Filter in der HF-Kette entworfen. Dies ermöglicht die Verwendung der DDS-Alias-Frequenzen für eine erweiterte Frequenzabdeckung. Auf der anderen Seite wird das Fehlen der Filterung einige schmalbandige Interferenzen einführen. Diese werden als unregelmäßige Spikes in den Messdaten angezeigt und treten bei einigen ganz-zahligen Vielfachen des halben fundamentalen SystemTakts (6 MHz) auf. Sie sind am stärksten über 500 MHz ausgeprägt und können störend sein. Hier ist eine Beispielmessung an einem helical Bandpassfilter mit 900 MHz, das deutlich Spikes an einigen, aber nicht allen ganzzahligen Vielfachen von 6 MHz zeigt:



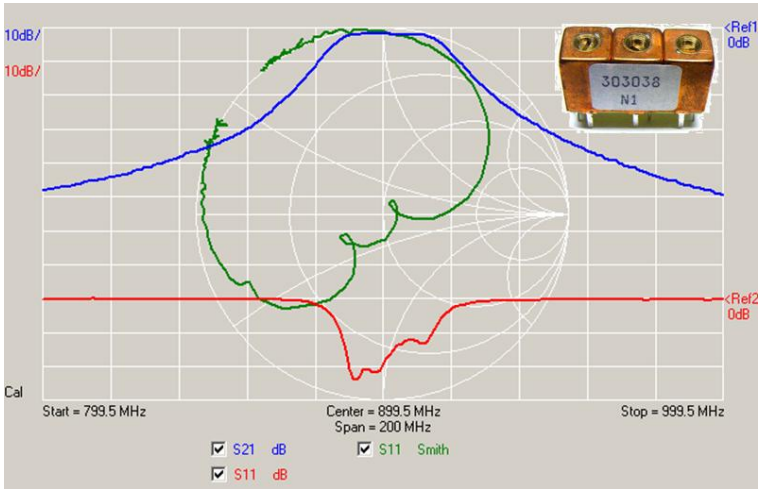

Beachten Sie, dass die Spikes besonders provoziert wurden, wenn Sie das Frequenzraster in exakten 1MHz-Schrittenwählen, beginnend bei 800MHz.
Diese Spikes sind in polaren Diagrammen wie dem Smith-Diagramm sogar noch störender, da nicht nur die Amplitude, sondern auch die Phase an diesen Stellen unregelmäßig ist:




Die Art, diese Spikes zu provozieren zeigt auch, wie sie zu vermieden werden können. Die Idee ist einfach: Vermeiden Sie beim Sweepen ganzzahlige Vielfache von 6MHz im Frequenzraster. Darüber hinaus kann die Anzahl der potentiellen Spikes durch Umschalten auf ein Auto-Premultiplier-Schema für die Taktmultiplikatoren reduziert werden. Beide Maßnahmen werden hier angewandt:




Beachten Sie, dass die Anpassung des Frequenzrasters zur Vermeidung von Spikes in der VNWA-Software automatisiert wurde. Das entsprechende Menü kann durch Rechtsklick auf ein beliebiges Frequenz-Eingabefeld aktiviert werden.
Das Ergebnis der obigen Maßnahmen ist eine vollständige Abwesenheit von störenden Spitzen.




Beachten Sie, dass der Frequenzgitter-Optimierer einfach das gesamte Gitter um 500 kHz verschoben hat, wodurch alle ganzzahligen Vielfachen von 1 MHz und insbesondere von 6 MHz vermieden werden.

**Wideband Interferers (Breitbandüberlagerungen)**

Es gibt auch einige sehr schwache Breitband-Interferenz durch die digitalen Synthesizer verursacht. Normalerweise wird dies unbemerkt, da entweder das gewünschte Messsignal um viele Größenordnungen stärker ist als die Störer (z. B. wenn Reflektionsmessungen durchgeführt werden) oder das DUT selbst das Messsignal filtert (z. B. wenn Transmissionsmessungen an einem Bandpassfilter durchgeführt werden). Allerdings gibt es einige seltene Fälle, in denen die schwachen Breitbandstörer einen merklichen Einfluss auf die Messung haben. Ein Extrembeispiel ist eine Transmissionsmessung an einem UHF- Notchfilter oder einem Diplexer mit einem tiefen Notch-(Kerb)- pegel. Hier erreicht das volle Spektrum der DDSe den Empfänger, wobei nur ein winziger Bruchteil des Spektrums aufgrund der Kerbe fehlt. Nun wird das gesamte Spektrum der Störer bis zu einem gewissen Grad die Kerbe "füllen", so sieht es weniger tief, als es ist. Ein zusätzlicher Bandpassfilter oder Tiefpassfilter kann diesem Effekt entgegenwirken.

Kurt Poulsen OZ7OU hat eine detaillierte Analyse dieser Wirkung in den folgenden Beiträgen durchgeführt:

"Measurement of a 6 cavity duplex filter of brand Procom and type DP2/6S equivalent to DP2/S6H"
http://www.hamcom.dk/VNWA/Measurement%20of%20a%206%20cavity%20duplex%20filter%20of%20brand%20Proco m%20and%20type%20DP2-6S.pdf

"Why VNWA2 and VNWA3 does not show correct attenuation of high and low pass filters or what limitation exist for the VNWA design compared to a professional R&S or HP VNA"
http://hamcom.dk/VNWA/Why%20VNWA2%20and%20VNWA3%20does%20not%20show%20correct%20attenuation%2 0of%20high%20and%20lowpass%20filters.pdf

**Sweeping**
**Sweep modes**

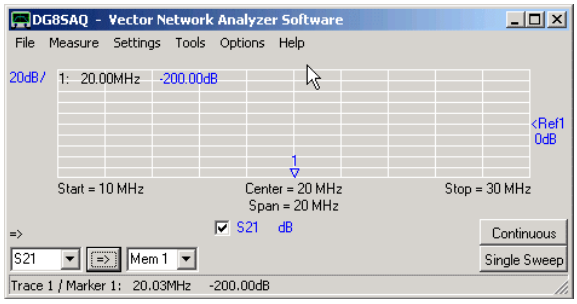
Die VNWA Software erlaubt, Frequenz-Sweeps in den folgenden Sweep Modes zu tun:

1) **Linear Sweep**: Der **Frequency Grid Spacing** ist gleich weit entfernt.
2) **Log Sweep**: Der **Grid Spacing** nimmt von Punkt zu Punkt zu, so dass eine logarithmische Frequenzachse geschaffen wird. Nützlich für Bode plots.
3) **Listed Sweep** Der Benutzer kann bis zu 20 verschiedene geradlinige Sweep-Segmente angeben, die den Frequency Grid aufbauen.

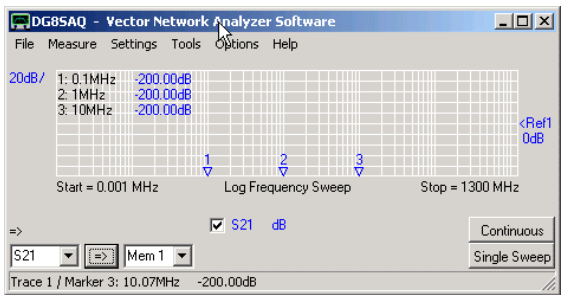
Der **"Sweep Mode"** wird entweder im **Frequency Input Window** eröffnung beim Doppelklicken auf das Main Window Frequency Label oder durch Rechts-Klicken auf das Center oder das Span Label.

**Examples:**

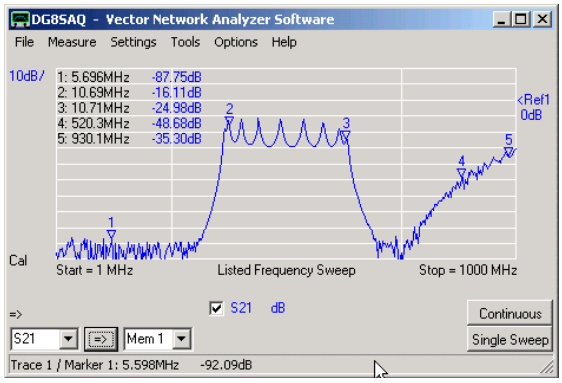
Das Screenshot unten zeigt **linear Sweep Settings**, bei dem die Center Frequency in der Mitte des Bildschirms ist.



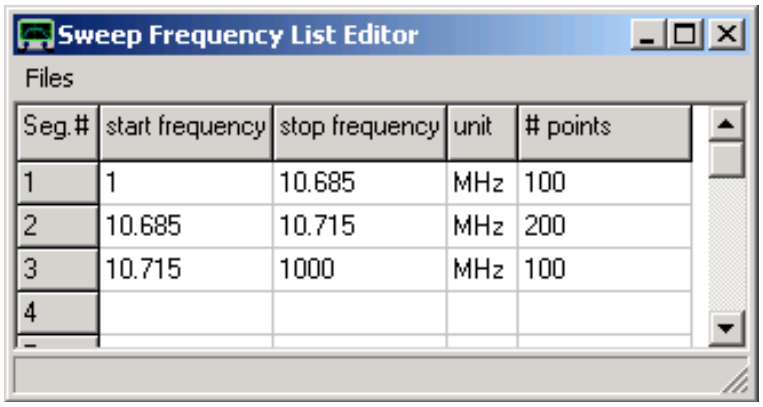

Das Screenshot unten zeigt einen Bode Type Plot mit **logarithmic Frequency Sweep Settings**. Auf die Markers schauend, sieh man, dass mit jedem vollen Frequenzraster-Fortschritt die Frequenz durch einen Faktor 10 zunimmt, beachten Sie, dass anstatt der **Center Frequency**, "**Log Frequency Sweep**" angezeigt wird. Der Sweep Mode kann geändert werden, durch Rechts-Klick auf das Label.




Der Screenshot unten zeigt ein Beispiel eines **listed Sweep**. Der DUT (ein Schmalband-Kristall flter) wird von 1 MHZ bis1000 MHz sweept, bei 400 Datenpunkte verwendend, wird der 20 Kilohertz breite Filterbandpass klar aufgelöst (siehe Marker). Für ein **linear Sweep** mit derselben P**oint Number**, würde der Abstand zwischen Frequenzpunkten 2.5 MHz sein und der Filterbandpass würde nicht mehr gesehen werden.




Das wird mit der folgenden Frequenzliste erreicht:




Die Frequenzliste gibt 3 Frequenzsegmente an, die nachfolgend sweept werden und gleichzeitig angezeigt. Beachten Sie, dass in dem VNWA Main Window, Segment Boundaries mit vertikalen Raster-Linien gekennzeichnet sind.

**Hinweis:** Das Sweep **"Sweep Frequency List Editor"** öffnet sich automatisch, wenn "listed Frequency Sweep" zum ersten Mal ausgewählt wird. Rechts-Klicken einer Linie, um ein Segment einzufügen oder zu löschen.

**Hinweis:** Das Sweep **"Sweep Frequency List Editor"** kann wiedereröffnet werden, durch Rechts-Klicken oder Doppelt-Klicken auf das "Listed Frequency Sweep" Label unter der Hauptgrafik.

**Hinweis:** Frequenzlisten können gespeichert (stored) und zurückgeladen (reloaded) werden zu/von ***.csv Dateien** , die auch mit Excel bearbeitet werden können.

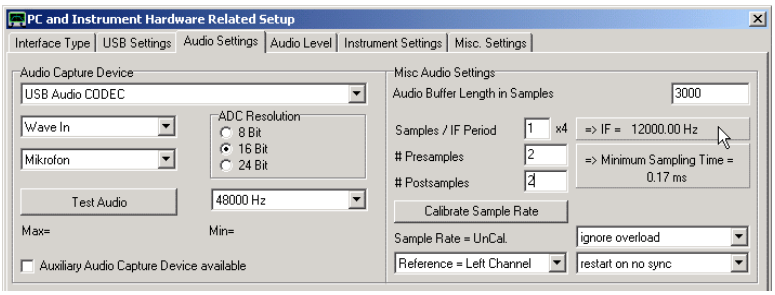
**Ultrafast Sweeping**

Beachten Sie, dass die ausgewählte VNWA IF Frequency die obere Grenze der Sweeping Geschwindigkeit bestimmt. Der Grund dafür ist, um die Amplitude und Phase von einem Signal zu bestimmen, muss mindestens eine IF Periode gesamplet werden.
Mit dem Default Setting von 1.2 KHz IF, ist die minimale **Measurement Time per Frequency Point** etwa 1 Millisekunde.

Beachten Sie auch, dass die **"dead" Delay Time** zwischen dem consecutive Sweeps die Sweep-Rate beschränkt. Diese Todzeit konnte drastisch reduziert werden mit der Softwareversion 35.8.d. Deshalb **ultraschnelles Sweeping hat wirklich nur Sinn, mit Softwareversion 35.8.d oder ein neuerer**, an sonsten könnte das Delay zwischen den consecutive Sweeps, viel länger dauern, als der Sweep selbst.
**Der VNWA Sweep 6000 Frequenzpunkte pro Sekunde erreichen.** Um solche ultraschnellen Sweep-Rates zu verwenden, muss die IF Frequency vom default Value von 1.2 KHz auf den maximal möglichen Wert von 12 KHz vergrößert werden.

**Anmerkung: Eine Änderung der IF frequency macht Ihre Kalibrierung ungültig.**

Das IF kann im Main Menu "Options" - "Setup" - "Audio Setup" Registerkarte geändert werden :




Die **Minimum Measurement Time per Frequency Point** ist bestimmt durch die Einstellungen "Samples / IF Period", "# Presamples" und "# Postsamples". Die oben angegebenen Settings sind die empfohlenen Einstellungen, für **minimally possible Measurement Time per Datapoint**.

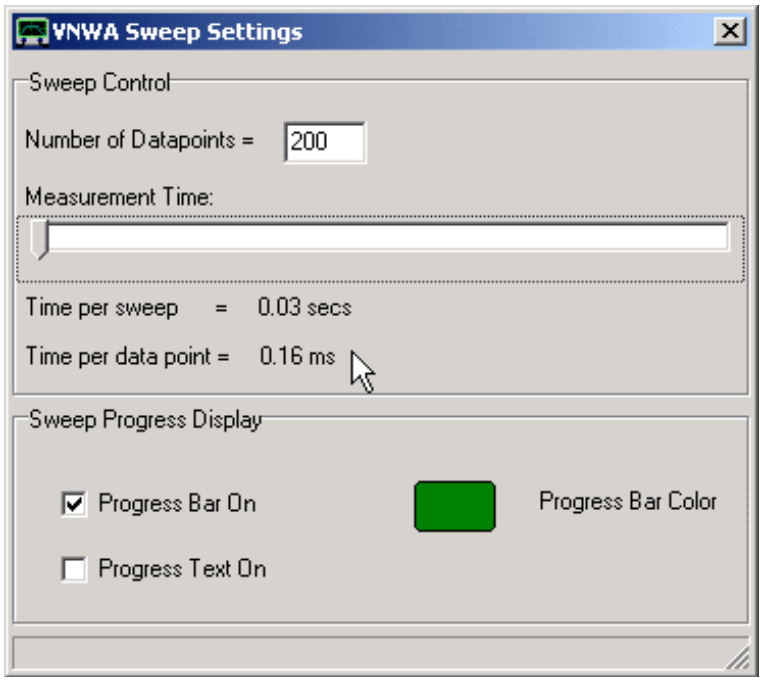
- "Samples / IF Period x4" spezifiziert die IF Frequency. Beachten Sie, dass die eingegebene Nummer mit 4 multipliziert wird. Also, wenn **1** eingegeben wird, ergibt es **4 Samples pro IF Periode**. Bei einer Sample Rate von 48 KHz führt das zu einem IF von 48 KHz / 4 = 12 KHz, das angezeigt ist, neben dem editierten Feld. Der höchste auswählbare, IF ist 12 KHz bei 48 KHz Sampling Rate. Anmerkung: Diese höhere Sampling Rate erlaubt theoretisch eine höhere IF, aber die Bandbreite der USB-Sound-Codecs im Gebrauch wird auf 20 KHz beschränkt.

- "# Presamples" spezifiziert die Anzahl von Samples, die nach einem Frequenzwechsel ausgelassen werden. Diese Anzahl sollte so hoch wie möglich sein, um Timingprobleme zu vermeiden, aber andererseits so klein wie möglich, um schnelles Sweeping zu ermöglichen. Das Setzen auf 2 ist ein guter Kompromiss, der noch die maximale Sweep Rate erlaubt.

- "# Postsamples" spezifizieren die Anzahl von Samples, die vor einem Frequenzwechsel ausgelassen werden. Diese Anzahl sollte so hoch wie möglich sein, um Timingprobleme zu vermeiden, aber andererseits so klein wie möglich, um schnelles Sweeping zu ermöglichen.
Das Setzen auf 2 ist ein guter Kompromiss, der noch die maximale Sweep-Rate erlaubt.

Die **Sweep Rate of continuous Sweeps** ist auch bestimmt, durch das Delay zwischen Ende des Sweeps und Start des folgenden Sweeps. Dieses Delay beläuft sich auf das Minimum ein Audiopuffer. Mit oben genannten Einstellungen (Audio Buffer Length = 3000 Samples und von 48K Samples pro Sekunde), dieses Delay wird mindestens 3k/48k Sekunden oder ungefähr 60 Millisekunden sein. Wenn der PC schnell genug ist, kann diese Verzögerung reduziert werden, durch Verkleinern der Audio Buffer Length, d. h. durch Wahl des kleinsten erlaubten Wertes von 800 Samples. Beachten Sie, dass ein kurzer Audiopuffer nur gut ist, für eine kleine Zahl von Frequency Points per Sweep (z.B. 200), bei der die CPU-Auslastung, auf Grund des Plottens, niedrig ist.

**Anmerkung: Die oben angegebenen Setup Änderungen machen den VNWA Sweep keines Falls automatisch schneller.** Um den schnellen Sweep Mode einzuschalten, müssen Sie das Main Menu **"Settings" - "Sweep"** öffnen und den **Measurement Time Schieberegler** nach links bewegen. Während für das default Setup die minimale auswählbare **Time per Frequency Data Point** 1.3 Millisekunden ist, wird über Settings erlaubt, die **Time per Frequency Data Point** auf 0.16 Millisekunden, zu reduzieren:

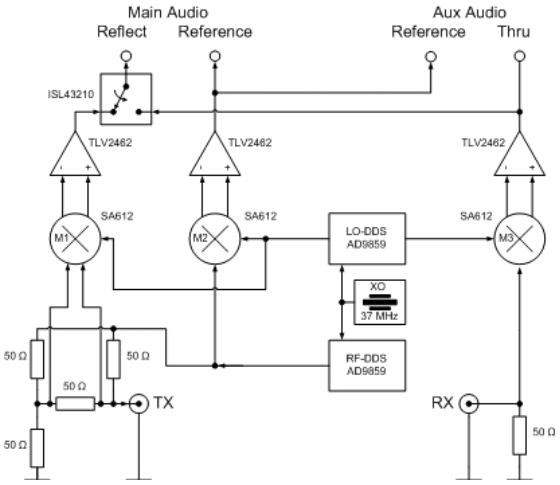

VNWA Sweep Settings
Sweep Control
Number of Datapoints =
200
Measurement Time:
Time per sweep = 0.03 secs
Time per data point = 0.16 ms
Sweep Progress Display
Progress Bar On
Progress Bar Color
Progress Text On

## Simultaneous Capture with two Sound Cards

**Anmerkung :** Diese Eigenschaft ist nur im USB-Mode verfügbar!

In seinem ursprünglichen Design kann der VNWA nicht S11 und S21 simultan messen, aber mithilfe von einem Multiplexing Switch können diese abwechselnd gemessen werden.
Der Grund dafür liegt in der Tatsache, das drei Signale aufgenommen werden müssen, durch simultane Messungen (Reference, Reflect, Thru), aber ein Standard Stereo Sound Device, wie verwendet, im VNWA-Grunddesign hat nur zwei Eingangskanäle.
Diese Beschränkung kann überwunden werden**, durch hinzufügen eines zweites Sound Device** zum Mess-System, dass zwei Audiokanäle hin zu fügt. Weil die Sound Devices keines Falls synchron laufen, benötigen beide ein Reference Signal. Das stellt noch zwei freie Kanäle zur Verfügung, um das Thru und Reflect Signal, synchron aufzunehmen:

### Hardware Modification for VNWA2

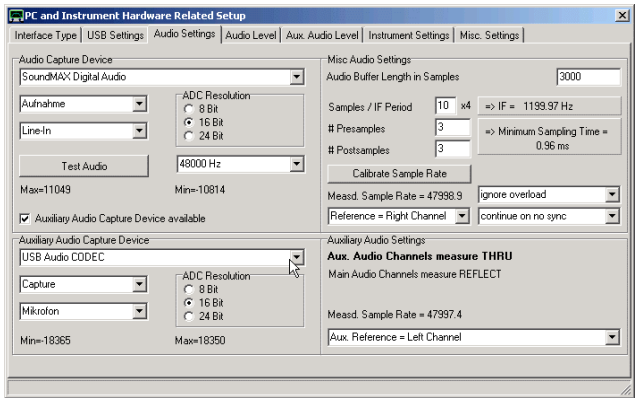



Wie oben zu sehen, bleibt das **Main Audio Capture Device** unverändert und wird verwendet, um S11 zu messen. Der Multiplexing Switch, wird fest in der Position bleiben, die oben gezeigt ist.
Um S21 zu messen, muss der RX OpAmp (hinter M3) angezapft werden, um das Thru Signal für die zweite, Auxilary Soundcard zur Verfügung zu stellen. Die richtige Gleichstrom-Entkopplung am OpAmp Ausgang zum Aux Audioeingang erfolgt mittels eines Kondensators (z.B. 10uF), weil er nicht intern gleichstromentkoppelt ist. Beachten Sie, dass die Auxiliary Sound Card ebenfalls das Reference-Signal benötigt, der am Main Audio Connector angezapft werden kann.

**Anmerkung :** VNWA3 Benutzer müssen das VNWA3 Expansion Board hinzufügen. VNWA3E Benutzer haben diese Erweiterungskarte bereits eingebaut.

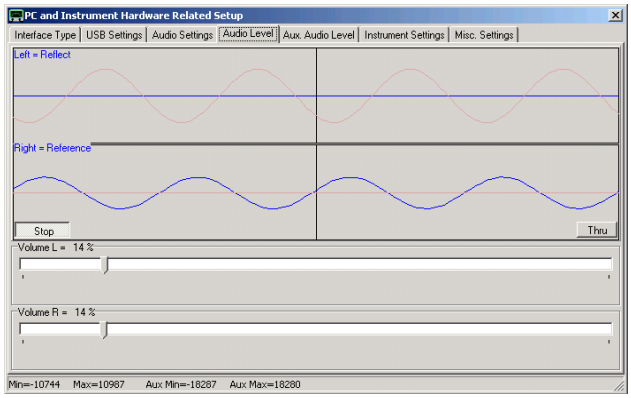
### Activating and Configuring the Auxiliary Sound Device

Gehen Sie zu "Setup-Audio Settings" und updaten Sie die Settings gemäß Ihrer modifizierten Hardware. Machen Sie sich noch keine Sorgen über die Einstellungen auf der rechten Seite.



Beachten Sie, dass im Allgemeinen, im Unterschied zu oben angezeigt, das eingebaute USB-Codec das **Main Capture Device** sein muss, weil es am Multiplexing Switch fest verdrahtet ist.

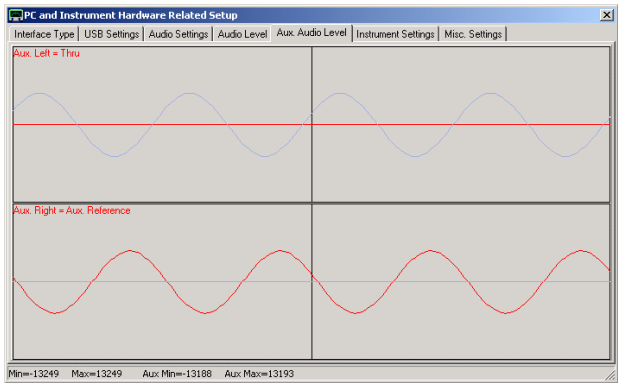
**Gehen Sie als nächstes zur "Audio Level" Registerkarte und drücke Sie "Test Audio".**




Überprüfen Sie zuerst, ob Sie das richtige **Main Sound Device** gewählt haben, durch drücken des Thru/Reflect Button, ohne Verbindung mit dem VNWA. Wenn sich eine der blauen Traces ändert, durch Umschalten mit dem Button, ist das Sound Device, ist das richtige.

Im Thru-Mode, ohne Kabelverbindung zwischen TX-Port und RX-Port, sollten Sie das **blaue Main Reference Signal** sehen und eine **hell blaue Linie**. Sorgen Sie sich nicht über die schwachen roten aux Audiosignale, die auch sichtbar sind. Wenn das blaue Sinus-Signal nicht als „Reference“ Signal gekennzeichnet ist, wie oben zu sehen, **Links-Klick** auf das **blaue label**, das das Sinus-Signal anzeigt. Es ändert sich dann nach "**Reference**". So haben Sie den passenden Kanal als **Main Reference Channel** ausgewählt. Drücken Sie den Thru Button, um zu überprüfen, ob das **Reflect Signal** richtig arbeitet.

**Gehen Sie als nächstes zum "Aux Audio Level" Registerkarte.**




Ohne TX zu RX Thru-Verbindung, sollten Sie nur das **rote Aux Reference Sinus Signal** sehen. Stellen Sie sicher, dass dieses auch ausgewählt ist als **Aux Reference Signal**, wie oben zu sehen, (nötigenfalls),durch klicken auf das rote Label, das das Sinus Signal anzeigt und das Beobachten der richtigen Beschreibung. Verbinden Sie TX und RX Port  mit einem Coaxkabel (Thru-Verbindung) und überzeugen Sie sich, ein wirklich ungeclippes Thru- Signal, zu sehen.

**Dann gehen Sie zur "Audio Setting" Registerkarte zurück und führen Sie eine Sample Rate Calibration durch.** Beachten Sie, dass beide Soundkarten kalibriert werden müssen, weil sie ein bisschen unterschiedliche Sample Rates haben könnten, wie oben zu sehen.

**Zum Schluss schließen Sie das Setup.**

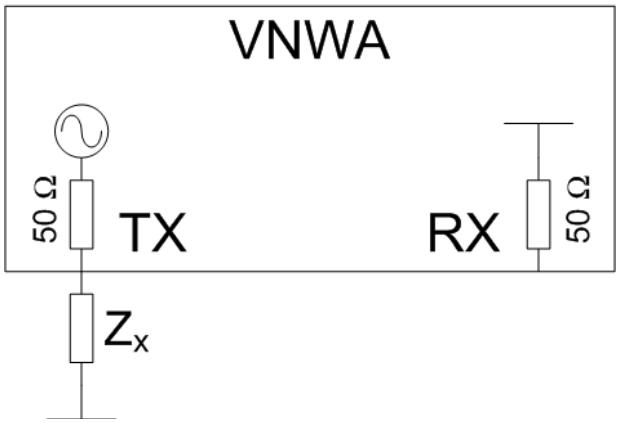
Führen Sie Kalibrierungen und Messungen auf normale Weise durch. Zukünftig werden S21 und S11-Traces mit neuen Daten gleichzeitig aktualisiert, so die Mess-Zeit um einen Faktor von zwei verkürzt wird.

**Special Topics**
**How to measure Impedances – General Considerations**

Der VNWA ist sehr gut angepasst, um Impedanzen und Admittanzen zu messen. Es gibt mehrere Wege, das zu vollbringen, mit größtenteils unterschiedlichen Genauigkeiten, abhängig vom Impedanz-Bereich, der gemessen werden soll. Deshalb ist es lohnend, die richtige Methode auszuwählen, für den fraglichen Impedanz-Bereich.

### 1. The Standard Method

Die Geradeaus- Methode verbindet die, zu messende, Impedanz (Zx) an den TX-Port des VNWA:

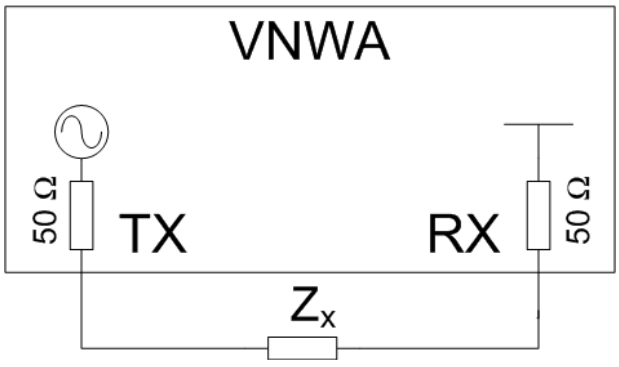



Der VNWA misst den Reflexionskoeffizienten (S11) von Zx hinsichtlich seiner 50-Ohm-Umgebung.
Die Einstellung kann Short/Open/Load-calibrated sein, um systematische Fehler zu entfernen.
Auf Grund von der verwendeten Reflektion-Brücke, die auf 50 Ohm abgestimmt wird, ist diese Methode **am genauesten, wenn Zx nahe 50 Ohm ist**.

Für viel kleinere oder viel größere Impedancen wird diese Testeinstellung sehr unempfindlich und führt so zu ungenauen Ergebnissen.

### 2. The I-Method

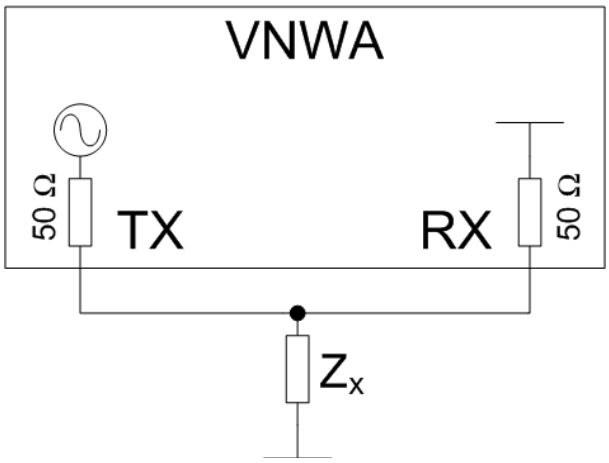
Hier dient der TX Port als Spannungsquelle:




Der VNWA RX Port wird verwendet, um den Strom ***I*** durch Zx zu messen.
Da S21 gemessen wird, genügt in diesem Fall, eine einfache Thru- Kalibrierung.
Verwenden Sie die Custom Function t2s (S21), um die S21 Transmission Data umzuwandeln in Reflection Data.
Da der TX-Port keine ideale Spannungsquelle ist, und da der RX-Port eine begrenzte Impedance hat, wird diese Methode sehr unempfindlich und **ungenau für kleine Impedanzen Zx**.
Dieser Methode ist gut angepasst, um Quarze oder die Verluste in kleinen Kondensatoren, zu messen.
**Anmerkung :** Keiner der Zx-ports darf für diese Methode geerdet werden.

### 3. The V-Method

Hier dient der TX Port als eine Strom-Quelle:




Der VNWA RX Port wird verwendet, um die Spannung ***V* über Zx**, zu messen.
Verwenden Sie den **external Bridge Mode**, um diese Art der Messung durchzuführen.
Der Setup kann Short/Open/Load-calibrated sein, um systematische Fehler standardmäßig, zu entfernen.
Da der TX-Port keine ideale Strom-Quelle ist, und da der Rx-Port eine ziemlich niedrige Impedanz hat, ist diese Methode sehr unempfindlich und **ungenau für große Impedanzen von Zx**.

### 4. The RF-IV-Method

Die RF-IV Methode verbindet die I-Methode und die V-Methode, bei der sowohl **Strom durch Zx** als auch **Spannung über Zx**, gemessen wird, in zwei Konsekutivmessungen. Dann werden diese Messungen verbunden**,** um ***Zx = V/I*** zu erhalten.
So verbindet die Methode die Vorteile der I- und der V-Messung, d. h. der hohen Empfindlichkeit und **hohen Genauigkeit für alle möglichen Werte von Zx**.
Um diese Methode zu verwenden, ist ein externer RF-IV-Testkopf erforderlich. Siehe **RF-IV Mode** für Details.

### SUMMARY

Die folgende Tabelle listet die Änderung der Detector-Stromspannung auf, für eine 10-%-Zunahme von Zx für mehrere Werte von Zx:

| $Z_x$ | $S_{11}$ | I | V | V / I |
|---|---|---|---|---|
| 0,1 Ω | -0,04% | 0,01% | -9,96% | 9,97% |
| 51 Ω | 480,68% | 3,27% | -3,08% | 6,56% |
| 100 kΩ | 0,01% | 9,08% | 0,00% | 9,99% |

Klar gibt nur die RF-IV Methode hohe Empfindlichkeit über den vollen Impedanz-Bereich an. Dennoch, auch die anderen Methoden führen zu genauen Ergebnissen, wenn die richtige Methode für die zu messende Impedanz unter dem Test Zx wählt wird.

**Time Domain Measurements**

Die VNWA Software erlaubt es, eine **Echtzeit**-**FFT** auf gemessenen oder importierten Daten, von Frequenz- zu Zeitbereich durchzuführen, Daten im Zeitbereich (time domain) anzuzeigen, Daten im Zeitbereich durch **Gating** zu bearbeiten und eine **inverse FFT,** zurück zu Frequenzbereich, durchzuführen.

Ein besonderer Themenabschnitt über Zeitbereichsmessungen (time domain measurements), demonstriert Beispiele für beide Nutzungsarten:

**Zeitbereichsreflektometrie (Time domain reflectometry)** ist eine nützliche Technik, um Defekte in Transmissionsleitungen zu suchen.

Die Sprungantwort (**step response)** ist nützlich, um Impedanz-Schwankungen entlang eines koaxialen Kabels, zu bestimmen.

**Gating** wird verwendet, um Resonanzen zu trennen, in Abhängigkeit von ihren Ankunftszeiten, z.B die langsame mechanische Antwort (**slow mechanical response)** eines Quarzlfilters, zu trennen vom schnellen elektromagnetischen Durchkopplung (**fast electromagnetic feedthrough),** auf einer Testplatine.

## Introduction to Time Domain Messurements

### Time Domain Reflectometry

Die Zeitbereichsreflektometrie (Time domain reflectometry, TDR) ist eine weit verwendete, zukunftsweisende Technik, um Fehler in Kabeln und Übertragungsleitungen zu finden. Die Idee ist**, einen kurzen Spannungsimpuls** in die Leitung **zu senden** und **den reflektierten Impuls (E) zu detektieren,** welcher **Impulsantwort (Impulse Response)** genannt wird:




Jedes, nicht das richtig abgeschlossene Ende einer Leitung, reflektiert einen Bruchteil des eingehenden Impulses. Auch Kabelschäden, wie Unterbrechungen oder Knickstellen, führen dazu, dass einen Teil des eingehenden Impulses reflektiert wird. Durch Messung des Zeitversatzes, des an der Schadstelle reflektierten Impulses, kann man den Ort des Schadens errechnen, wenn die Impuls-Geschwindigkeit des Kabels bekannt ist. Der fragliche Impuls muss die Entfernung vom Kabeleingang bis zum Fehler und zurück laufen. Die Impuls-Geschwindigkeit (=Lichtgeschwindigkeit * Verkürzungsfaktor) kann auch experimentell bestimmt werden, durch Beobachtung der Reflektion von der Gegenseite des Kabels und durch Messung der Kabellänge.

Eine Spannungsstufe (**Voltage Step)** ist als Eingangssignal für die Zeitbereichsreflektometrie (**time domain reflectometry)** ebenso gut geeignet, und es ist technisch einfacher zu erzeugen. Das reflektierte Signal einer Spannungsstufe wird Sprungantwort (**Step response)** genannt.

**In der Tat, jede Impedanz-Änderung in einer Übertragungsleitung, führt dazu, das ein Teil des einfallenden Signals, auf eine charakteristische Weise, reflektiert wird:**

| Component | Step Response | Impulse Response |
|---|---|---|
| $\Gamma = 1$, Open |  |  |
| $\Gamma = -1$, Short |  |  |
| Resistor, $r > Z_o$ |  |  |
| Resistor, $r < Z_o$ |  |  |
| Inductor |  |  |
| Capacitor |  |  |

*(Image von der Anritsu Präsentation "Zeitbereichs-Analyse UsingVector Netzwerk Analysatoren" durch Dr Martin I. Grace)*

### Time Domain vs. Frequency Domain

Ein Impuls oder ein Schritt-Signal g ***(t)*** bestehen aus einem Spektrum ***G (f)*** von einer unendlichen Zahl von Frequenzen ***f***.
Das Spektrum kann mit dem **Fourier-Transformation** berechnet werden:

$$G(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} g(t) \cdot e^{-i \cdot \omega \cdot t} dt$$

mit der Kreisfrequenz

$$\omega = 2\pi f$$

Beispiel: Ein idealer Dirac Impuls (Breite-Null, unendliche Amplitude) wird ein konstantes Spektrum produzieren, das alle (Kreis-) Frequenzen enthält, von - Unendlichkeit zu +Unendlich, mit der gleichen Stärke.

Wenn das Spektrum bekannt ist, kann die Impuls-Form wieder zurückverwandelt werden, die **inverse Fourier Transformation** verwendend:

$$g(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} G(\omega) \cdot e^{i \cdot \omega \cdot t} d\omega$$

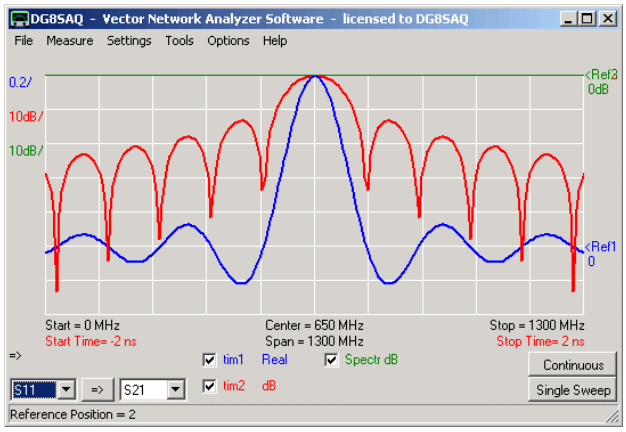
Dasselbe trifft für jedes Zeitsignal zu ***g (t)***. So, dass das **Zeitsignal** und das dazu gehörende Spektrum oder **Frequenzsignal** dieselben Informationen enthalten.

Während ein klassisches **Time Domain-Reflektometer** Impulse erzeugt und die Impulsantwort ***g (t)*** im Zeitbereich (Time domain) messen kann, kann ein VNA das nicht. Andererseits kann ein VNA Sinus-schwingungen mit fast beliebigen Frequenzen erzeugen und diese messen als Frquenzantwort (Frequency response) ***G (f)***.

Weil **Time Domain Response** und **Frequency Domain Response**, in ein ander umgewandelt werden können, durch die Fouriertransformation, kann **die Impulsantwort (Impuls-response) eines Systems grundsätzlich im Wesentlichen wieder rekonstruiert werden, mathematisch von der Frequenzantwort (frequency response) Messung mit einem VNA**.

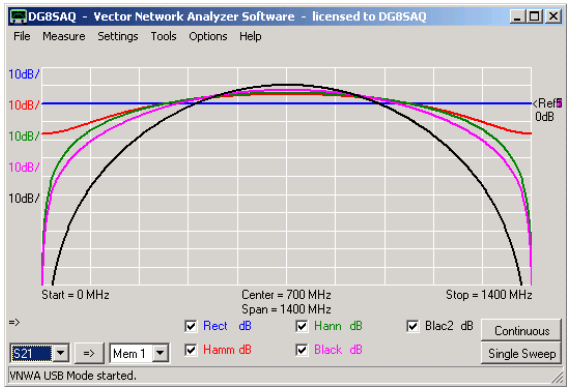
## Finite Frequency Range Problem, Windowing

Ein bestehender VNA hat nur einen begrenzten Frequenzbereich. Außerhalb des System-Frequenzbereiches, kann die Frequenzantwort (frequency response), nicht gemessen werden. Rekonstruieren einer Zeitantwort (**time response)** von solch einer frequenzbegrenzten Antwort (**frequency limited response)** wird im Allgemeinen Artefakte produzieren. Die folgende Grafik zeigt einen Impuls, der rekonstruiert wurde, von einem Spektrum, das erhalten wurde durch Begrenzung des Spektrums, eines idealen Impulses, im angezeigten Frequenzbereich:

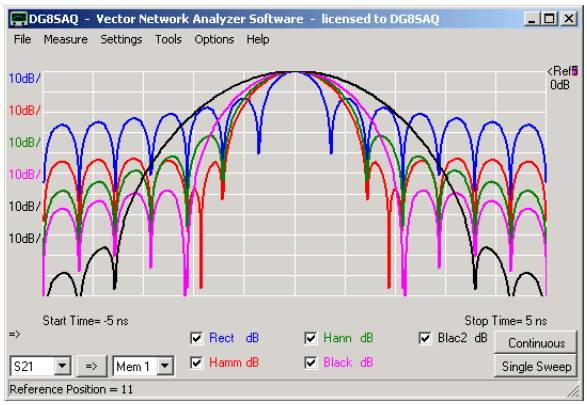



Der blaue Impuls wurde rekonstruiert aus dem, im Frequenzband eingeschränkten, grünen Spektrum, und ist verbreitert worden, um verglichen zu werden, mit einem idealen Dirac-Impuls und es zeigt Nebenkeulen, gemäß dem Gesetz sin(t)/t. Die rote Spur zeigt denselben rekonstruierten Impuls in dB-Skalierung. Beachten Sie, dass die Nullstellen des blauen rekonstruierten Impulses, deutliche Kerben in der blauen dB-Skala produzieren. **Diese Kerben und Nebenkeulen stehen nicht im Zusammenhang mit dem Testobjekt und sind bloß eine Folge der begrenzten Bandbreite.** Diese Seitenkeulen könnten auch verdecken, eine echte DUT-Antwort (DUT response) mit niedrigem Pegel. Um solches „**covered low level response“** zu entdecken, wurde die **Windowing Technik** erfunden. Durch Wichtung der Frequenzantwort (frequency response), mittels entsprechender Windowing Technik (z.B durch Hamming, Hanning, Blackman...) konnte der Nebenkeulenpegel beträchtlich reduziert werden. Der Kompromiss ist eine reduzierte Zeitauflösung (time resolution), d. h. der rekonstruierte Impuls wird breiter:

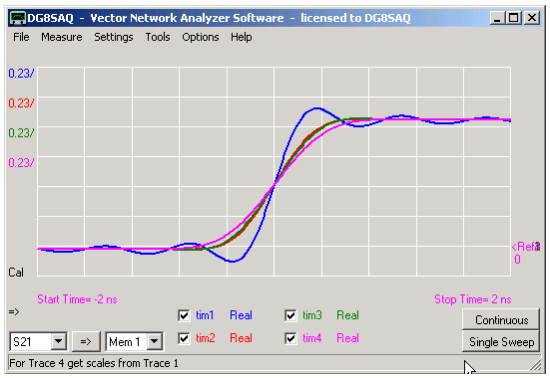
**Implementierte Windowing-Funktionen (rectangular=none, Hamming, Hanning, Blackman, Blackman squared)**




**Effekte, der Anwendung von der oben genannten Windowing Technik-Funktionen:**




Beachten Sie, dass die schmaleren Windowing Technik-Funktionen zu breiteren rekonstruierten Impulsen führen, mit im Allgemeinen, niedrigeren Nebenkeulen Pegeln.
Dasselbe Verhalten kann auch in der Sprungantwort (Stepp response) beobachtet werden:



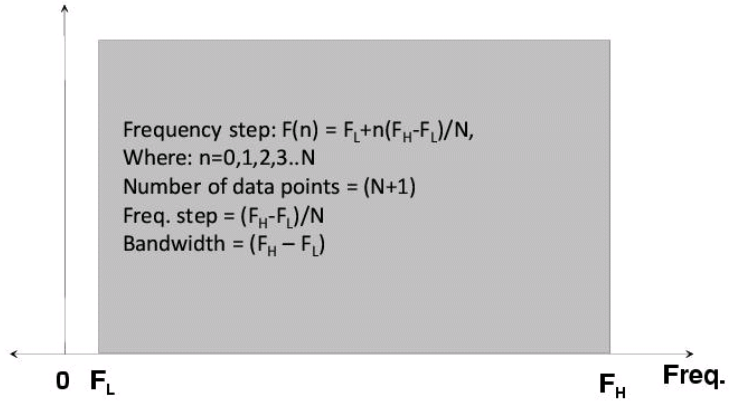

Die Farben im oben gezeigten Diagramm, entsprechen den Windowing Funktionen in den vorherigen Diagrammen. Nebenkeulen und Impuls-Breite in der Impulsantwort (Impulse Response) entsprechen dem Überschwingen und der Schrittsteilheit (Step steepness) in der Schrittantwort (stepp response).

## Band-Pass vs. Low Pass Mode

Es gibt zwei mögliche Wege, eine gemessene Frequenzantwort (**frequency response)** zu bearbeiten, um eine Zeitantwort (**time response)** zu erhalten, nämlich Bandpass (**band pass)** und Tiefpass (**low pass)** Verarbeitung.

### Band Pass Processing:

Im Band-Pass-Modus ist der verwendete Frequenzbereich die VNA Frequenzspanne.

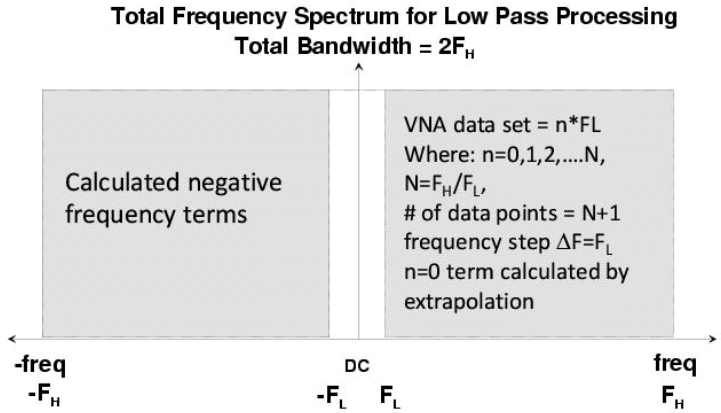



*(Image von der Anritsu Präsentation "Time Domain Analysis mit Vector Netzwerk Analysatoren" durch Dr Martin I. Grace)*

Dieser Mode ignoriert negative Frequenzen. Als Folge des Weglassens negativer Frequenzen, ist die rekonstruierte Zeitantwort (**time response)** unphysikalisch komplex bewertet. Üblicherweise ist nur die Größe (Magnitude) der Bandpassantwort (Bandpass response) von Interesse. Es könnte nützliche Informationen geben, um Filterstrukturen abzustimmen, siehe z.B Agilent AN 1287-10 "Network Analysis Solutions Advanced Filter Tuning using Time Domain Transforms". Beachten Sie, dass diese Windowing-Funktionen beides Unterdrücken, sowohl den Hochfrequenz- als auch der Niederfrequenz-Inhalt der Frequenzantwort (frequency response), in diesem Fall. Weil eine Spannungsstufe starke Niederfrequenzkomponenten enthält, kann der **Band Pass Modus nicht verwendet werden, um eine Sprungantwort (step response) zu berechnen**.

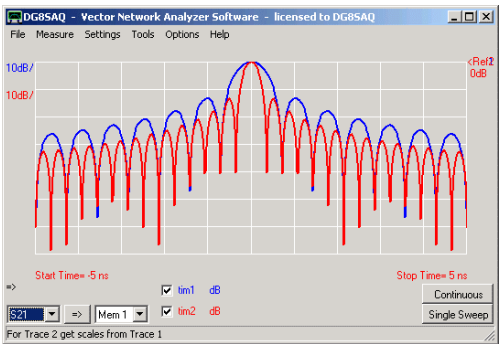
**Low Pass Processing:**

**Der Tiefpassmodus (Low pass mode)** macht Gebrauch von der inhärenten (inneren) Symmetrie der Frequenzantwort (frequency response) in Bezug auf Frequenz Null (DC). So, nachdem die Antwort (response) für positiven Frequenzen gemessen wurde, kann die Antwort (response) für negativen Frequenzen mathematisch rekonstruiert und verwendet werden, um einen realen Zahlenwert der Zeitantwort (time response), zu berechnen, d. h. der imaginäre Teil wird Null, wie erwartet, für eine Zeitantwort (time response). Beachten Sie, dass sich die gemessene **Frequenzspanne (Frequency span)** bis zu (fast) Null (DC) erstrecken sollte, um gute Zeitbereichs-(**time domain)** Ergebnisse zu erhalten.




*(Image von der Anritsu Präsentation "Time Domain-Analysis UsingVector Network Analyzers" durch Dr Martin I. Grace)*

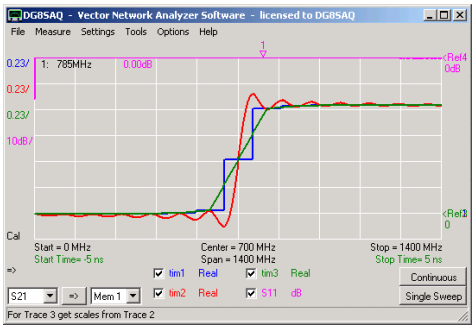
Durch diesen Trick, **wird die verwendete Frequenzbandbreite (frequency bandwidth) verdoppelt, und somit die zeitliche Auflösung (time resolution) um einen Faktor von zwei verbessert**. Im folgenden Beispiel sehen Sie, die rekonstruierte Impulsantwort (impuls response) von identischen Frequenzdaten für den Bandpassmodus (band pass mode) und Tiefpassmodus (low pass mode).




Beachten Sie, dass für den Bandpassmodus (**band pass mode)**, die Windowing-Funktionen (**windowing functions)** ihre Maxima an der Null-Frequenz (DC) (zero frequency) haben, was diesen Modus, die besonders nützlich macht, um die Schrittantwort (step responses) zu rekonstruieren, die einen starken Niederfrequenz-Inhalt haben.

## Fourier Transform Options

Es gibt viele Algorithmen, um eine inverse Fourier-Tranformation, zur Rekonstruktion einer Zeitantwort (**time response)** aus einer gemessenen Frequenzantwort (f**requency response),** zu berechnen. Der am weitesten bekannte Algorithmus ist der **FFT, oder Fast Fourier Transformation** Algorithmus von James Cooley und John W. Tukey. Er ist sehr effizient, aber er kann nur eine Zeitantwort (**time response)** berechnen**,** an einem streng äquidistanten (gleich weit entfernten) Raster von Zeiten, vordefiniert durch die Frequenzspanne (Frequency span) und die Anzahl von Datenpunkten. Wenn die interessierenden Zeiten zwischen diesem Raster liegen, kann sie die FFT nicht verwenden. In solch einem Fall muss die **Discrete Fourier Transformation (DFT)** berechnet werden, durch andere weniger CPU effiziente Algorithmen. Die VNWA Software bietet drei Möglichkeiten, zu berechnen und anzuzeigen von rekonstruierten Zeitdaten (time data), nämlich FFT, FFT interpoliert und DFT:




Jeder FFT Datenpunkt wird als ein Plateau mit dem Punkt angezeigt, der in der Mitte des Plateaus sitzt.
Im Gegensatz dazu, FFT interpoliert interpoliert linear die FFT Datenpunkte.
DFT berechnet auch Zeitdaten (**time data)** zwischen dem festen FFT Raster und deckt die Schwingungen auf, die durch die endliche Frequenzspanne (frequency span) verursacht wurden.
Beachten Sie, dass alle Spuren auf dem FFT Raster zusammentreffen müssen, d.h. in den Zentren der blauen Ebenen.
Beachten Sie, dass die obigen Daten die Sprungantwort (Stepp response) anzeigen, des offenen VNWA TX Ports, rekonstruiert von der angezeigten S11 Messung, ohne Windowing-Funktion (windowing function), d. h. rechteckiges Fenster mit der maximalen Breite.

## Nyquist Criterion and Aliasing:

Wenn eine Frequenzbereichs-Messung(frequency domain measurement) mit der Frequenzspanne **s** durchgeführt wird, die sich über **n** Frequenzpunkte erstreckt, ist der Frequenzabstand zwischen benachbarten Frequenzpunkten d = s / (n-1).
Wenn ein Prüfling mit diesen Einstellungen in Reflexion gemessen wird, wobei der Prüfling das einfallende Signal mit einer Zeitverzögerung **t** reflektiert, dann wird die Phasenprogression von einem Frequenzpunkt zum nächsten dp = 2 · pi * d * t = 2 * pi * s * t / (n-1).
Nun kann die DUT-Verzögerung **t** nur aus der Reflexionsmessung mit einer inversen Fourier-Transformation rekonstruiert werden, wenn der Phasenverlauf **dp** im Smith-Diagramm kleiner als **Pi** oder kleiner als eine halbe Umdrehung ist. Dies ist das Nyquist-Kriterium für die inverse Fourier-Transformation.
Daher muss die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$t < (n-1)/(2s)$$

Beispiel:
Sie messen mit einer Frequenzspanne von s = 500 MHz mit n = 1001 Frequenzpunkten.
Daher muss die Bedingung t <1000 / 1000e6 Hz) = 1us befolgt werden.
Dies bedeutet, dass mit diesen Einstellungen Verzögerungen von bis zu 1us gemessen werden können. Signale mit längeren Verzögerungen werden zurückgefaltet und somit im -1us ... 1us-Zeitbereich sichtbar und erzeugen somit falsche Ergebnisse. Diese falschen Signale werden auch als Alias-Signale bezeichnet.

**Time Resolution:**

Die Zeitauflösung einer Zeitbereichs-Messung(time domain measurement), die durch einen Frequenz-Sweep und eine inverse Fourier-Transformation erhalten wird, wird hauptsächlich durch die höchste Messfrequenz fmax bestimmt.
Wenn der Bandpass-Modus und keine Fensterung (= rekt. Fensterfunktion) verwendet wird, werden die ersten Nullen des Zeitsignals bei +/- 1 / fmax gefunden. Im Allgemeinen ist die Zeitauflösung besser als diese, da zwei unterschiedliche Zeitspitzen unterschieden werden können, selbst wenn ihr Abstand näher ist.
Als Faustregel gilt die Zeitauflösung von 1 / (10 * fmax).

Beispiel:
Wenn bis zu 500 MHz abgetastet wird, ist 1 / fmax = 1/500 MHz = 2 ns.
Somit kann eine Zeitauflösung von etwa 2 ns / 10 = 200 ps erwartet werden, wenn kein Fenster- und Bandpassmodus verwendet wird.

Beachten Sie, dass bei Verwendung des Tiefpassmodus die Zeitauflösung verdoppelt wird, wie oben im Abschnitt „Low Pass Processing“ beschrieben.

Beachten Sie, dass die Verwendung nicht-trivialer Fensterfunktionen die Zeitauflösung verringert, wie im Abschnitt „Finite Frequency Range Problem“, Windowing beschrieben wurde.

**Time Domain Reflectometry: Impulse Response**

**Die Zeitbereichsreflektometrie (Time domain reflectometry)** misst die Impulsantwort (impuls response) eines DUT, z.B einer Übertragungsleitung (transmission line). Klassisch, gibt man einen kurzen Impuls auf den Leitungseingang und misst die zeitabhängige Spannung am Leitungseingang. Wenn die Leitung perfekt abgeschlossen ist, wird der Impuls nicht reflektiert zum Leitungseingang und kein zweiter Impuls wird, nach dem Startimpuls, gemessen. Wenn die Leitung irgendwo in der Mitte unterbrochen ist, wird ein Teil vom Eingangs-impuls dort reflektiert. Die Position des Defekts kann dann berechnet werden aus der Verzögerung des reflek-tierten Impulses, im Bezug zum anfänglichen, wenn der Geschwindigkeitsfaktor der Übertragungsleitung bekannt ist.
Der VNWA kann keine Impuls-Messungen durchführen, aber er kann eine **wideband frequency measurement** tun und darauf eine **inverse Fourier transformation** anwenden, die einer Impulsmessung, gleichwertig ist.

**VNWA time domain reflectometry basics:**
*Die Zeit- (und so Länge) Auflösung hängt von derFrequenz-Sweep-Spanne frequency sweep span) ab.*
**Hinweis:** Machen Sie Ihr Frequenz- Sweep mit der maximalen möglichen Spannweite, die bei 0 anfängt, um das höchstmögliche zeitliche und räumliche Auflösung zu erhalten. Mit der maximalen Spannweite von 1.5 GHz kann eine Raumauflösung bis zu ein Millimeter erreicht werden.

*Die längste Zeit (und so Länge) die Sie messen können, hängt von beiden ab, der Anzahl von Messpunkte und der Frequenz-Sweep-Spannweite(frequency sweep span).*
Wegen der periodischen Natur der Fourier Transformation, ist die maximale erlaubte Verzögerung, die Sie messen können, die *Anzahl der Punkte * Auflösung.* Die Auflösungsgrößenordnung ist 1/Frequenzspannweite.
**Hinweis:** Achten Sie darauf, dass Sie keine Signale haben, die später eingehen als die maximale erlaubte Verzögerung, da sonst diese **zurückgefaltet** werden und Geistersignale schaffen. Verwenden Sie nötigenfalls eine größere Anzahl von Punkten.
**Hinweis:** Wenn Sie wirklich lange Verzögerungen messen wollen und Sie die maximale erlaubte Anzahl von Punkten erreicht haben, vermindern Sie die Frequenzspanne und so die Auflösung.
**Hinweis:** Die FFT Antwort (response) wird am effizientesten berechnet, wenn die Anzahl der gewählten Frequenzpunkte, um eine **Faktor** von **2** größer sind. Es gibt keinen solchen Leistungsfähigkeitsvorteil für die DFT modes.

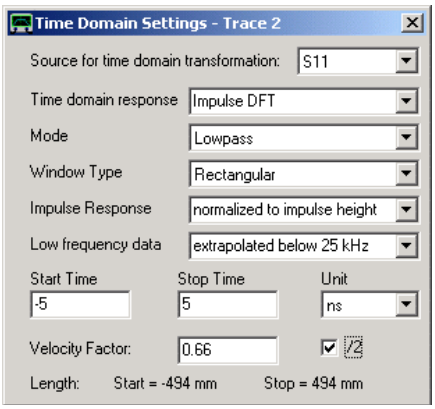
**Example:**
**1.** Kalibrieren Sie den VNWA für eine Reflektions-Messung (SOL, verwenden Sie Auto-Clock Multipliers). In unter dem Beispiel habe ich, 2000 Datenpunkte und 4 Millisekunden pro Datenpunkte, verwendet.

**2.** Messen Sie den Reflexionskoeffizienten (S11) Ihres offenen VNWA TX Output und zeigen Sie es in Trace1 an. Das Ergebnis sollte seien 1 sein (= 0dB) abgesehen von einigen Spuren.

**3.** Fügen Sie eine zweite Spur mit dem Trace type "Time" hinzu und öffnen Sie die "Time Domain Settings" über das Settings-Display Menu oder durch das passende popup Menü, durch rechts-klicken auf das Display Label.

**4.** Öffnen Sie das **Time Domain Settings Window**, durch aktivieren der Settings - Time Domain Menu, oder durch doppelt-klicken auf einem der Time Labels.

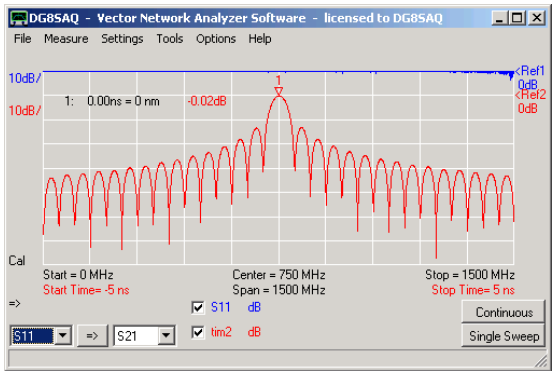
**5.** Wählen Sie Source **S11 aus**, wählen Sie **"Impulse DFT"**, **"Lowpass"** und **"Rectangular"** für die maximale Zeitauflösung aus und editieren Sie **Start und Stop Times**, wie unten zu sehen:




Auswahl **"normalized to impulse height"** in diesem Beispiel wird es möglich sein, die von einem Kabel reflektierte Leistung, diskontinuierlich zu lesen, direkt in "dB". Beachten Sie, dass die abwechselnde Wahl **"unnormalisierte"** den unnormalisierten Impuls Response erbringen wird, die die Einheit 1/Sekunden und Integration davon, wird die System's Step Response ergeben.

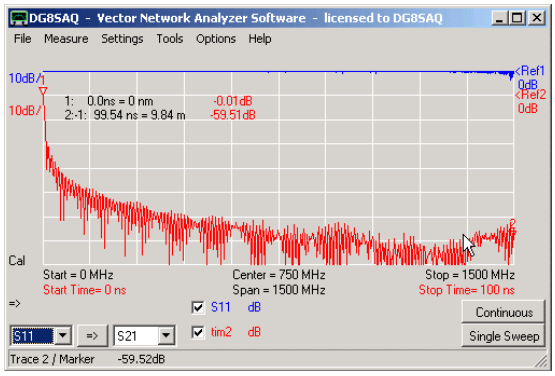
Da der VNWA nicht unter ungefähr 25 KHz, mit der Standardeinstellung, messen kann, wird hier gewählt **"low frequency data extrapolated below 25 KHz"**, d. h. unter 25 KHz werden die Mess-Daten ersetzt, durch einige höhere Frequenzdaten, die extrapoliert sind zu niedrigen Frequenzen. Wenn zuverlässige Niederfrequenz-Daten durch spezielle Einstellungen oder von einer Simulation verfügbar sind, wählen Sie **"as measured"** statt "extrapolated below 25 KHz".

**6.** Schließen Sie das Time Domain Setting Fenster. Nach richtiger Skalierung, sollten Sie das folgende Ergebnis sehen:




Das blaue Trace zeigt, die konstante 0dB Reflektion des offenen TX-ports, im Frequenzbereich von 0 bis 1.5GHz. Das rote Trace zeigt die Fourier Transformation im Zeitbereich von -5ns bis +5 ns, welches äquivalent ist, zum Längenbereich von ca. -50cm bis +50cm. Wir sehen eine scharfe Spitze bei Länge 0 mit einem Pegel von 0dB (siehe Marker-Überschrift), was bedeutet, dass alles vom TX Signal an der Kalibrierungsebene reflektiert wurde. Das Schwingungsverhalten sin(x)/x stammt von der Tatsache, dass keine **Frequency Windowing Funktion** ausgewählt wurde.

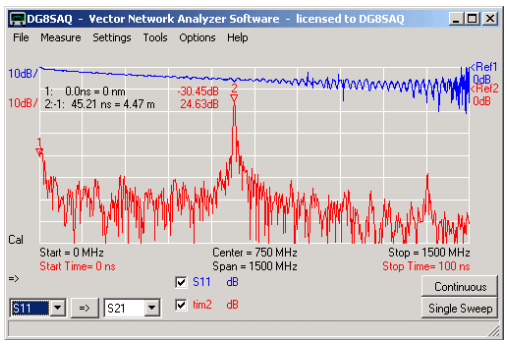
**7.** Nach der Anpassung für eine breitere Periode werden Sie das folgende sehen.




Im oben gezeigten Bild sehen wir auf eine Längen-Spanne von ungefähr 10 Metern. Wir sehen nur das Signal, das an der Nulllänge der Kalibrierungsebene reflektiert wurde.

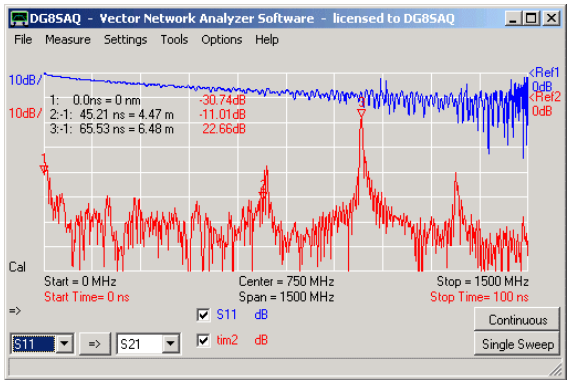
Beachten Sie, dass mit einer 1.5GHz Spanne und 2000 Punkte eine maximale Reflektions-Länge von 150 Metern gemessen werden kann.
Die maximalen verfügbaren 8192 Datenpunkte an 1.5GHz Spanne erlauben, Reflektions-Längen von ungefähr 0.6 Kilometern, mit einer Auflösung von einigen Millimetern, zu messen.

**8.** Schließen Sie ein, am Ende offenes, koaxiales Kabel an den TX Port an und führen Sie einen Sweep durch.



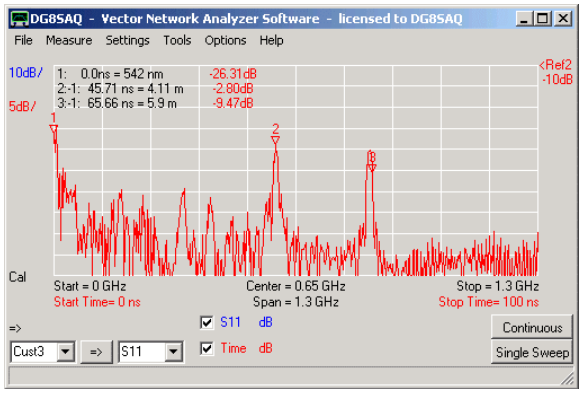
Beachten Sie, dass das reflektierte Signal jetzt abgeschwächt und mit einer Zeitverzögerung ankommt, die zur Kabellänge von 4.5 Meter äquivalent ist (siehe Zeitdelta-Marker 2). Wir haben so die Länge unseres koaxialen Kabels gemessen.
Beachten Sie, dass es noch eine schwache Reflektion an der Nulllänge gibt, die vom SMA auf BNC Adapter kommt.
Beachten Sie, dass es auch ein Signal an 9-Meter-Delay gibt, das vom Vielfachen der Reflektion stammt.

**9.** Dann habe ich ein zweites, am Ende offenes, koaxiales Kabel an das Ende des ersten angeschlossen, Beachten Sie, dass das zweite Kabel einen umgebogene BNC Stecker von 90 Grad hat:




Die Reflektion wird jetzt durch die Länge des zusätzlichen Kabels verschoben. Die Gesamtkabellänge ist jetzt 6.5 Meter.
Beachten Sie, dass ein Signal noch am Ende des ersten Kabels, wegen der unvollständigen Wellenanpassung des winkligen BNC-Steckers reflektiert wird.
**=> Kabeldefekte können entdeckt und sehr genau, durch diese Methode, lokalisiert werden.**

**10.** Schließlich habe ich eine BNC-Load an das Ende des zweiten Kabels angeschlossen:




Beachten Sie, dass wir noch Reflektion von der Stecker-Kurve in der Mitte und am Ende des Kabels sehen.

Beachten Sie auch, dass das gesamte reflektierte Signal beträchtlich abgenommen hat, wegen des Kabel-abschlusses.

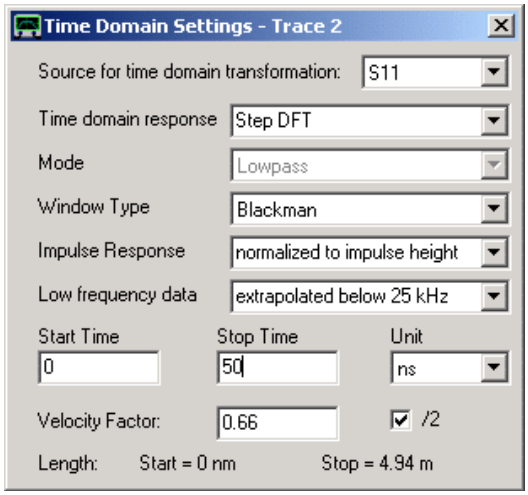
## Time Domain Reflectometry: Step Response

Während die Impulsantwort (Impuls response), die Antwort des DUT auf einen kurzen Spannungsimpuls ist, ist es manchmal nützlich, zu schauen auf des DUT'S Response, auf einen scharfen Spannungsstufe, die Sprungantwort (**step response)** genannt wird. Die beiden sind eng miteinander verbunden. Z.B. im Zeitbereich (time domain), führt die Integration der Impulsantwort (impuls response) grundsätzlich zur Sprungantwort (step response). Das bedeutet, dass jede Impedanz-Änderung an einem bestimmten Delay, einen Impuls in der Impulsantwort (Impuls response), mit einer bestimmten Verzögerungszeit, produzieren wird, die der Reihe nach einen Sprung (Stepp) produzieren wird, in der Sprungantwort (step response), mit derselben Delay-Zeit. Die nützliche Eigenschaft ist, dass die Sprunghöhe mit der Impedanz-Änderung vergleichbar ist.
**Mit anderen Worten kann die Impedanz-Änderung von der Sprunghöhe berechnet werden, dieses erlaubt zu sehen, unterschiedliche Kabelimpedanzen bei unterschiedlichen Delays oder Positionen.**

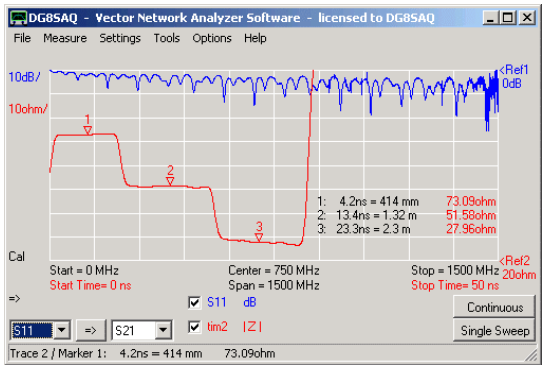
Das wird im Folgenden demonstriert, mit einer Kette von Coax-Kabeln, mit verschiedenen Impedanzen. Der nachstehende DUT besteht aus einem Stück von 75 Ohm Coax-Kabel, angeschlossen an den VNWA TX Port, gefolgt von 50 Ohm Coax-Kabel, gefolgt von 25 Ohm Coax Kabel, dessen Ende offen gelassen wurde.

Kalibrieren Sie zunächst Ihren VNWA mit dem maximalen verfügbaren Frequenzbereich (0-1500 MHz) für die maximale räumliche Auflösung (resolution), mit einer leidlich hohen Anzahl von Punkten (2000 Punkte wurden in diesem Beispiel verwendet), um alle zeitlichen Eigenschaften zu trennen. Dann messen Sie den Reflexionskoeffizienten (=S11) von Ihrem DUT, so ist das Ergebnis im S11 Datenbereich sichtbar.

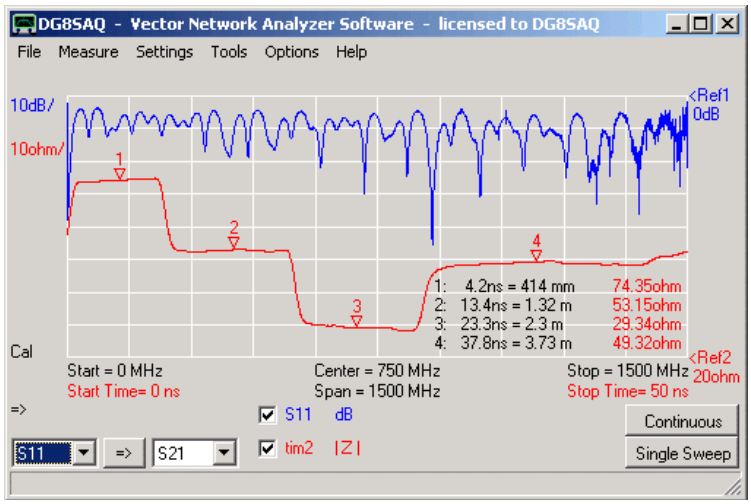
Um die Sprungantwort (**step response)** zu sehen, wählen Sie den **Trace typ "Time"** im Hauptfenster und wählen Sie **"Step DFT"** vom "Time Domain Setting" Menü aus. Um geglättete Sprünge (steps), ohne künstliches Überschwingen anzuzeigen, wurde eine **Blackman Windowing Funktion** gewählt. Wir verwenden Niederfrequenz-Daten**,** die **"extrapolated below 25 KHz"** sind, um das Nullfrequenzartefakt von S11 zu unterdrücken, geben Sie die **time domain analysis** ein.




Wenn Sie auswählen, die **Time Data** in Bezug auf **Impedanzen** anzuzeigen (|Z | in unter dem Beispiel), können Sie von sofort die unterschiedlichen Kabelimpedanzen, an unterschiedlichen Positionen, ansehen:




Beachten Sie, dass die Impedanz-Sprünge von 75 Ohm bis 50 Ohm bis 25 Ohm klar sichtbar sind. Außerdem ist der Sprung am offnen Ende zu der (fast) unendlichen Impedanz sichtbar.
Wenn das letzte Kabelende mit 50 Ohm abgeschlossen wird, anstatt es offen zu lassen, verschwindet der Sprung zu (fast) Unendlichkeit und der Abschluss, der Impedanz von 50 Ohm, wird sichtbar.

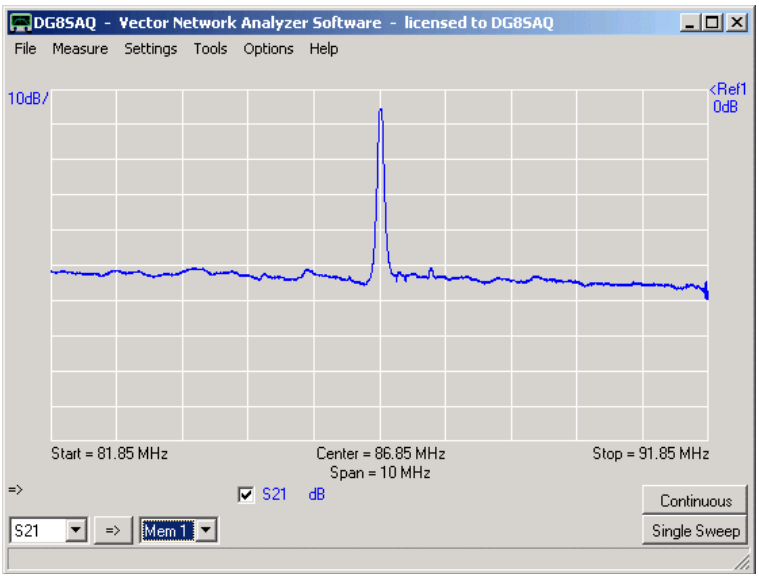



Berücksichtigen Sie, dass die Impedanz-Werte, die auf diese Weise ermittelt wurden, unter dem Einfluss vielfacher Reflektionen und Kabelverlusten standen z.B. egal was Sie am hinteren Ende einer 75-Ohm-Transmissionsleitung angeschlossen haben z.B. 100 dB Verlust, werden Sie immer 75-Ohm-Impedanz an allen Delays sehen.

**Time Domain Gating and inverse FFT**

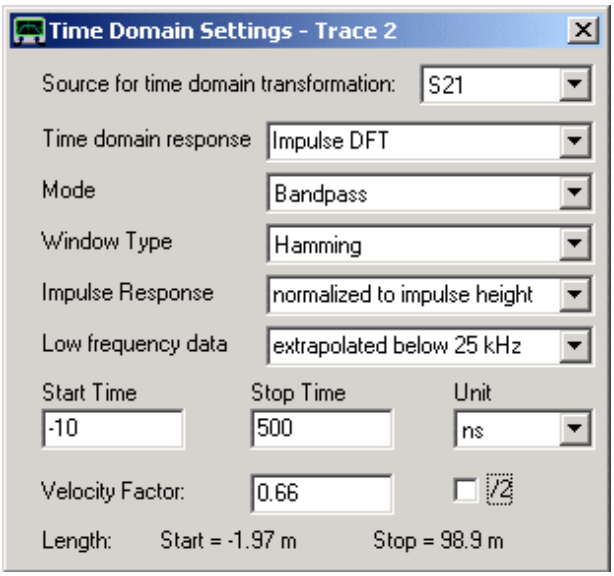
Time Domain Gating wird verwendet, um Antworten ( Responses) zu trennen, abhängig von ihrer Ankunftszeit, z.B. die langsame mechanische Antwort (Response) eines Quarzfilters, vom schnellen elektromagnetischen Durchgang (Feedthrough) des Testboards. Das folgende Beispiel zeigt, wie man diese Eigenschaft verwendet.

**1. Messen oder importieren eines Trace zu jedem Memory Platz.**




Als ein Beispiel sehen Sie, dass eine **Breitbandmessung** eines **schmalbandigen SAW Filters** als DUT mit künstlich vergrößerten, **elektrischen Durchgangsbereichs** vom Input bis Output.

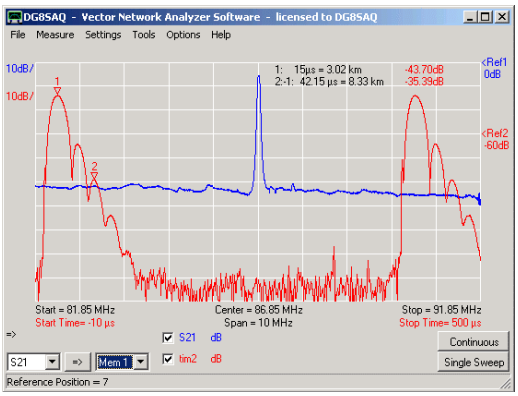
**2.** Um diese Daten in den Zeitbereich (**time domain)** zu transformieren und anzusehen, wählen Sie den Main-Menü-Punkt **"Settings" - "Time Domain Settings" - "Trace 2":**




Hier können Sie die Signalquelle spezifizieren, die in den Zeitbereich (hier S21) transformiert werden soll und auch den Typ und die Parameter, die zur Transformation verwenden sollen. Start und Stoppzeiten, für das Zeitbereichdiagramm, können eingegeben werden.

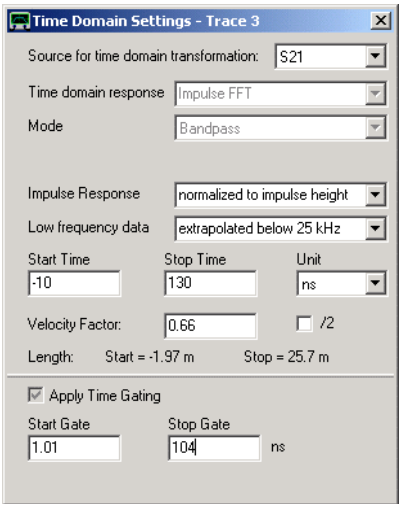
**3.** Schließen Sie das Fenster, wenn getan, und wählen Sie auf dem Hauptfenster einen zweiten Trace mit dem Trace Typ "**Time Domain**" aus. Sie können hinzufügen, **Time Markers,** genau so, wie das Hinzufügen von

Frequency Markers. Eine andere Weise, die Start- und Stoppzeiten zu ändern, ist **Doppel-Klicken** auf die roten **Time Labels** unterhalb der Traces im Hauptfenster.

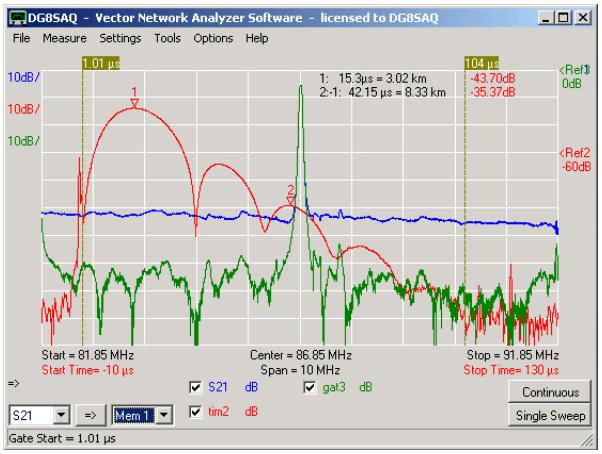



Sie haben nun die inverse Fouriertransformation der Frequenzdaten (roter Trace), die von der Natur, der diskreten Fourier Transformation, periodisch ist. Der Teil von ihr ab dem Zeitpunkt Null (time zero), ist die Hüllkurve des DUT's Impulsantwort (impulse response), welches Sie auch messen können, indem Sie einen kurzen Impuls auf den Eingang des DUT senden. Beachten Sie, dass wegen des hohen Q-Werts des DUT, seine Delays und Streckungen (streches), einen eingehenden Impuls beeinträchtigen (filter ringing, Filterklingeln).

**4.** Fügen Sie einen dritten Trace in das Hauptfenster, mit dem Trace Type-"**Frequency-Domain Gated**" oder **Gated** hinzu und dann wählen Sie aus Hauptmenü Artikel**"Settings" - "Time Domain Settings" - "Trace 3":**




**5.** Sobald Sie **Time Gating** aktiviert haben, werden Sie zwei gestrichelte vertikale Linien auf dem Hauptfenster mit beigefügten Labels sehen, welche die **Time Gate Window Edges(start gate und stopp gate**) anzeigen. Sie können diese mit der Maus bewegen. Jetzt zoomen in die Time Domain, so dass Sie nur den Zeitbereich, von Interesse, sehen:



**6.** Bewegen Sie die vertikalen, gestrichelten **Gate Linien** (oder beigefügte Labels) mit der Maus und beobachten Sie, wie sich der **grüne Trace** ändert. Wenn Sie auf die **rote Zeitbereichsantwort (Time Domain Response)** schauen, sehen Sie einen scharfen Peak nahe der Zeit Null (time zero). Das ist das sehr **schnelle elektromagnetische Durchkopplungs-(feedthrough) Signal**, das mit Lichtgeschwindigkeit läuft, d. h. aus einem Bruchteil des Eingangsimpulses besteht, das SAW Filter( Oberflächenwellenfilter) umgeht, wegen des elektrisches Übersprechens und bleibt unverändert. Die runden Eigenschaften, zu späteren Zeiten, sind die SAW Filter-Impulseantwort (impulse response) (=Filter klingeln), welches durch die Natur der Surface Acoustic Wave (SAW) läuft, mit der Schallgeschwindigkeit auf den Quarzkristall Chip (über 1000m/sec) trifft. Wegen dieses Geschwindigkeitsunterschieds ist es möglich die elektromagnetische Durchkopplung (feedthrough) **auf Null zu setzen (to zero out)** im Zeitbereich (=gating) und zeigt die Transferfunktion des Filters ohne elektromagnetischem Feedthrough im Frequenzbereich (grüne Kurve). Die grüne Kurve zeigt Sperrbereichs-Eigenschaften, die, verborgen waren, unter dem elektromagnetischen Feedthrough im blauen Trace.

**Hinweis:** Sie können, die Farbe der Start-Tor- (gates) und Stop-Tor-(gate) Llinien und Labels ändern, indem Sie, auf sie rechts- klicken.

**Zusammenfassung:**
Diese Technik, genannt "Time Domain Gating" setzt auf Null, die Anteile der Zeit-Bereichs-Impulsantwort des DUT, außerhalb der vertikalen Tor-Grenzlinien. Transformieren der eingegrenzten Impulsantwort, zurück in den Frequenzbereich, könnte vorher verborgene Eigenschaften, durch z.B. elektromagnetischen Feedthrough, aufzeigen.

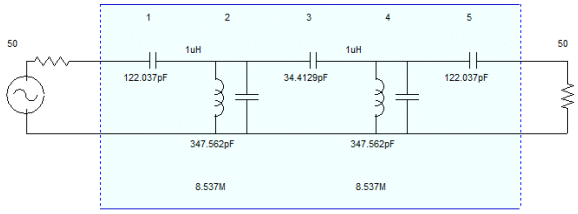
## Tuning Filters in Time Domain

Dieses Tutorial wurde von Roderick Wall, VK3YC zur Verfügung gestellt. Vielen Dank, Roderick!

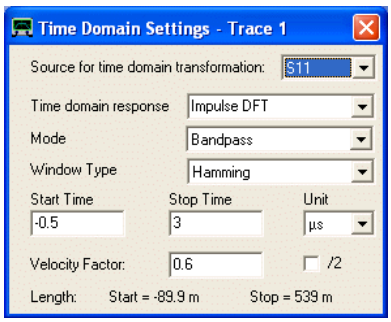
Beachten Sie, dass von der Softwareversion VNWA35.9 an, es **zwei neue Time Domain Settings** gibt, die sich auf die I**mpuls-Response Normalization** und **Low Frequency Data Extrapolation**, beziehen. Verwenden Sie die Standardeinstellungen (impulse response normalized to impulse height and frequency data below 25 KHz extrapolated), um die, unten angegebenen, Ergebnissen, zu reproduzieren.

### Using Time Domain to tune variable coupling BPFs

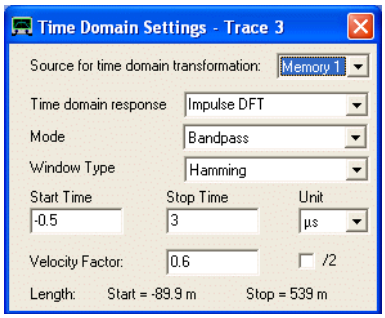
Eine Vorlage ist erforderlich, variable Kopplungsfilter abzustimmen. Die Vorlage kann von einem **Gold Standard Engineering Filter** erzeugt werden oder in der Software simuliert. Dieses Beispiel verwendet die Jim Tonne's Elsie Filter Designsoftware, um einen BPF zu entwerfen und eine s2p Toutchstone-S-Parameter-Datei, zu erzeugen. Die S-Parameter-Datei wird dazu in eine Speicherstelle im VNWA importiert, um sie als Vorlage zu verwendet, um den Filter darauf abzustimmen. Das Beispiel, eine abstimmbare 40-Meter-Kopplung BPF Circuit, wird unten gezeigt. Als Kopplungskondensatoren wurden Trimmkondensatoren verwendet. Als Induktivitäten wurden abstimmbare Induktivitäten verwendet.



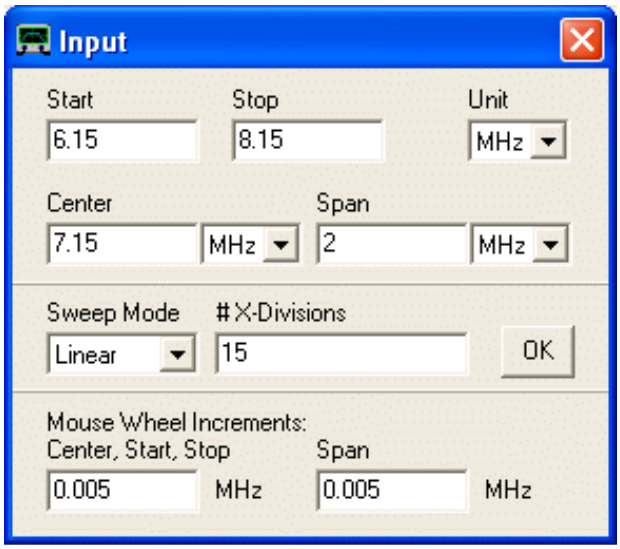

Verwenden Sie Elsie, um den Filter zu entwerfen. Setzen Sie die Center-Frequenz auf 7.15 MHz, Frequency Span auf 2 MHz und Sweep Steps auf 500 (achten Sie auch auf VNWA Einstellungen unten). Erzeugen Sie eine s2p S-Parameter-Vorlagendatei. Importieren Sie die s2p Vorlagendatei in VNWA und speichern Sie S11 in den Memory 1. Speichern Sie S21 in den Memory 2. Unter "Settings" wählen Sie "Time Domain" aus und wählen dann aus "Trace 1". Setzen Sie die Time Domain Settings, wie unten angezeigt.



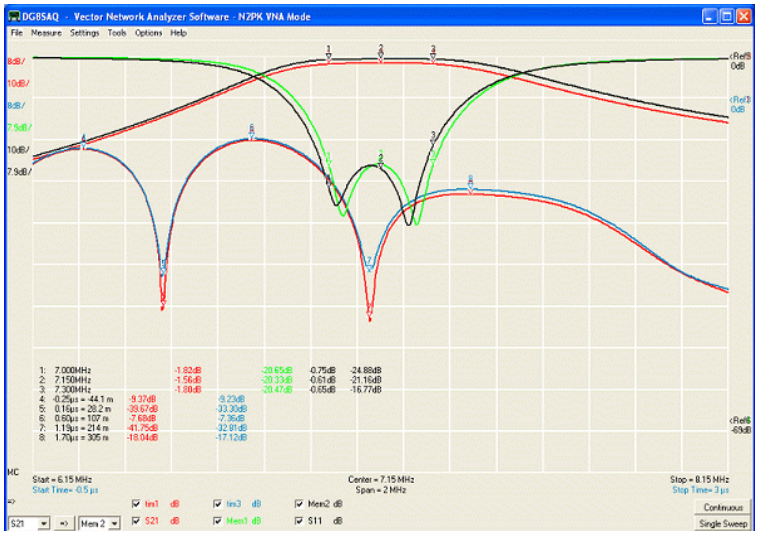

Unter "Settings" wählen Sie "Time Domain" aus und wählen Sie dann "Trace 3" aus. Setzen Sie die Time Domain Settings, wie unten angezeigt.




Setzen Sie die **Center Frequency** auf die **resontant Frequency**, weil die Resonatoren abgestimmt werden müssen. Wenn Sie dass nicht machen, dann werden die BPF auf eine falsche Frequenz abgestimmt. Setzen Sie die **Span** auf das zwei bis fünf Fache der Bandbreite des BPF. Setzen Sie die Mouse Wheel Increments auf 5 KHz.




Setzen Sie die Anzahl der **Scan Steps auf 500**. Wie unten gezeigt, setze **Trace 2 auf S21 dB**, **Trace 4 auf Mem1 dB**, **Trace 5 auf Mem2 dB** und **Trace 6 auf S11 dB**.




Blue Time Domain trace = Elsie Template. Red Time Domain trace = DUT BPF.
Green Return Loss trace = Elsie Template. Black Return Loss trace = DUT BPF.
Black Inseration Loss = Elsie Template. Red Inseration Loss = DUT BPF.

Klicken Sie auf "**Single Sweep**", um den DUT 40-Meter-BPF zu scannen. Regulieren Sie **Trace scaling** auf **suitable Size**. Ihre Zeitbereichsspur (**Time Domain Trace)** wird die tiefen Einsattelungen (Dips), oben, nicht zeigen lassen, weil der BPF eingestellt worden ist, den Zeitbereich (Time Domain) zu verwenden. Die beiden Zeitbereichs-(Time Domain) Einsattelungen (Dips) sind die Rückflussdämpfungen (Return Loss) von jedem Resonator. Die drei Buckel sind die drei Kopplungskondensatoren. Schauen Sie nach bei Agilent Applikation AN 1287-8 und AN 1287-10 für das Verfahren, Filter zu justieren. Klicken Sie auf Continuous Scan, um die BPF anzupassen.

Vor dem Zusammensetzen des BPF, können Sie die Komponenten im Schaltkreis auf die angezeigten Werten einstellen, das wird es machen leichter, den BPF zu justieren.

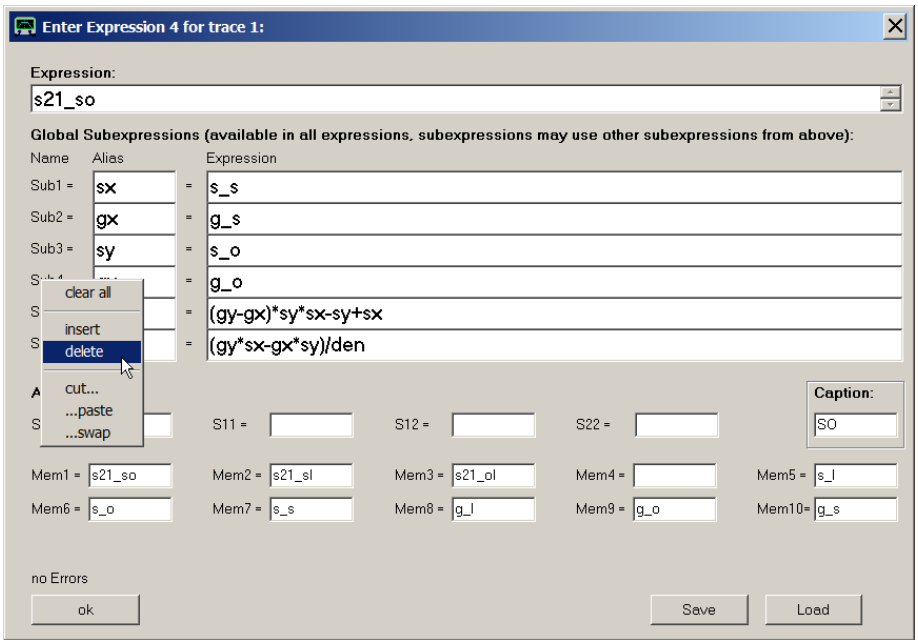
Das Maus-Rad kann verwendet werden, um die Center Frequency einzustellen. Halten Sie den Cursor über Center Frequency und drehen Sie das Rad. Die Anpassung der Mittenfrequenz erlaubt Ihnen, die Frequenz zu bestimmen, auf die die Resonatoren abgestimmt werden sollen. Justieren Sie die Center Frequency auf das tiefste Dip und die Mittenfrequenz ist die Resonanzfrequenz. Das Verwenden des Maus-Rades macht es leichter, die Resonatore zu justieren.

Roderick Wall, vk3yc.

**Custom : Trace data manipulation**

Der **Trace Type Custom** erlaubt, Traces zu simulieren oder Trace Data zu manipulieren, um Funktionen von Trace Data anzuzeigen.

VNWA.exe enthält einen **Compiler**, der einen schnellen Code erzeugen kann, um **user defined matheatial Complex Algebra Expressions** zu berechnen. Dieser Code kann für die Echtzeitdaten-Bearbeitung, während des Sweeps, verwendet werden oder zum Erzeugen von Simulationsdaten.




Beachte das Rechts-Klick-Menü der Sub*-Labels

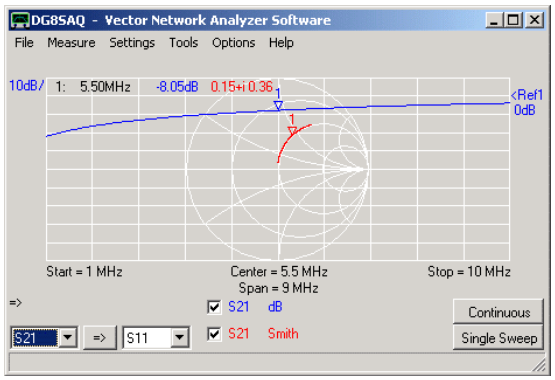
**Anmerkung :** Dieser Parser / Compiler (eigene Entwicklung) unterscheidet sich von dem **Complex Calculator,** dessen Funktionalitäten könnte sich ein bisschen unterscheiden.

Beispiel 1: Bestimmung einer Impedanz von einer Transmissionsmessung
Beispiel 2: Unitarity Beziehung
Beispiel 3: Subexpressions
Beispiel 4: Das Anzeigen der Phase einer Impedanz
Beispiel 5: Das Rechnen verschiedener Eigenschaften einer Induktivität oder Kondensators gemessen in Transmission
Syntax-Reference

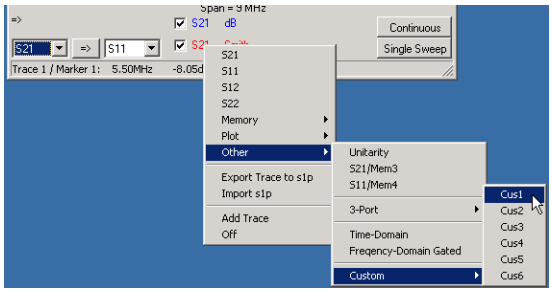
**Example 1: Determing an impedance from a transmission measurement**

Ist es möglich, eine Impedance von einer Transmissionsmessung mit nur einer Thru-Kalibrierung genau zu bestimmen?
Die Antwort ist ja, und ein Custom Trace vereinfacht außerordentlich diese Aufgabe.

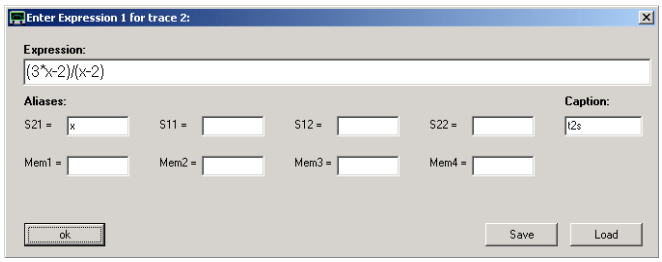
Unten ist eine Transmissionsmessung (S21) von einem 120pF Kondensator gezeigt, der zwischen den heißen Anschlüssen des VNWA Tx und Rx Ports angeschlossen ist, nach einer einfachen Thru Kalibrierung (Beachten Sie, dass beide Traces S21 anzeigen):



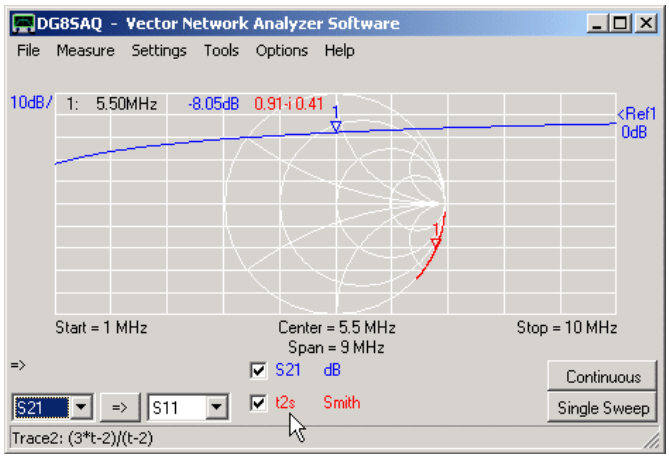

Klar, je höher die Frequenz, desdo tiefer ist die Einfügedämpfung (insertion loss), wegen der abnehmenden Impedanz des Kondensators bei Erhöhung der Frequenz.
Als nächstes, wollen wir einen Port Reflection Coefficient (S11), des Kondensators von unserer Transmissionsmessung, berechnen, mithilfe eines Custom Trace. Deshalb **Rechts-Klicken** wir **das S21-L**abel und wählen den Trace Typ "Other-Custom-C**ust1" aus**:




Das **Custum Trace Editor Fenster** öffnet sich, und zeigt in seiner Kopfzeile, dass wir Expression 1 (=cus1) editieren, der im Trace 2 angezeigt sein soll:

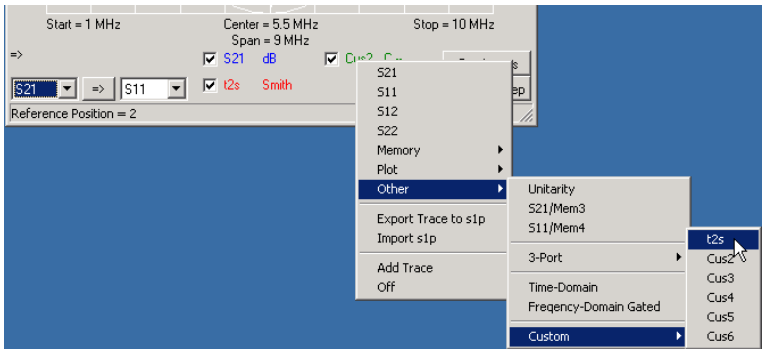



Für die Einfachheit, weisen wir S21 den kürzeren **Deckname-Namen x zu** und geben den Ausdruck (3*x-2) / (x-2) ein, der ein Thru-Messungsergebnis in ein Reflektionsmessungsergebnis transformiert (Anmerkung, ab der VNWA Version 35.9.d , ist dieser Ausdruck eingefügt als Funktion t2s ()). Außerdem geben wir diesem Ausdruck den beschreibenden Namen **t2s** (für Transmission zu S-Parameter, Standardname ist cus1), siehe **Caption field**. Drücken Sie OK und beobachten Sie das aktualisierte Hauptfenster:

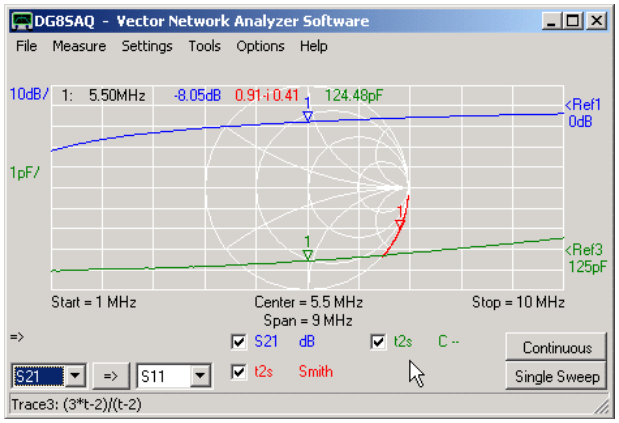


**Der rote Trace 2** wird jetzt bezeichnet (**labeled)** durch den zugeteilten Namen **t2s**, und die Daten zeigen anscheinend den Reflexionskoeffizienten eines ganz idealer Kondensators (Kurve, die entlang der Unterkante des Smith-Chart läuft).

Wir wollen jetzt die Kapazität des Kondensators bestimmen, deshalb, wollen wir dieselben t2s Daten in einem Drittel Trace sehen, mit der Einheit Picofarad. Wir fügen einen dritten Trace hinzu und wählen wieder Trace type **"Other-Custum"** aus:

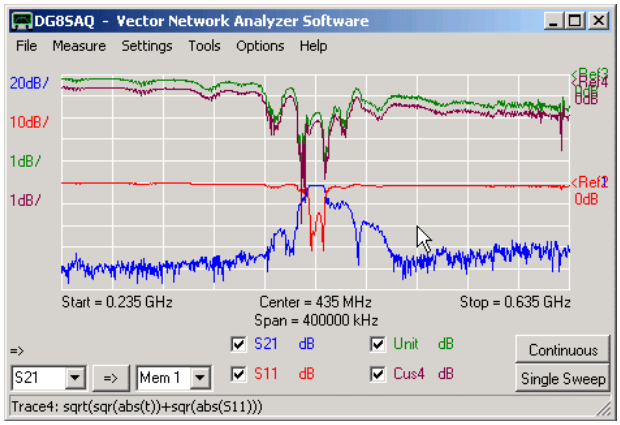



Beobachten Sie, dass das **Custom Drop Down Menu**, jetzt als der erste Eintrag **t2s** statt cus1 zeigt, weil wir diesen Namen **Expression1** zugeordnet haben. Wir wählen t2s aus. Der **Custom Trace Editor** öffnet sich wieder, aber wir haben nichts zu editieren, wir haben bereits den erforderlichen Ausdruck vorher eingegeben. Deshalb schließen wir einfach den Custom Trace Editor und wählen **Display type "C -"** für den Trace 3:




Tatsächlich zeigt unser Kondensator eine Kapazität 124pF, der sehr nah an der aufgedruckten, nominellen Kapazität von120 pF ist. Beachten Sie, dass die steigende Kapazität zu tun hat mit der Induktivität der langen Anschussdrähte des Kondensators.

### Beispiel 2: Unitarity relation

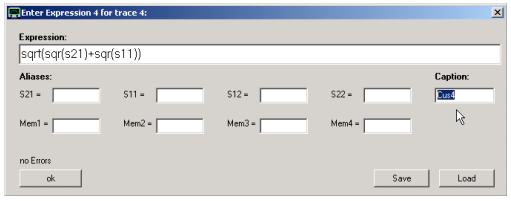



Die oben genannten Beispiel zeigt gemessene S11, und S21 Daten von einem SAW Filter (rote und blaue Traces). Die grünen Traces zeigen die so genannte Unitarity Condition:

$$Unitarity = \sqrt{|S_{11}|^2 + |S_{21}|^2}$$

Welche, wenn in dB angezeigt, die Leistung beschreibt, die weder reflektiert noch transmittiert wird, sondern innerhalb des DUT zerstreut wird.

Der braune "Cus4"-Ttrace (= custom trace 4) zeigt genau dasselbe als der "Unit" Trace, aber ist Benutzer definiert.
**Doppelklicken auf das Cus4-Label wird das Custom Trace Editor Fenster öffnen:**

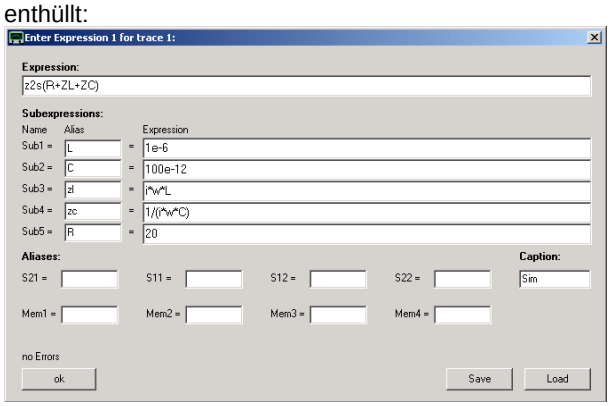



Hier kann der anzuzeigende mathematische **Ausdruck** eingegeben werden. Die Berechnung erfolgt mit, **Complex Calculus** , welcher **complexe S-Parameter** auf die richtige Weise verarbeiten kann. Im oben genannten Beispiel war die **Unitarity Formel** eingegeben worden.

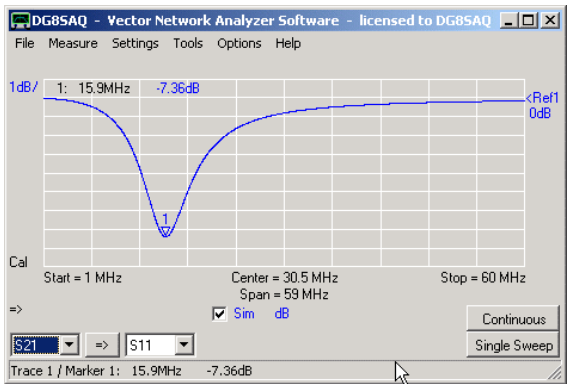
**Anmerkung : Alias Variables** können definiert werden, um z.B. den ziemlich langen Variablennamen S21 durch die Variable t abzukürzen.
**Hinweis:** Das Drücken der **„Enter-Taste“** nach der kompletten Formeleingabe, wird eine **Syntax-Kontrolle** anrufen, ohne das Fenster zu schließen.
**Hinweis:** Das Drücken des **"OK Button"** ruft ebenfalls eine Syntax-Kontrolle auf und schließt das Fenster nur, wenn der Syntax richtig ist.
**Hinweis:** Sie können **Expressions speichern und laden** zu oder von einem Device .*.mth file.
**Hinweis: Expressions werden automatisch gespeichert** in der VNWA Ini-Datei nach Programmbeendigung für den Wiedergebrauch nach Programm-Wiederanfang.
**Hinweis:** Nach Änderung des **Caption Feldes** im oben genannten Fenster (siehe Maus-Pfeil), können Sie das **Trace Indentifier Label K** modifizieren, auf dem Main Window VNWA, das unter dem Grid auftaucht.

## Exaple 3: Subexpressions

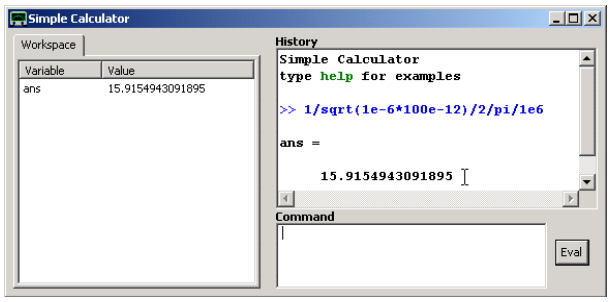
Wenn die **Custom Trace Editor Fensterhöhe** erweitert ist, werden bis zu 6 Eingabefelder für **Subexpressions** enthüllt:




**Subexpressions** können verwendet werden, wenn ein Parameter oder Bestimmung mehrere Male in derselben **Custom Expression** wieder verwendet werden sollen oder einfach, um die Lesbarkeit, zu verbessern. Im oben genannten Beispiel wurde der **Reflektionskoeffizient** eines **Serienresonanzkreises** berechnet, unter Verwendung von Subexpression. Im Subexpression 1 wird ein Induktivitäts-Wert von 1 microHenry definiert.
Subexpression 2 definiert einen Kapazitätswert von 100pF. Subexpression 3 und 4 definieren die Impedanzen des Induktors und Kondensator beziehungsweise, von den Subexpressions 1 und 2 Gebrauch machend. Subexpression 5 definiert einen Widerstands-Wert von 20 Ohm.
Der Main Expression summiert die Impedanzen, welche in den Subexpressions 3, 4 und 5 definiert wurden und convertiert sie zu einem Reflektionskoeffizienten, der mit dem Standard S11 Display Mode, auf dem Haupt-fenster, angezeigt werden kann:

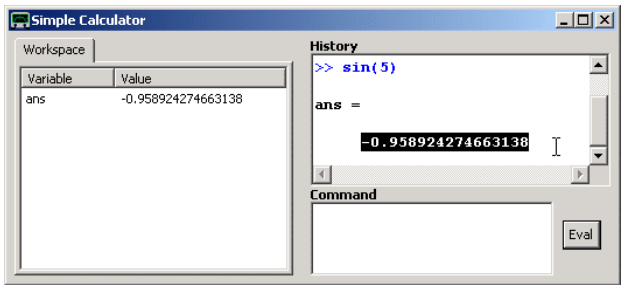



Anscheinend haben wir einen Serien-Resonanz-Kreis simuliert, mit einer Resonanz-Frequenz von 15,9 MHz. Wir können dasComplex Calculator Tool verwenden, um zu prüfen, ob die Resonanz da ist, wo wir sie erwarten würden:

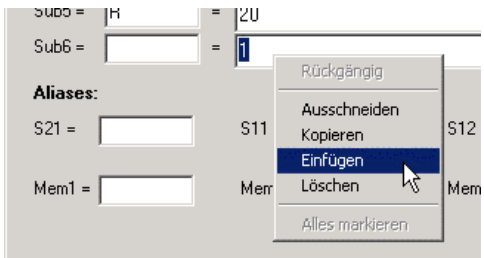



In der Tat, die Resonanz wird bei 15.9 MHz erwartet.

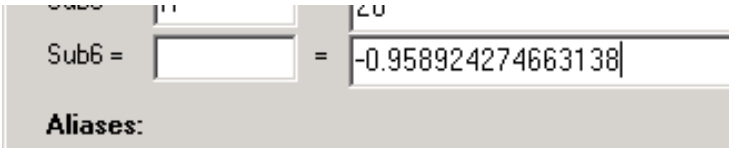
**Anmerkung :** Alle 6 Custom Traces nutzen dieselben Subexpressions.
**Anmerkung :** Auf Subexpressions kann entweder durch die Namen Sub1... **Sub6** oder durch die benutzerbestimmten aliases zugegriffen werden.
**Anmerkung :** Subexpressions können von vorherigen Subexpressions, aber nicht von nachfolgenden Subexpressions Gebrauch machen. Circular References sind verboten.
**Anmerkung :** Custom Traces werden nur aktualisiert, wenn die Returntaste nach dem Editieren der Subexpressions oder Expressions gedrückt wurde, oder wenn der OK Button gedrückt wurde.
**Anmerkung :** Sie können **Transfer precalculated Values** vom **Complex Calculator Tool** zu einen der Subexpressions, durch Markierung des Ergebnisses im Complex Calculator mit der Maus...




..., dann **STRG c** drücken, um die gekennzeichneten Daten in die MS-Windows-Zwischenablage zu kopieren, dann Rechts-Klicken in das Feld, wohin der Wert übertragen werden soll...

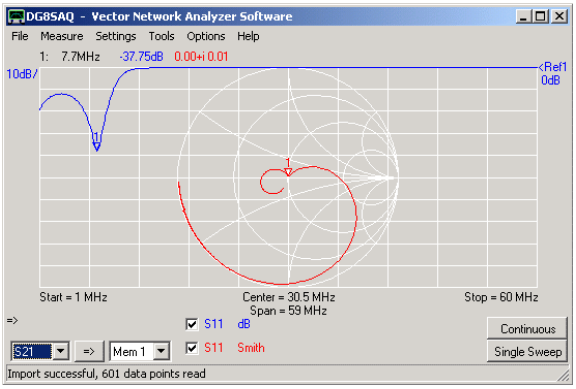



... und anschließend „Einfügen ( paste)“ auswählen:

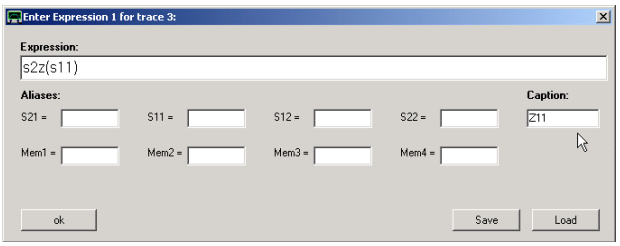



### Example 4: Displaying the Phase of an Impedance

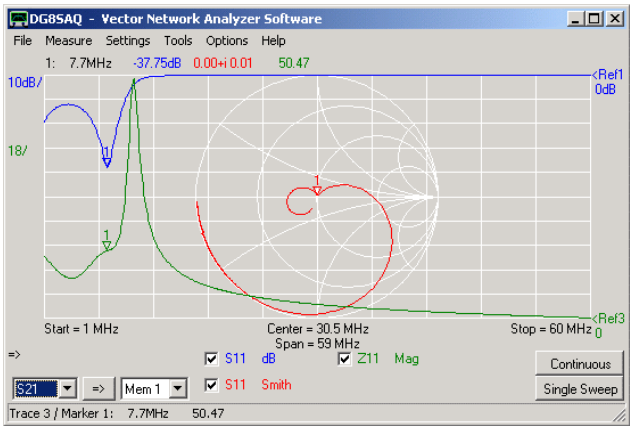
Wenn Impedanzen gemessen werden, arbeitet der VNWA intern mit Reflexionskoeffizienten, und bei default, wird dieses angezeigt:



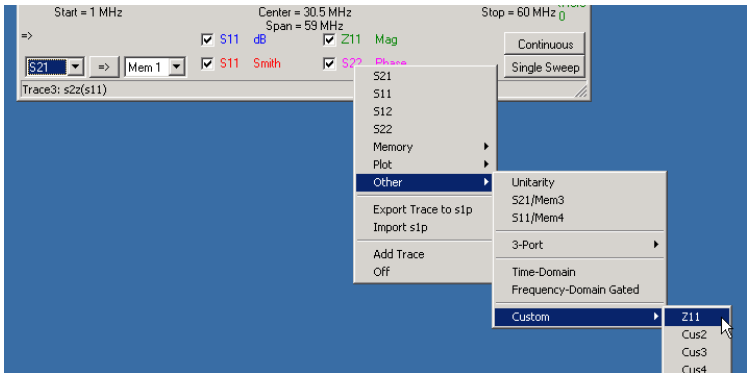

Jetzt soll es demonstriert werden, wie die Magnitude und Phase der korrespondierenden Impedanz angezeigt werden können, unter Verwendung eines Custom Trace. Fügen Sie einen Custom Ttrace (z.B cust1) hinzu, füllen Sie die Expression "s2z (S11)" aus, welcher den Reflektionskoefficienten s11 konvertiert, in eine Impedanz und fügt einen beschreibenden Namen diesem Ausdruck, z.B. "Z11" zu:



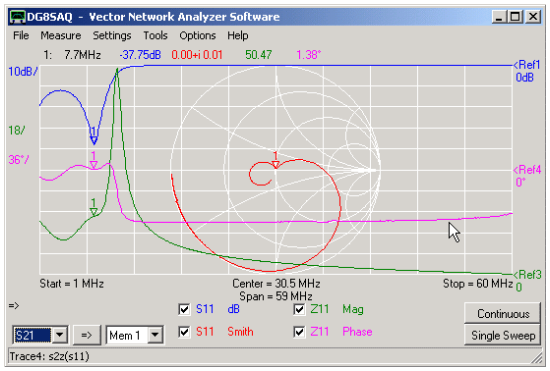

Nach geeigneter Skalierung, können Sie die **Magnitude** der (grünen) Impedanz anzeigen. Die Einheit wird Ohm sein:




Wenn Sie die **Phase** der Impedanz ebenfalls anzeigen wollen, fügen Sie einfach einen anderen Trace hinzu und wählen Sie, Custom Trace Z11 anzuzeigen, den wir vorher definiert haben, indem wir ihm den Namen Z11 zuteilten:

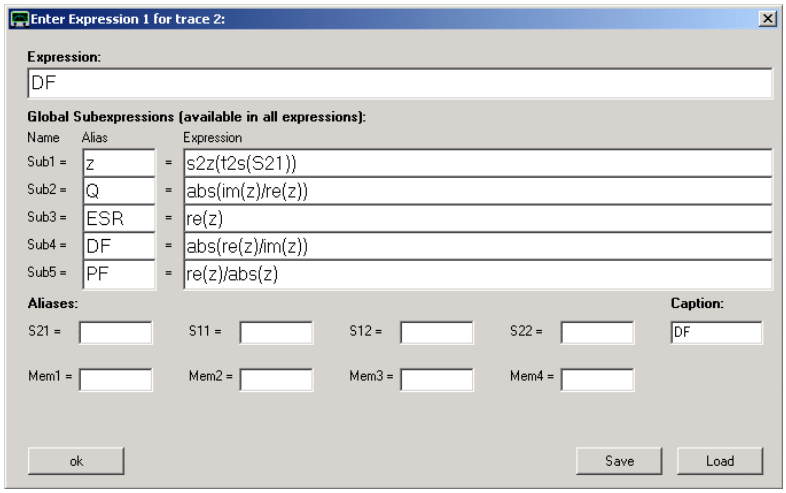



Schließen Sie sofort das Custom Trace Fenster wieder, das aufgeklappt wurde, weil keine Änderungen erforderlich sind. Nach dem geeigneten Skalieren, Sie werden auch die Phase der Impedanz Z11 in Bezug auf (rosa) Grade sehen:




Beachten Sie, dass wir gerade einen und denselben Custom Expression für zwei verschiedene Traces verwenden.

### Example 5: Calculating various properties of an inductor or capacitor measured in transmission




Subexpression 1 enthält die Konvertierung von der Transmissionsmessung (S21) zu Reflektionsdaten (Funktion t2s) und subsequent konvertiert zu ImpedanZ z (Function s2z).
Subexpression 2 enthält den Q-Factor.
Subexpression 3 enthält die"Equivalent Series Resistance" Formel.
Subexpression 4 enthält die dissipation Faktor Formel.
Subexpression 5 enthält den Leistungsfaktor.
Die Main Expression kann alle Subexpression aliases, z.B. dissipation Faktor DF.

## Available Syntax

**Available special constants**
**pi** = 3.14...
**e** = Eulers number 2.718...
**i** = complex unit (mathematician's choice)
**j** = i = complex unit (engineer's choice)
**clock** = DDS input clock [Hz]
**mil** = 1 imperial MIL=1 inch/1000 in meters
**inch** = 1 imperial inch in meters
**foot** = 1 imperial foot in meters
**yard** = 1 imperial yard in meters
**mile** = 1 imperial mile in meters
**c0** = vacuum speed of light in meters per second
**sa** = spectrum analyzer mode offset level in linear scale

**Available operators**
**+** = complex addition
**-** = complex subtraction
***** = complex multiplication
**/** = complex division
**^** = complex power *Hint:* exp(x) is more CPU efficient than e^x

**Available data functions:**
**f** = frequency
**w** = 2*pi*frequency
**s** = complex frequency = i*w
**t** = time as shown in the time domain displays
**S21** = measured data S21
**S11** = measured data S11
**S12** = measured data S12
**S22** = measured data S22
**Mem1** = data space Mem1 data
**Mem2** = data space Mem2 data
.....
**Mem10** = data space Mem10 data
**P1** = data space Plot1 data
**P2** = data space Plot2 data
**P3** = data space Plot3 data
**P4** = data space Plot4 data
**s_11...s_33**= 3-port measured data
**gated** = gated response
**a**_ = reflect calibration coefficient *a*
**b**_ = reflect calibration coefficient *b*
**c**_ = reflect calibration coefficient *c*
**M21**= raw, uncorrected measured data for S21
**M11**= raw, uncorrected measured data for S11
**M12**= raw, uncorrected measured data for S12
**M22**= raw, uncorrected measured data for S22
**SS** = VNWA source reflection coefficient as calculated from calibration data
**SL** = VNWA load reflection coefficient as calculated from calibration data
**n** = data point number
**n_top** = highest data point number = # datapoints -1
**noise** = random complex numbers with real and imaginary parts between -1 and +1
**delay_s21** = group delay of S21 = -d Arg(S21(w))/d w
**delay_s11** = group delay of S11 = -d Arg(S11(w))/d w
**delay_s12** = group delay of S12 = -d Arg(S12(w))/d w
**delay_s22** = group delay of S22 = -d Arg(S22(w))/d w
**delay_mem1** = group delay of Mem1 = -d Arg(Mem1(w))/d w
**delay_mem2** = group delay of Mem2 = -d Arg(Mem2(w))/d w

**delay_mem3** = group delay of Mem3 = -d Arg(Mem3(w))/d w
**delay_mem4** = group delay of Mem4 = -d Arg(Mem4(w))/d w
**cphase-s21** = continuous phase of S21 in radians
**cphase-s11** = continuous phase of S11 in radians
**cphase-s12** = continuous phase of S12 in radians
**cphase-s22** = continuous phase of S22 in radians
**cphase-mem1** = continuous phase of Mem1 in radians
**cphase-mem2** = continuous phase of Mem2 in radians
**cphase-mem3** = continuous phase of Mem3 in radians
**cphase-mem4** = continuous phase of Mem4 in radians
**Sub1...Sub6** = subexpression 1...6

**x1...x10** = optimizer variables from Optimizer Tool
**opt** = optimizer expression from Optimizer Tool
**os1...os20** = optimizer sub-expressions from Optimizer Tool
**s_dm** = calculates reflection coefficient of differential impedance between port 1 and 2 of two-port from S11, S21, S12, S22
**s_dm_sym** = calculates reflection coefficient of differential impedance between port 1 and 2 of two-port from S11 and
S21 assuming S22=S11 and S12=S21
**s_open** = reflection coefficient of open calibration standard
**s_short** = reflection coefficient of short calibration standard
**s_load** = reflection coefficient of load calibration standard

**Available complex mathematical functions:**

**EXP** = complex exponential function
**IM** *example:* im(x+j*y)=j*y
**IMAG**=imaginary part (standard definition): imag(x+j*y)=y
**RE** =real part
**SIN** =complex sine
**COS** =complex cosine
**TAN** =complex tangent
**ATAN** =complex inverse tangent
**ABS** =complex absolute value or magnitude
**ABSSQR** =complex square of the absolute value
**SQR** =complex square
**SQRT** =complex squareroot
**CONJ** =complex conjugate
**DEG** =conversion radiants => degrees: deg(pi)=180
**RAD** =conversion degrees => radiants: rad(180)=pi
**ARG** =argument of complex number in radiants: arg(exp(j*x))=x
**LN** =complex natural logarithm
**LG** =complex logarithm of base 10
**LOG** = complex logarithm of base 10
**J0** =Bessel function of first kind of order 0
**J1** =Bessel function of first kind of order 1
**SI** =Integral Sine function
**CI** =Integral Cosine function
**SINH** =complex hyperbolic sine
**COSH** =complex hyperbolic cosine
**HEAVISIDE**=real heaviside function, imaginary part of argument is ignored

**Available special functions of S-parameters:**

**DB** =decibels: db(x)=20*lg(abs(x))
**Y = S2Y** =complex admittance in 1/Ohms Y(s)=(1-s)/((1+s)*50)
**Z = S2Z** =complex impedance in Ohms Z(s)=1/Y(s)
**Y2S** =conversion from complex admittance Y(s) to reflection coefficient s, e.g. s=Y2S(Y(s))
**Z2S** =conversion from complex impedance Z(s) to reflection coefficient s, e.g. s=Z2S(Z(s))
**T2S** =convert a transmission measurement to reflection data
**S2T** =convert a reflection measurement to transmission data
**T2SS** =convert transmission data to shunt reflection data
**SS2T** =convert shunt reflection data to transmission data
**T2ZS** =convert transmission data to complex shunt impedance data

**ZS2T** =convert complex shunt impedance data to transmission data
**CP** =parallel capacitive part of complex admittance in F (as function of reflection coefficient S)
**LP** =parallel inductive part of complex admittance in H (as function of reflection coefficient S)
**RP** =parallel resistive part of complex admittance in Ohms (as function of reflection coefficient S)
**QC** =Q-value of complex admittance
**CS** =serial capacitive part of complex impedance in F (as function of reflection coefficient S)
**LS** =serial inductive part of complex impedance in H (as function of reflection coefficient S)
**RS** =serial inductive part of complex impedance in Ohms (as function of reflection coefficient S)
**QL** =Q-value of complex impedance (identical with QC, but calculated from Z instead of Y)

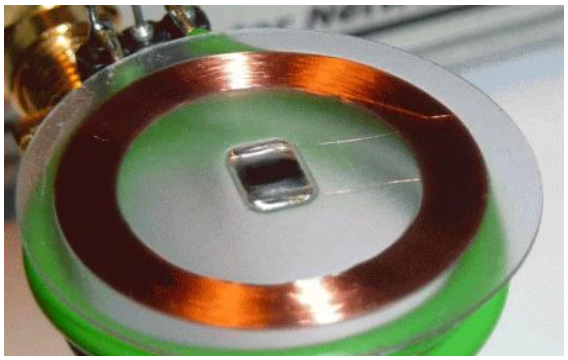
**Anmerkung :** Der Parser ist nicht gerade empfindlich!

**Measuring RF-ID Tags**
(Hochfrequenz Identifizierungs-Anänger)

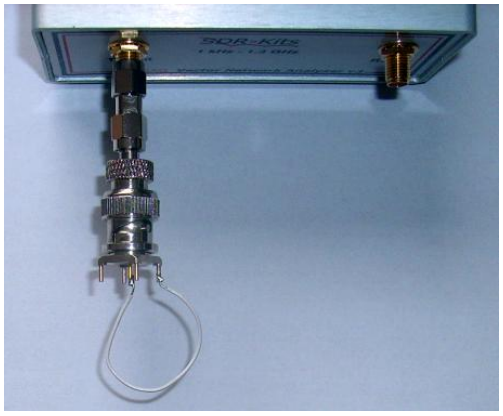
In dem folgenden einfachen Verfahren wird das Testen von RF-ID-Tags mit dem DG8SAQ-VNWA von SDR-Kits demonstriert, unter Benutzung von 13 MHz NFC RF-ID Tags…( NFC: Nahfeldkommunikation zum kontaktlosen Austausch von Daten, zwischen einem Anhänger (Tag) und einem Lesegerät, per Funktechnik über kurze Strecken).



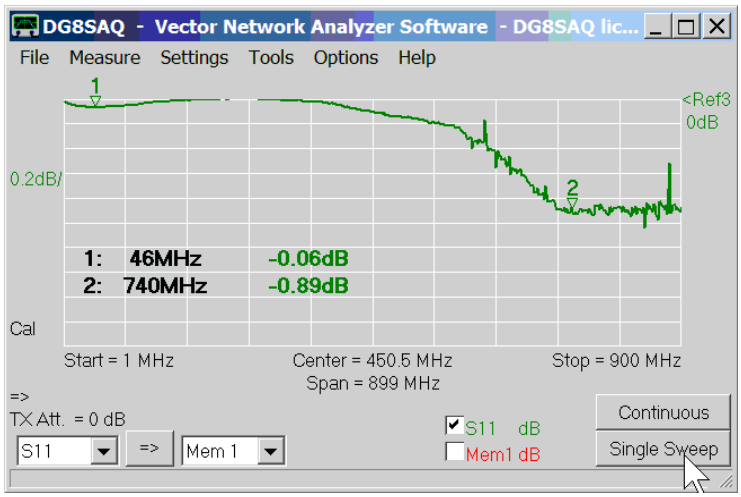
Und 125 KHz ID-Tags



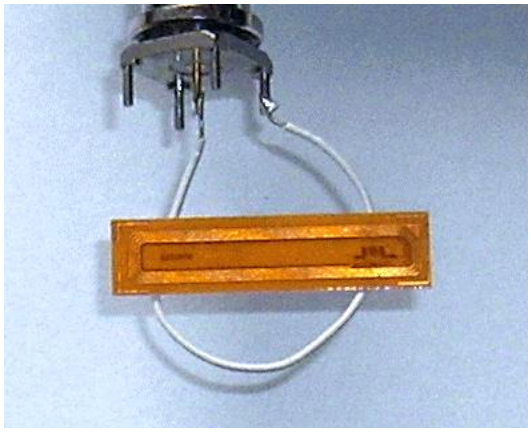
Der VNWA arbeitet im Reflect-Mode ( gemessen wird S11 ) mit einer Detektorspule, eine Windung mit einem Durchmesser von ca. 2 cm, an seinem Tx-Port angeschlossen.



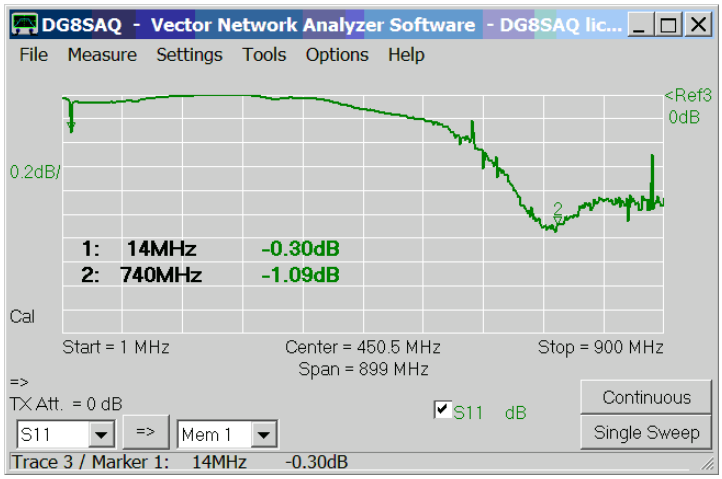
Die Detektorspule zeigt nur sehr geringe Resonanzen:




Beachten Sie, dass die Spule durch die 50 Ohm Ausgangsimpedanz des VNWA TX-Ports gedämpft ist. Sie ist daher nicht geeignet, einen Resonator zu verstimmen, durch resonante Kopplung.
Legen Sie ein RF-ID Tag auf die Detektorspule…

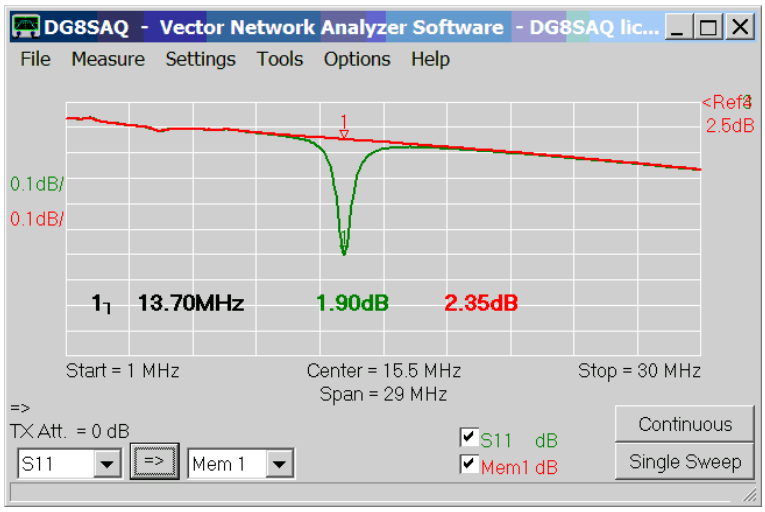


.. Wir können seine Auswirkung auf die Spule sehen, eine scharfe, aber winzige Resonanz bei etwa 14 MHz



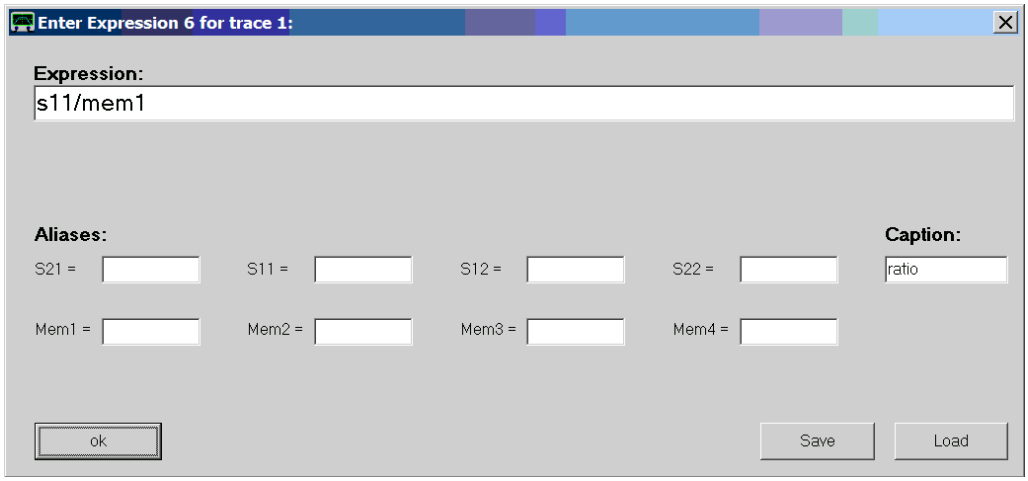

Als nächstes wollen wir uns die Resonanzfrequenz des Tag genauer anschauen und trennen die Response des Tag vor der, der Spule, durch einen einfachen Kalibrationsschritt. Die Idee ist es, die Tag-Messung mathematisch zu unterteilen, durch eine Messung der Spule ohne Tag. Mit dieser Methode, brauchen wir nicht einmal den TX-Port SOL-kalibrieren. Alle folgenden Messungen werden ohne Kalibration durchgeführt. Die Messung der Spule ohne Tag dient als Kalibrationsmessung.

Hier sind die unkalibrierten S11 Messungen, ohne (rot) und mit Tag ( grün), in einem engen Frequenzbereich.



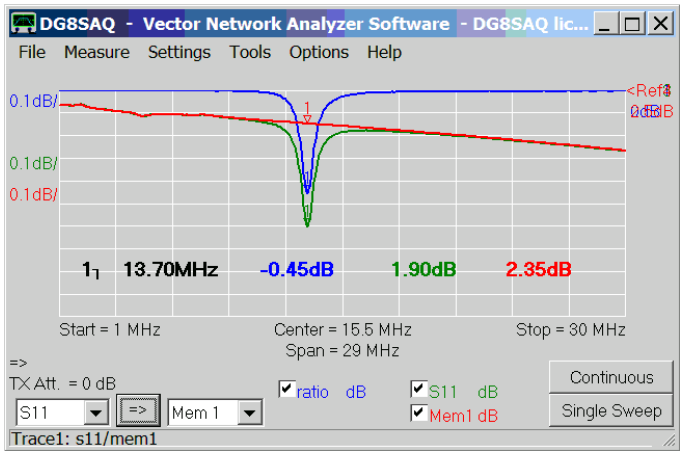

Wir können deutlich die Resonanz des Tag sehen und finden seine Frequenz mit Hilfe eines Minimum-Markers bei 13.70 MHz.

Weiter führen wir unsern Spezial-“Kalibrations“-Schritt durch, mittels eines Custum-Trace:



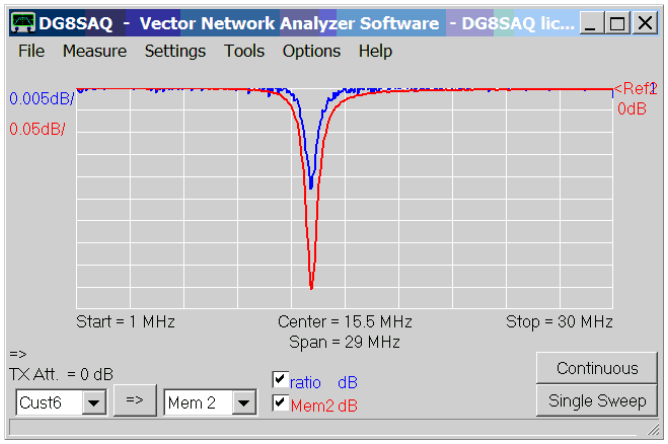

Wie oben erwähnt, teilen wir jede Reflektionsmessung (S11) durch die Referenzmessung ohne Resonator in Speicherplatz Mem1. Wir weisen diesem Trace den Namen „ratio“ zu.

Der resultierende blaue Trace zeigt schön die Resonanz des Tag alleine an, d.h. wie viel HF-Leistung durch den Tag absorbiert wird, als Funktion der Frequenz.



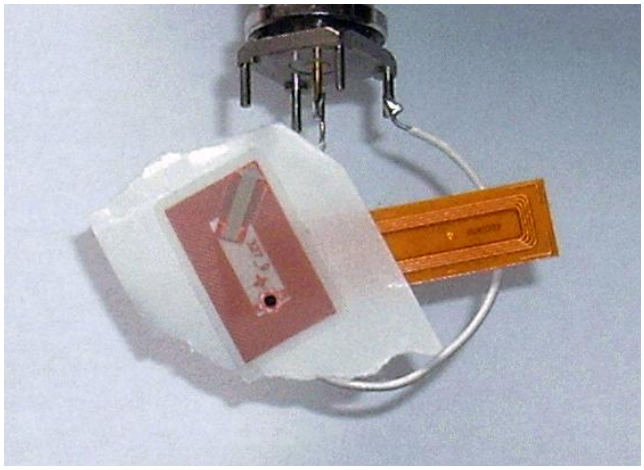

Beachten Sie, dass mit jeder weiteren S11- Messung, der „Ratio“-Trace neu berechnet und in Echtzeit aktualisiert wird, während des Durchlaufs. In der Tat, es dient als ein bequemes Kalibrationsverfahren.

Eine Änderung des Abstandes zwischen Spule und Tag, führt zu keiner Änderung der Resonanzfrequenz des Tag.

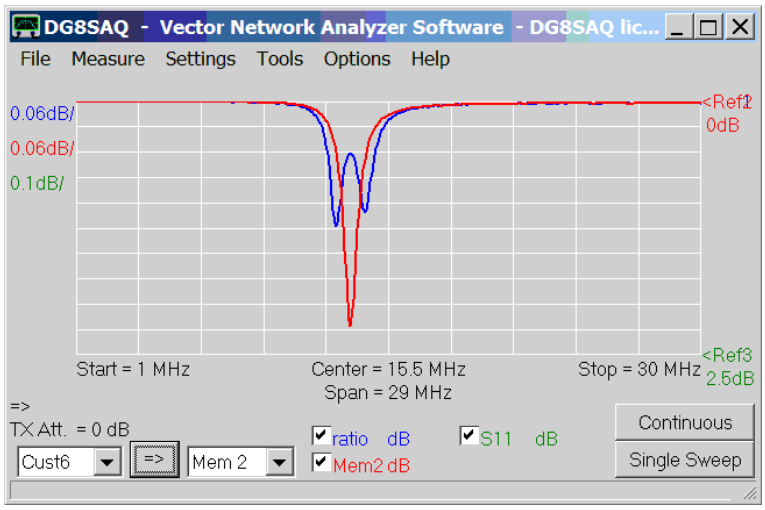



Während der obere rote Trace aufgenommen wurde mit dem Tag, positioniert ganz oben auf der Detektorspule, wurde der blaue Trace aufgenommen, mit dem Tag 2cm über der Spule.

Aus Spaß, legen wir einen zweiten Tag auf die Oberseite des ersten.



Und tatsächlich sehen wir eine Resonanzverstimmung durch die Kopplung der beiden Tag-Resonatoren mit einander:

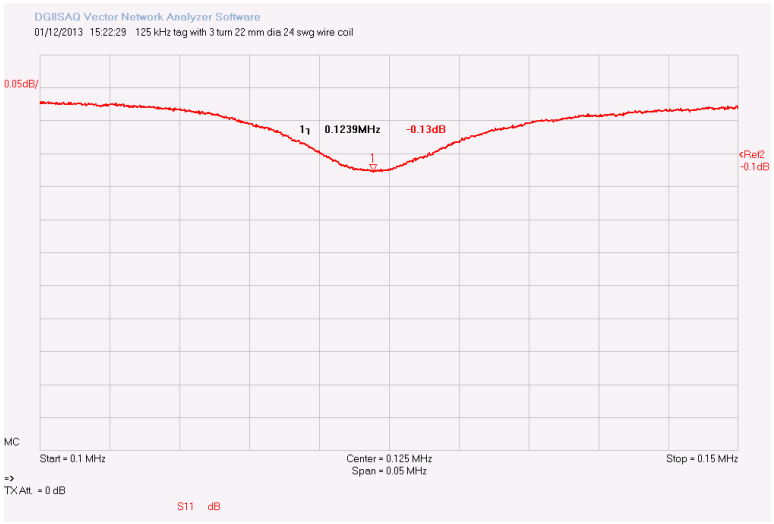



Der obere rote Trace zeigt die Reaktion auf den unteren Tag( länglich, bräunlich) allein, während der blaue Trace die Reaktion des Stapels von beiden Tags zeigt.

Das gleiche Testverfahren kann auf LF RF ID Tags angewendet werden, die bei 125 KHz arbeiten. Das Bild unten zeigt einen 125 KHz RF ID Tag, positioniert auf einer Aufnahmespule mit 3 Windungen (grünes Kabel).



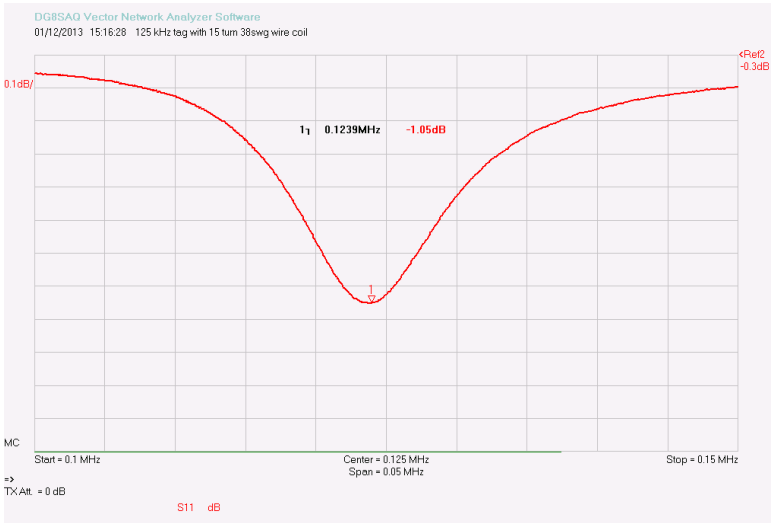

Das Absorptionssignal ist schwach, aber deutlich erkennbar.




Das Signal-Rausch-Verhältnis kann verbessert werden unter Verwendung einer Detektorspule mit einer höheren Anzahl von Windungen, z.B. 15 Windungen, wie im Bild unten gezeigt:




Das Absorptionssignal wird viel stärker:



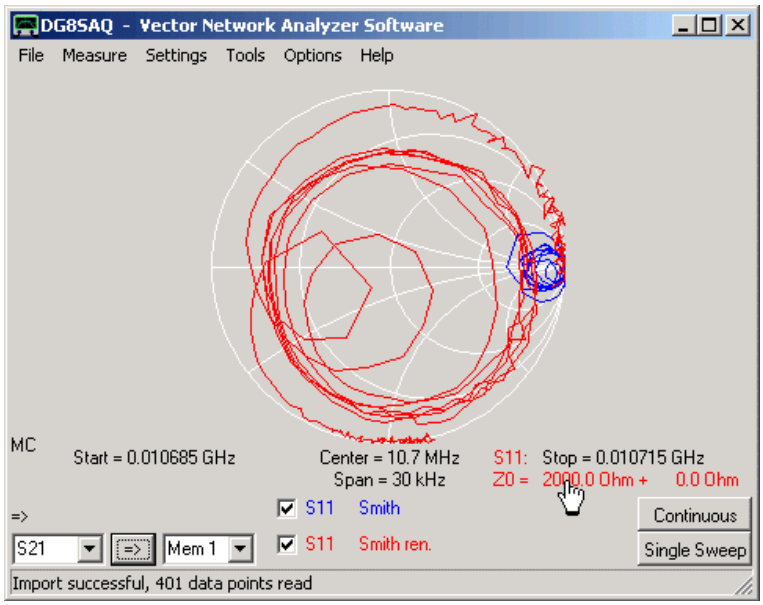

Nun, was ist die optimale Aufnahmespule für einen bestimmten RF-ID-Tag?
Auf der einen Seite, sollte die Spule viele Windungen aufweisen, um das Magnetfeld zu maximieren für eine gute Kopplung an den Tag.
Auf der anderen Seite, sollte die natürliche Parallel-Resonanz-Frequenz der Spule (Induktivität der Spule parallel zur parasitären Spulen-Kapazität), weit über der Tag-Resonanzfrequenz sein, um eine Verstimmung des Tag zu vermeiden, durch eine resonante Kopplung an die Aufnahmespule.
Die Aufnahmespule wird am Besten experimentell optimiert, ausgehend von einer großen Anzahl von Windungen und Entfernen von Windungen, bis die optimierte Parallelresonanz der Spule allein, deutlich über der Tag-Frequenz liegt, z.B. um mindestens einen Faktor von zwei.

**Renormalized Smith Chart**

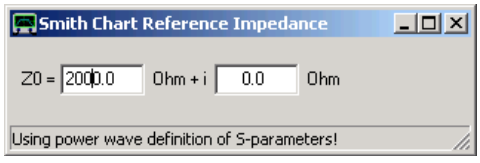
Die VNWA Software kann einen **1-Port-Reflektionscoeffizienten** zu einer beliebigen **Referenz-Impedanz** umrechnen und sie als **renormalisierte Smith** Daten anzeigen.

Die meisten Smith-Charts zeigen **Reflektions-Daten, normalisiert** zu einer **Referenz Impedanz von 50 Ohm** an. Wenn eine unterschiedliche Referenz Impedanz, wie z.B. 75 Ohm gewählt wird, ändert sich der Reflexionskoeffizient. Zum Beispiel, ein 75-Ohm-Widerstand hat Reflexionskoeffizienten von Null, wenn normalisiert ist, zu 75-Ohm-Referenz Impedanz oder mit anderen Worten, in einem 75-Ohm-System.

Ein Beispiel wird unten gezeigt:




S11 ist der Eingangsreflexionskoeffizient eines Kristallfilters, der am Ausgang mit 50 Ohm abgeschlossen ist. Die blaue Kurve in der Nähe vom **Open Circuit Point** im Smith-Chart zeigt, dass die Eingangsimpedanz viel höher ist als die Referenzimpedanz von 50 Ohm. Das ändert sich, wenn eine Referenzimpedanz von 2000 Ohm (siehe rotes **Impedance Label** unter dem Handcursor)eingesetzt wird.
Der **Magnitude Reflection Coefficient** ist noch, in diesem Fall, ziemlich hoch, weil die Leistung noch an dem nicht angepassten 50 Ohm Abschluss, am Output, reflektiert wird. Um die Referenzimpedanz zu modifizieren, **Doppelt-Klicken** Sie auf das **rote Impedance Label**. Das **Reference Impedance Window** wird sich öffnen, wo neue Werte eingegeben werden können.




**Hinweis:** Sie können auch den real Teil (imaginärer Teil) der Referenzimpedanz ändern, indem Sie die Maus halten, über den real Teil (imaginärer Teil) des roten Impedanz Label im VNWA Hauptfenster und drehen das **Maus-Rad**.

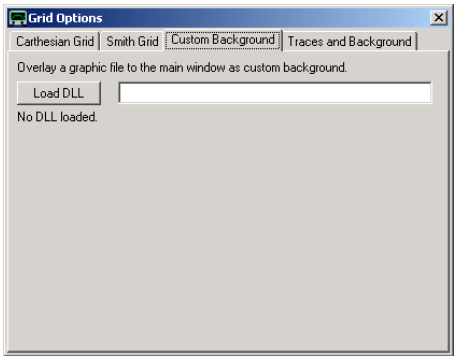
**Anmerkung:** Die Definition eines Reflexionskoeffizienten ist nur einzigartig, so lange die Referenzimpedanz rein real ist. Für eine komplexe Referenzimpedanz ich habe beschlossen, die **Power Wave** Formulierung durchzuführen, die erlaubt, zu interpretieren, den Reflexionskoeffizienten in Bezug auf die reflektierte Leistung, wie, in dem Falle, der realen Referenzimpedanz.

**Hinweis:** Um **Two Port S-Parameter** zu einer neuen Referenzimpedanz renormalisieren, verwenden Sie das **Matching Tool**.

**Importing and Manipulating a Background Image**

Die **Custom Background Options** erlauben**, ein Image zu laden, um als Hintergrund auf dem VNWA Main Window, zu erscheinen**. **Image File Import** wird in einer **optional external dynamic Link library(dll)** durchgeführt, um Inkompatibilitäten mit älteren Windows-Versionen zu vermeiden ( Windows98 und Windows2000 unterstützt kein GDI, welches notwendig ist, um .*.svg-files zu lesen und anzuzeigen). Zwei verschiedene dlls werden zur Verfügung gestellt, um Bilddateien zu lesen:
**svg_dll.dll** unterstützt den Import von scalable vector graphics files (*.svg)
**gfx_dll.dll** unterstützt den Import von den meisten Punktgrafik-Dateien wie *.bmp, *.jpg, *.png.
Außerdem wird der Quellcode eines einfachen Dll-Beispiels zur Verfügung gestellt, um *.bmp Dateien zu lesen, um die Programmierungsschnittstelle zu dokumentieren.

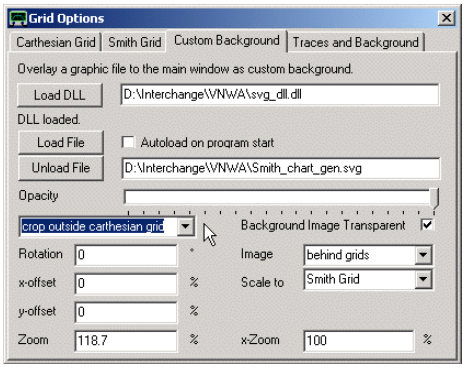
Vor dem Importieren eines Images muss eine passende Dll-Datei geladen werden, durch drücken des "**Load DLL**" Button und auswählen des dll-files:




Sobald der dll geladen wird, erscheinen die Steuerungen, um ein Image zu laden und zu manipulieren, und eine Bilddatei kann geladen werden.

**Example 1: Loading a detailed Smith chart on top of the standard one**

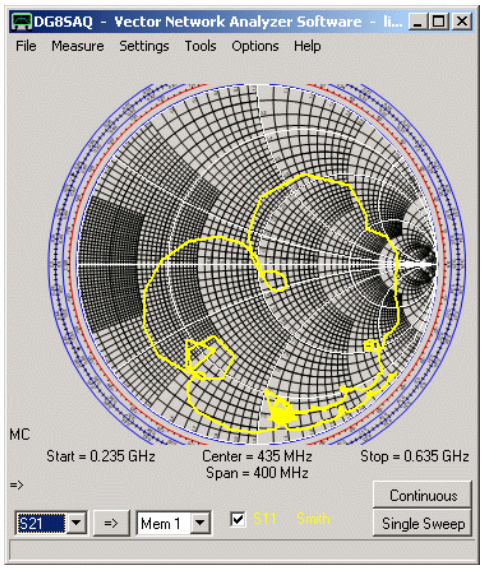
Wikipedia bietet ein detailled Smith-Chart im svg-Format an:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/Smith_chart_gen.svg
Das svg oder scalable Vektor graphic Format hat den Vorteil, konstant hohe Anzeige-Qualität auf allen Vergrößerungsskalen anzubieten. Um diese Datei zu laden, svg_dll.dll muss zuerst geladen werden. Dann kann das Image geladen werden durch drücken des "Load File" buttons:



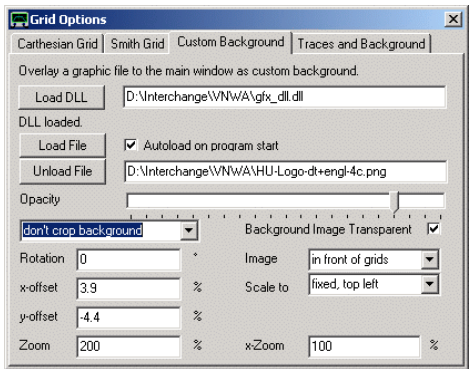

Es gibt mehrere Möglichkeiten, das angezeigte Image zu bearbeiten:
**Opacyty**..., um das Image immer mehr mit dem Hintergrund zu vermischen, bis es verschwindet
**cropping** bedeutet..., die Bildteile abzuschneiden, die sich außerhalb des ausgewählten Rasters erstrecken
**transparent**... wenn überprüft, alle Teile des Images, das genau dieselbe Farbe wie das Bildpixel unten links hat werden Sie durchsichtig, d. h. unsichtbar. Besonders nützlich für schwarze und weiße Graphen, um den weißen Teil durchsichtigen, zu machen
Das **Image** kann vor oder hinter den Raster-Linien gelegt werden Es kann skalierte werden **zu** einem der Raster (d. h. wenn das Raster in der Größe angepasst wird, wird das Image entsprechend in der Größe angepasst, oder es kann angezeigt werden, mit der festen Größe an einer der Main Window Ecke. Außerdem kann das Image **rotieren gelassen werden**, in der Größe angepasst durch einen **Zoom-Fak**tor, gesteckt durch einen **x-zoom**-Factor und repositioniert durch Spezifizieren **von Offsets**.

Das Image kann ausgewählt werden zum **Autoload** beim Programm-Start.

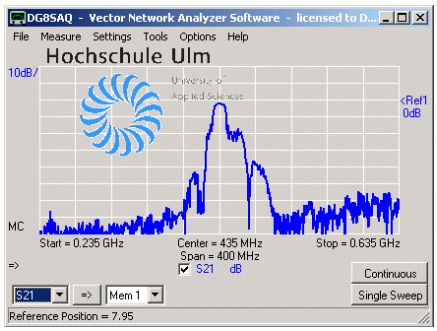
Mit oben genannten Einstellungen, sieht das Image wie das aus:




**Example 2: Laden eines Firmenlogos**

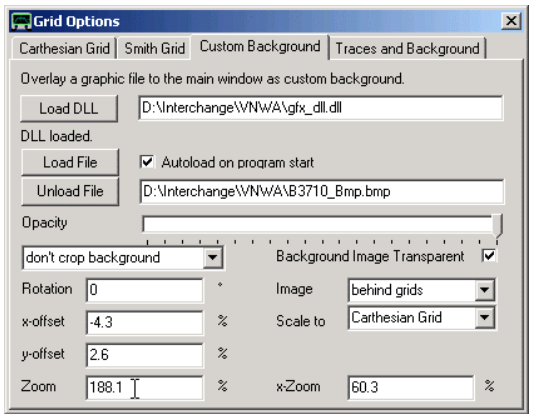



Hier ist ein Firmenzeichen im *.png-Format geladen worden, gfx_dll.dll verwendend, und das Image ist auf oberen linken Ecke des Hauptfensters fixiert worden:

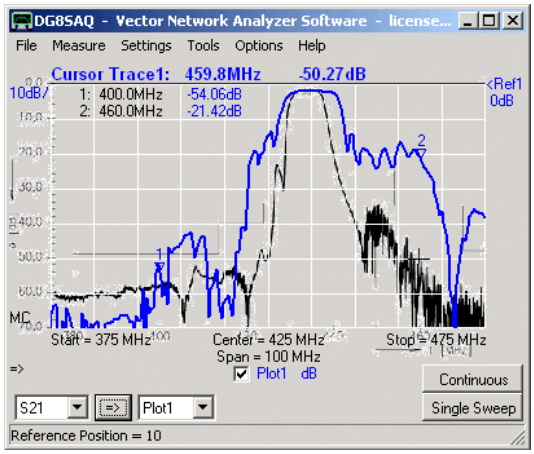



**Example 3: Comparing a measurement with a graph from a print or a graphic file**

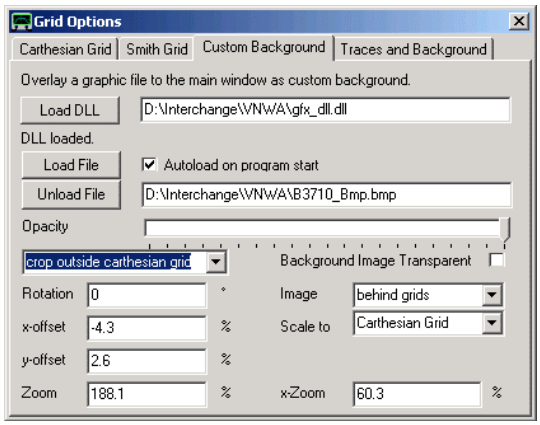
Sehr häufig kommt man in die Situation, wo man gern ein eigenes Mess-Ergebnis mit einem Mess-Ergebnis vergleichen möchte, das in der Literatur veröffentlicht wurde. Gewöhnlich ist das Literaturergebnis als S-Parameter-Datei nicht verfügbar, aber als Druck oder PDF-Datei. In diesem Fall kann eine Bilddatei des Literaturergebnisses entweder durch Scannen vom Papier geschaffen werden oder durch das Extrahieren des Images aus dem PDF-Dokument. Im Folgenden habe ich ein Image aus einem Datenblatt, eines ähnlichen Filters, extrahiert und es geladen, unter Verwendung von gfx_dll.dll:



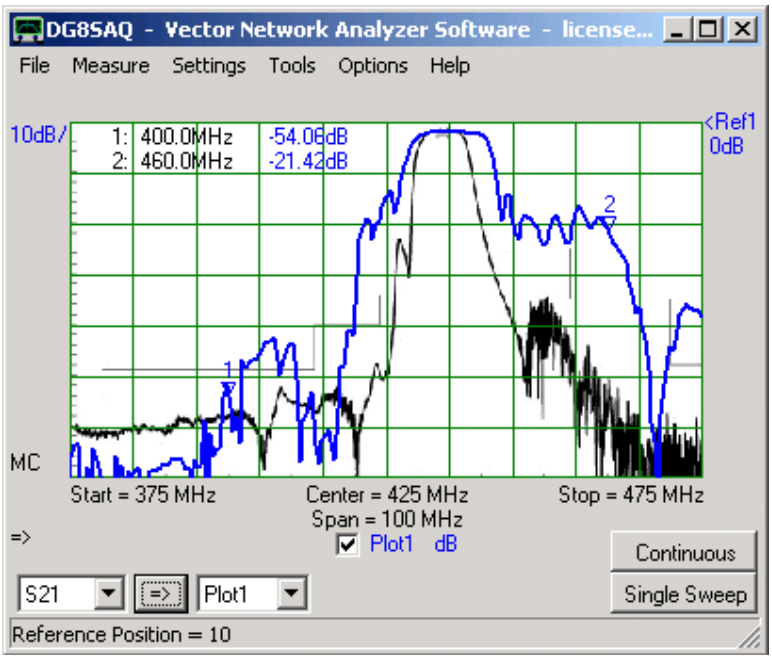

Nach richtiger Verschiebung und Skalieren des Images und der Anpassung des VNWA Rasters und der Frequenzskala, erreichte das Image Übereinstimmung mit der VNWA-Skala. Da das Image skaliert ist nach dem carthesian Raster, wird die Skalen-Übereinstimmung aufrecht erhalten, selbst wenn die Fenstergröße und das aspect ratio geändert wird. Jetzt kann eine Messung overlayed werden. Der Cursor kann verwendet werden, um Image Werte mit Mess-Werte zu vergleichen:




Beachten Sie, dass im oben genannten Beispiel, das Image einige Teile hat, die sich außerhalb des carthesian Rasters ausstrecken, das könnte VNWA-Eigenschaften verdecken. Außerdem ist in der Nähe der Bildkurve die Transparenz nicht vollkommen, was zu tun hat, mit der Farbinterpolation im ursprünglichen Bildformat.
Hier könnte es schöner sein, um das Image undurchsichtiger zu machen, reduzieren des weißen Bildhintergrunds und Zuschneiden der Imageteile, die sich außerhalb des Rasters ausdehnen:



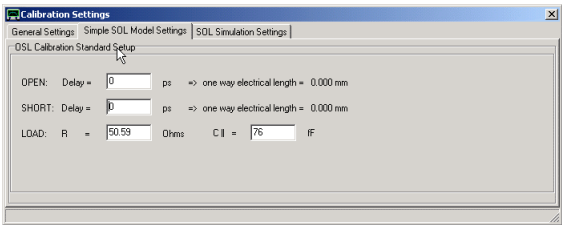

Mit oben genannten Einstellungen sieht das Ergebnis wie das aus:



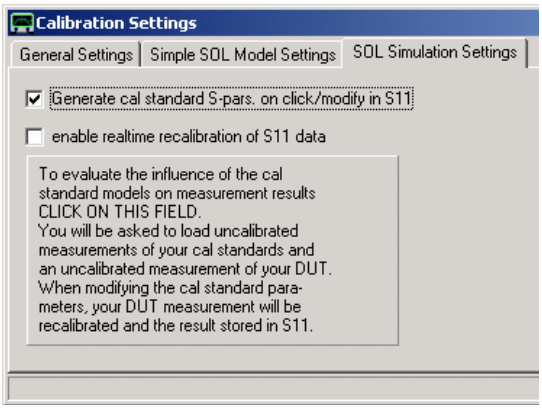

Hier können Sie klar sehen, dass mein Filter viel schlechter ist als das Literaturbeispiel.

## Extraktion von Calibration Kit Parameters

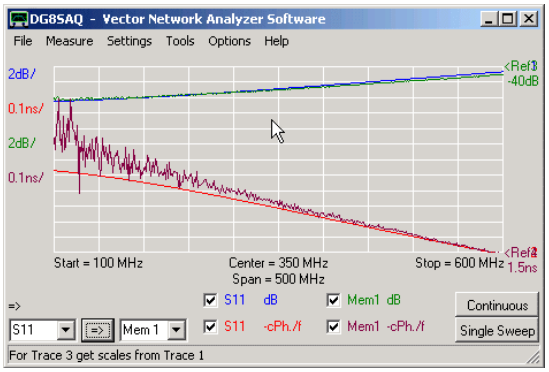
Um genaue Mess-Ergebnisse zu erhalten, sind gute Kenntnisse der verwendeten **Calibration Kit Parameters** obligatorisch. Diese müssen eingegeben werden in "Calibtration Kit Settings"Menu:




### Extraktion von Parametern aus Referenzmessungen




Wenn **"Generate S-Pars. on click/modify in S11"**,aktiviert wird, wird der Reflexionskoeffizient des modifizierten cal Standards simuliert und in S11 gespeichert. Beachten Sie, dass die Parameter mit dem Maus-Rad "abgestimmt" werden können und die Änderungen werden auf dem VNWA Main Window, in Echtzeit, sichtbar. Das kann verwendet werden, um das Kalibrierungs-Kit-Modell an eine Referenzmessung an zu passen:



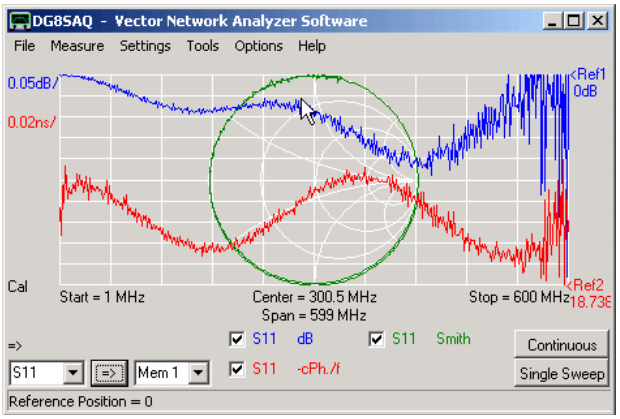

Das oben genannte Beispiel zeigt den Reflexionskoeffizienten von meinem „load“, wie gemessen, auf R&S ZVM (Mem1), im Vergleich zu, mit oben genannten Parametern, erzeugten Modell. Beachten Sie, dass das Modell sehr empfindlich auf Änderungen, in den Musterparametern, reagiert.

### Extraktion von Parametern mit Hilfe einer Open Transmissionsleitung

Wenn kein Referenz VNWA ist verfügbar, dann gibt es noch eine Möglichkeit, Musterparameter herauszuziehen. Um dieses zu tun, tun Sie folgendes:

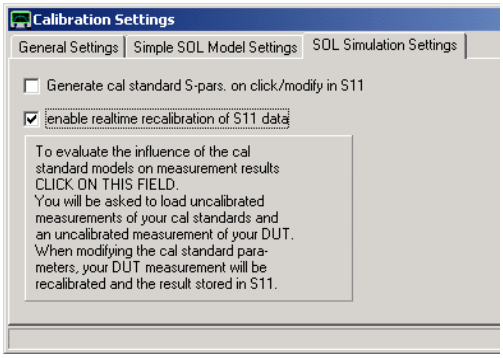
**1)** Im "Calibration Settings" Window wählen Sie **Custom Calibration Standards** aus, aber geben die Werte für die ideale Kalibrierungs-Kits ein (Load: 50 Ohm real, alle Delays zero).
**2)** Führen Sie eine **Reflektion-Kalibrierung** (SOL, S11 nur) über eine Frequenzbereich 1 bis.. 500 MHz mit Ihrem unbekannten Kalibrierungs-Kit. Kalibrieren Sie die VNWA Output ohne ein Testkabel, für die beste Genauigkeit.

**3)** Messen Sie den Eingangsreflexionskoeffizienten von 30 cm (straight high quality semi-rigid 50 Ohms transmission line) extra hohe Qualität halbstarre 50-Ohm-Übertragungsleitung mit seinem Output offen oder kurzgeschlossen. Das Ergebnis sollte, idealer Weise, ein Reflexionskoeffizient einer Magnitude 1, kreisen um den Rand des Smith-Charts:



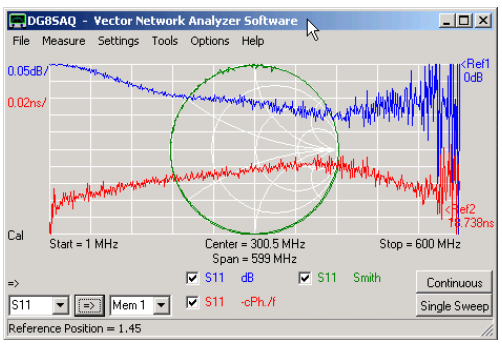

Grundsätzlich ist das der Fall. Aber, wenn man ein bisschen näher hinschaut, muss die Magnitude des Reflexionskoeffizienten abnehmen mit zunehmender Frequenz, wegen der zunehmenden Übertragungs-leitungsdämpfung. Dies wird beobachtet **, aber ein überlagertesSchwingungsverhalten** mit zunehmender Amplitude ist sichtbar (blaues Trace), der zu einem unphysisch größeren Reflexionskoeffizienten als Eins führen kann (außerhalb des Smith-Chart). Ähnliche Schwingungen werden in dem Phasenverlauf (roter Trace) beobachtet. Diese Schwingungen sind nicht real, sondern ein mathematisches Artefakt, auf Grund der Tatsache, dass die realen Calibration Coefficient Parameters unterschiedlich sind von denen, die benutzt werden, in den Korrekturberechnungen. Diese Wirkung ist in der Literatur als **Anschlussfehlanpassung (port mismatch)** bekannt. So viel wissend, ist es aufrichtig, die Kalibrierungs-Kit-Parameter abzustimmen, dass die Schwingungen auf beiden Kurven verschwinden, auf die bestmögliche Weise, und der Phasenverlaufso konstant wie möglich wird (konstante "kreisende Geschwindigkeit" um das Smith-Chart).

**4)** Um dies zu erreichen, aktivieren Sie die **"enable realtime recalibration"** Checkbox in der "SOL Simulation Settings" Registerkarte:




**5)** Halten Sie das Open Delay konstant auf einen Wert von Null. Das wird die Kalibrierungsebene fixieren.

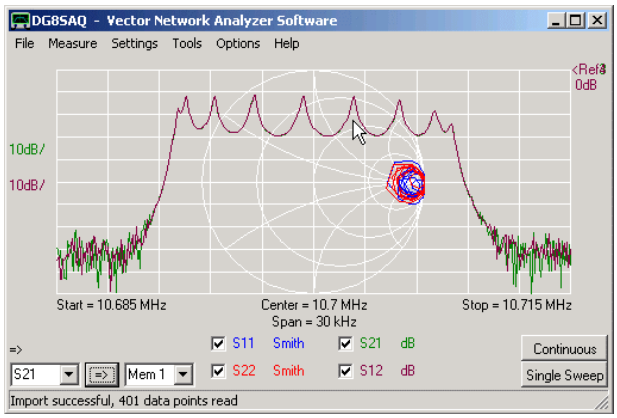
**6)** Stimmen Sie auf das Short Delay ab, laden Sie R und C|| mit dem Maus-Rad und beobachten Sie die Änderung zum rekalibrierten S11 im VNWA Main Window. Eine gute Wahl mit reduziertem Port Mismatch, wird unten gezeigt.



## Matching Tool: Performing a Matching Analysis

### Determining the impedance environment for optimum DUT performance

Wie Sie wissen, misst der VNWA **S-Parameter**, die normalisiert sind zu **50-Ohm-Innen- und Außen-Impedanz** Das könnten nicht immer die gewünschten Betriebsbedingungen für Ihren DUT sein. Z.B. ist ein schmal-bandiger Quarzfilter, ein Hoch-Impedanz-Bauteil und arbeitet sehr schlecht, wenn er mit 50 Ohm am Eingang und Ausgang abgeschlossen ist. Das Bild unten zeigt die Messung eines 10.7-MHz-Fernmeldekristall-ZF-FILTERS.



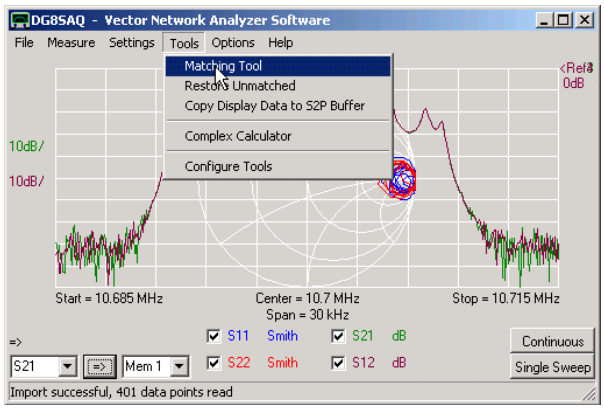

Beachten Sie, dass der Filter S21 eine Passband-Welligkeit(ripple) von ungefähr 20 dB zeigt. Beachten Sie, das gilt auch für alle wechselseitigen DUTs (alle passiven Bauteile, außer Isolatoren und Zirkulatoren) S21=S12.
Wie Sie von S11 und S22 sehen können, wird der Filter stark fehlangepasst, wie seine Impedanzen in der Nähe vom Open Kreis-Punkt des Smith-Charts zeigen.

Wenn der Filter in einen Empfänger eingebaut werden soll, müssen die hohen Filterimpedanzen mit Induktoren und Kondensatoren transformiert werden, um sie an die Impedanzen des Umgebungsschaltsystems anzupassen. Das wird **matching** genannt. Meistens, ist es wünschenswert, dass die Ausgangsimpedanz einer Baugruppe (z.B Treibertransistor ), gleich ist, der Eingangsinduktivität der folgenden Baugruppe. Diese Bedingung wird **Leistungsanpassung (power match)** genannt, sie sorgt dafür, dass die ganze Leistung übertragen wird, von einer Stufe bis zur nächsten. Manchmal werden verschiedene Anpassschaltungen, z.B. Rauschunterdrückungen verwendet, um das Signal / Rauschverhältnis zu optimieren.

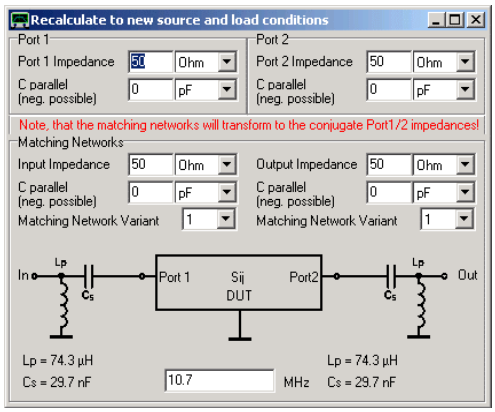
**Das VNWA'S build-in Matching Tool erlaubt, die Übertragungseigenschaften des DUT unter willkürlichen Impedanz –Abschlussbedingungen zu simulieren.**

**Anmerkung :** Sie müssen einen ganzen Satz von vier gültigen S-Parametern haben (S11, S21, S12, S22), um das Matching Tool zu verwenden.

Um das Matching Tool zu öffnen, wählen Sie **"Tools" - "Matching Tool" aus**:

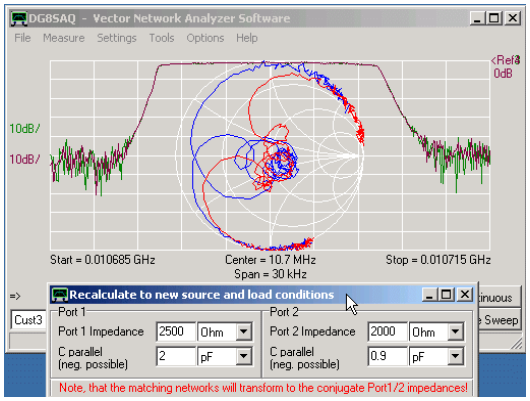



Das **Matching Tool Window** klappt auf.



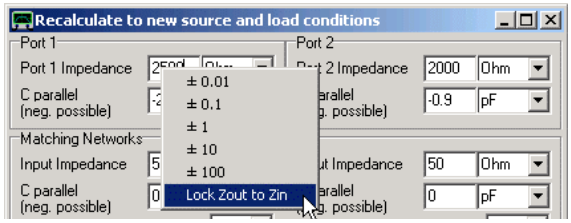

Legen Sie dieses Fenster auf solche Art und Weise auf dem Desktop, dass Sie beide sehen, das VNWA Main Window mit Ihrem Messkurven und das Matching Tool Window.

Im oberen Teil des Matching Tool Windows können Sie **die Impedanzen** des **Ihres DUT** angeben. Am Start sind diese real 50 Ohm am Input und Output (=Impedanzen des VNWA). Wenn Sie sie modifizieren, werden Sie sehen, dass sich die S-Parameter auf dem Main Window ändern. Der Kristallfilter unseres Beispiels hat eine Impedanz von ungefähr 2000-Ohm-Widerstand, parallel dazu 1pF Kapazität (diese Impedanzen repräsentieren leicht kapazitive Lasten), am Input und Output. Das Eingeben von diesen Impedanzen ergibt einen vollkommen flachen Bandpass und eine gute Leistungsanpassung:




**Anmerkung :** Die mathematische Transformation vom gemessenen 50-Ohm-Impedanz Level zu den berechneten 2 kOhms, voraussetzen einen entscheidenden Test der Genauigkeit und Konsistenz der vier S-Parameter (S11, S21, S12, S22). Wenn der Bandpass Spitzen zeigt, das ist ein Zeichen, dass es Messfehler gab, z.B. falsche Kalibrierung, inkonsequente Referenzebene, keine 6 term Korrektur.

**Hinweis:** Sie können auch die Impedanzen mit dem **Maus-Rad** modifizieren. Um die Zunahme zu ändern, rechts-klicken Sie auf das entsprechende Eingabefeld. Hier können Sie auch **Eingang- und Ausgangsimpedanzen abschließen.** Das könnte nützlich sein, wenn Sie einen symmetrischen DUT haben und Sie wollen Eingang- und Ausgangsimpedanzen gleichzeitig ändern:

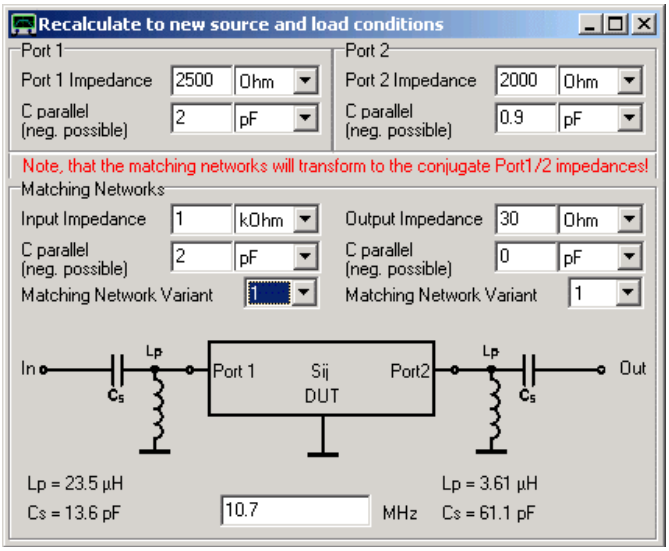



**Nebenbei, haben wir die Impedanz-Umgebung bestimmt. Unsers ZIF- Filters (=der DUT) möchte sehen, für beste Arbeitsleistung, nämlich den complex conjugates der Port 1 und 2 Impedanzen.**

## Determing the matching networks

Wenn wir wirklich, den oben genannten Filter, zwischen einen Mixer-Output und einen Verstärker-Input legen wollen, müssen wir **Mixer-Output zu Filtereingang und Filter-Output zu Verstärker-Input, mit zwei Anpass-Netzwerken anpassen**.

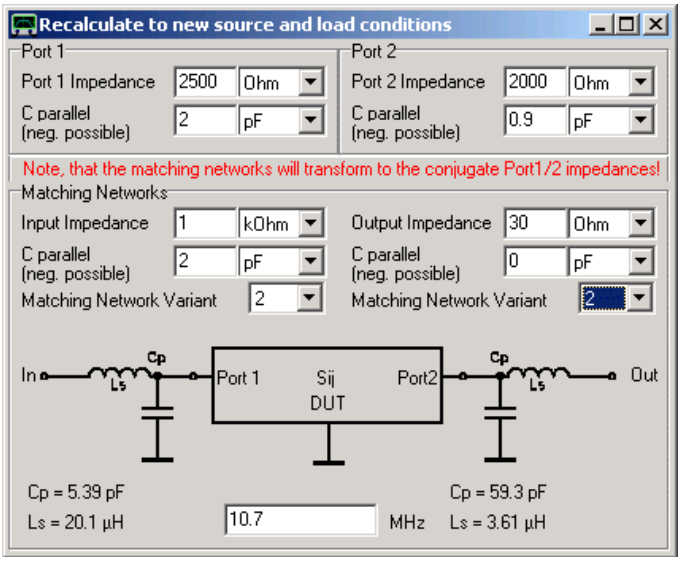
Die Anpass-Netzwerke können wir im unteren Teil des Matching Tool Window berechnen. Nehmen wir an, der Mixer-Output hat ein Impedanz äquivalent, von 1 kOhm || 2 pF und die nachfolgende ZF-Verstärkerstufe, eine Input-Impedanz von echten 30 Ohm (d. h. || 0 pF). Geben Sie diese Impedanzen in den unteren Teil des Matching Tool Windows ein:




Die berechneten Anpass-Netzwerke sehen ein wenig schematisch aus. Mit den angezeigten Anpass-Netzwerken wird der Filter die optimale Leistung geben, wenn der **Eingangsabschluss** 1 kOhm || 2 pF sieht und der **Ausgangsabschluss** 30 Ohm.

**Anmerkung :** Berechnungen werden mit idealen Komponenten mit unendlichen Q-Werten durchgeführt.

**Hinweis:** Identische Impedanz-Transformationen können mit bis zu 4 verschiedenen Varianten von Netzwerk Topologien erhalten werden. Sie können denjenigen auswählen, den Sie mit den Combo-Boxen mögen:




**Anmerkung :** Die Impedanz-Transformationen werden **an einer einzelnen Frequenz**, standardmäßig der Zentrum-Frequenz **berechnet**. Wenn das mit dem Bandpass Ihres Filters nicht zusammen fällt, können Sie die Frequenz ändern, durch die Simulation im Edit-Feld ganz unten.

**Matching Network Tutorial**

Diese Schulung beschreibt, wie der VNWA verwendet werden kann**, um ein Impedanzanpassungsnetzwerk (matching network) zu erzeugen und zu optimieren,** dass eine gegebenen Quellenimpedanz (in unserem Beispiel 50 Ohm) zu einer gegebenen Lastimpedanz transformiert.

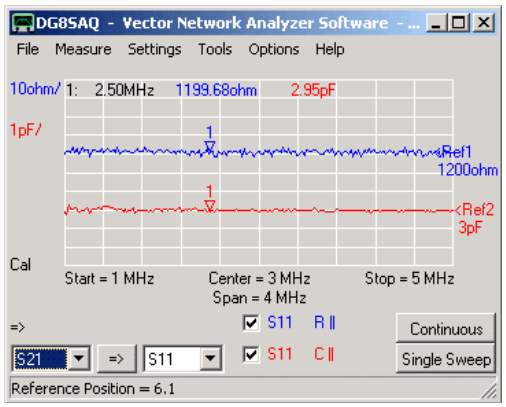
**Anmerkung Sie:** Für alle Messungen **muss** der **VNWA richtig kalibriert werden**. Etwas unterhalb zeigen Screenshots das VNWA im unkalibrierten Zustand. Diese Screenshots sind von früher aufgenommenen S-Parametern geschaffen worden. Alle S-Parameter sind mit dem kalibrierten Instrument gemessen worden.

**Anmerkung :** Wenn Sie, die unten angegebenen, Experimente im Bereich der VHF/UHF wiederholen wollen, ist die richtige Einstellung des Kalibrierungsebene, unter Verwendung von Port-Adaptern, am wichtigsten. Weil das unten gezeigte Beispiel bei 2.5 MHz durchgeführt wurde (Wellenlänge> 100 m), sind einige mm-Verschiebung in der Kalibrierungsebene kaum feststellbar.

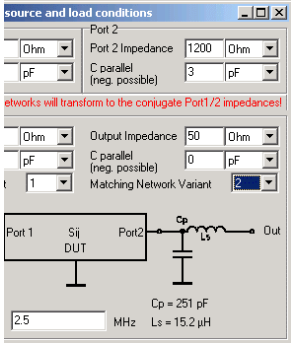
**1.** Erstens müssen wir die Source- und Load- Impedanzen kennen , zwischen dem wir eine Leistungsanpassung erreichen wollen, das heißt, anpassen der Bedingung mit dem minimalen Leistungsverlust. Für die Einfachheit verwenden wir 50 Ohm als der Impedanz unserer Quelle. Das konnte der Ausgang eines Senders sein.
Unsere Last-Impedanz, in diesem Beispiel, wird 1,2kOhm bedrahteter Kohlenstoff-Widerstand sein:



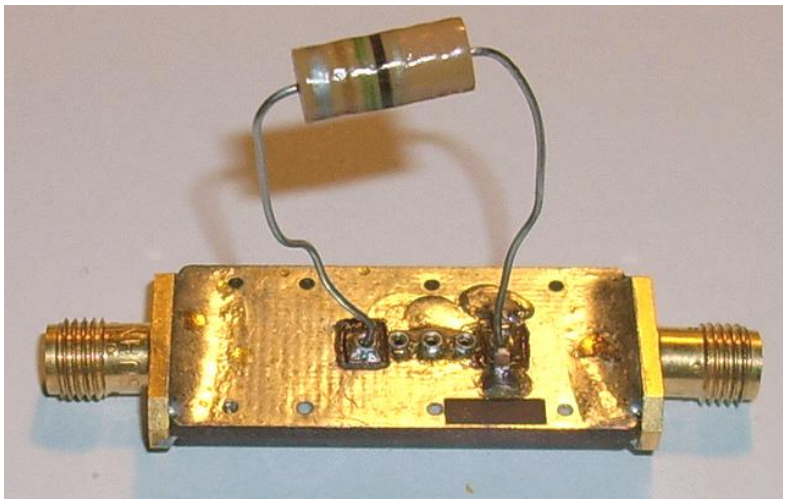
Das könnte ein Modell einer Hochimpedanz-Antenne sein. Um auf der sicheren Seite zu sein, messen wir die Impedanz unserer Last, in dem Frequenzbereich von Interesse:



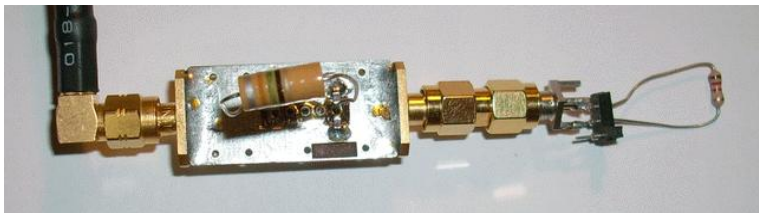

**2.** Wir wollen eine Leistungsanpassung an der Marker-Frequenz von 2.5 MHz erreichen, deshalb berechnen wir ein **Matching Network** für diese Frequenz. Das kann mit dem **VNWA Matching Tool** getan werden. Wir brauchen nur die Hälfte davon. Wir geben unsere **Source Impedance (50 Ohm)** ein und die **gemessene Load Impedance (1200 Ohm || 3pF)**, die **Frequency (2.5 MHz)**, bei der die **Matching Conditions** erreicht werden sollen und wählen eine **Matching Topology (#2)** aus:



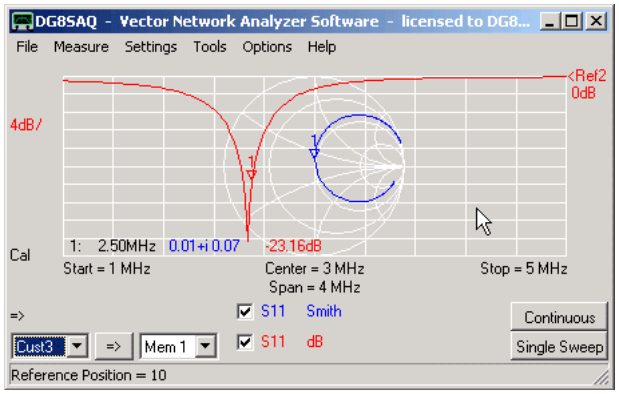
Um das Matching Network aufzubauen, benötigen wir einen 15uH Induktor (Vergleichswert) und einen 251pF Kondensator, welchen wir ungefähr erstellen, indem wir einen150pF und 100pF Kondensator parallelschalten werden. Alle Komponenten werden auf einer Prüfplatine zusammen gebaut:



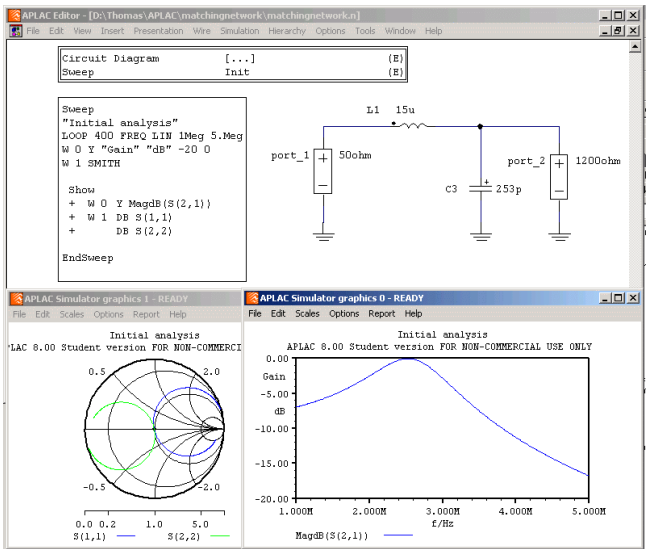
**3.** Wir schließen unsere Hoch-Impedenz-Last an den Matching Network Output an...



... und messen Sie den Eingangsreflexionskoeffizienten( input reflection coefficient):

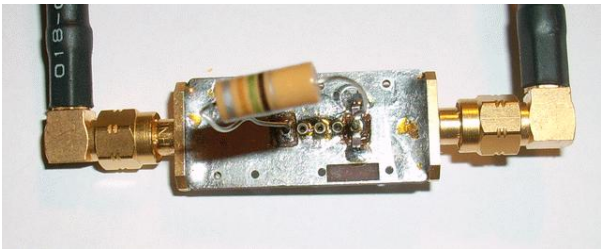



Wir beobachten diese Anpassungsarbeit. Wir erreichen ein **Return Loss** auf dem Eingang, der besser ist als 20 dB. Jetzt entsteht die Frage, wie hoch ist der **Inseration Loss** unseres **Matching Network**. Wir konnten eine Simulation z.B. mit APLAC tun:

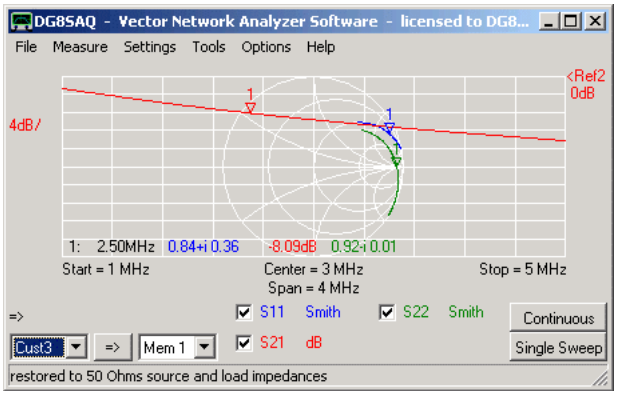



Wir sehen, dass S11 wie die Messung aussieht und S21 fast 0dB an 2.5 MHz wird, weil wir damit verlustfreie, ideale Komponenten, vorgetäuscht haben.

**4.** Um die reale Einfügungsdämpfung( Inseration Attenuation) des Anpassungs-Netzwerkes zu finden, müssen wir eine volle 2-port Messung des Anpassungs-Netzwerks (S11, S21, S12, S22) durchführen:

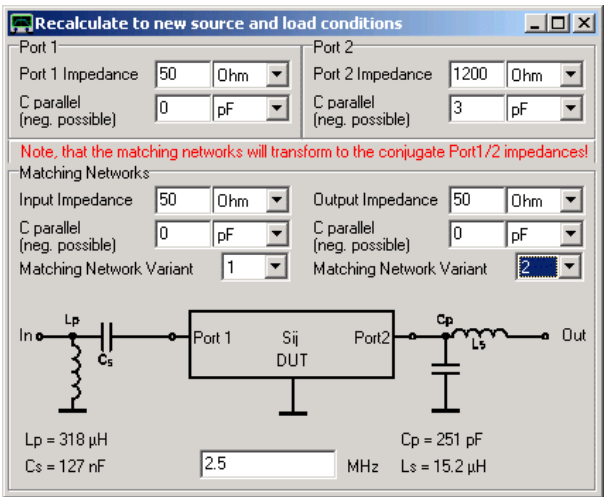


Wir werden einen Einfügungsverlust von ungefähr 8 dB und eine starke Fehlanpassung auf dem Eingang und Ausgang sehen:

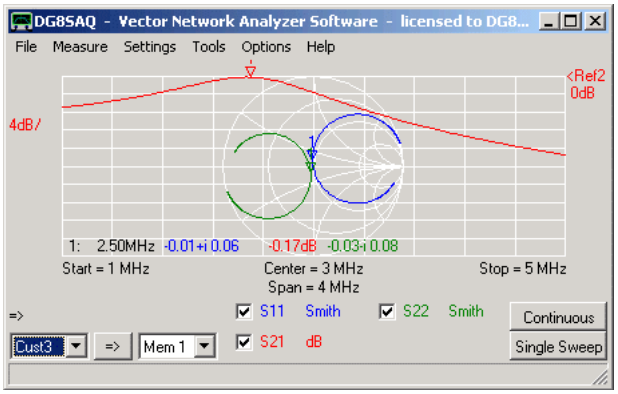



Das ist, weil das **Matching Network** jetzt mit 50 Ohm des VNWA abgeschlossen wird.

**5.** Durch Verwenden des Matching Ttool, können wir die S-Parameter neu berechnen, wie sie sein würden, wenn die Lastimpedanz, unserer Hardware-Last, entsprechen würde. Wir geben die Source- und die Load-Impedance und die Matching Frequency ein:

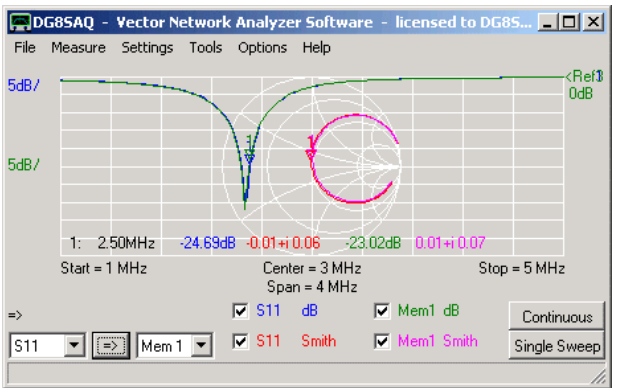



Wir beobachten, wie sich die S-Parameter unter der neuen Lastbedingung ändern:




Jetzt können wir sehen, dass unser Matching des Netzwerkes, zu einem Übertragungsverlust von 0.17dB einführt, der sehr gut ist. Beobachtungen Sie, wie stark sich diese neu berechnete Messung, der APLAC Simulation, ähnelt.

**6.** Der renormalisierte S11, für die neue Lastbedingung, sollte zum gemessenen S11, identisch sein, wenn unsere Hardware-Last angeschlossen ist, an das Matching Network Output. Das kann durch eine Messung nachgeprüft werden:



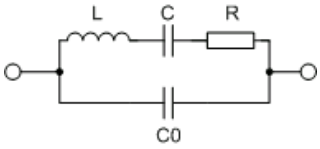

S11 enthält die renormalisierte 50-Ohm-Messung, während Mem1 den Eingangsreflexionskoeffizienten des Matching Network enthält, mit der, an das Output angeschlossenen, Hardware-Last. Wie erwartet, sind die zwei identisch.

**Crystal Analyser: Extracting Resonator Model Parameters**

General
Example 1: Reflection Measurement
Example 2: Transmission Measurement
General Hints
Analyzing a batch of crystals
Example 3: Mixed measurements with virtual ground calibration

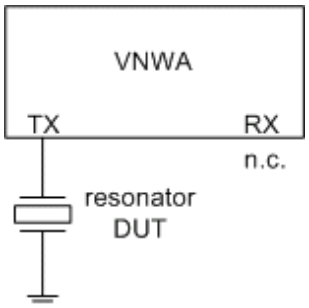
## General

Ein Kristall oder jeder andere elektrische Resonator können vernünftig genau durch das folgenden **gleichwertigen Stromkreis Modell (equivalent circuit model)** beschrieben werden:

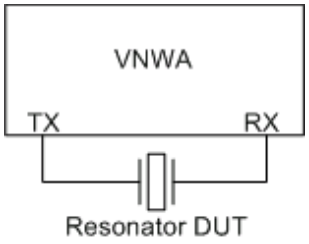



Kenntnisse der Musterparameter, sind, wie eingeben, für die Stromkreis-Simulatoren nützlich, um z.B Kristallfilter zu synthetisieren oder Kristalloszillatoren zu modellieren. Das **VNWA Crystal Analyser Tool** erlaubt**, diese Musterparameter aus einer Messung herauszuziehen**.

Ein Kristall oder ein Port-Resonator können gemessen werden, in Reflektion (S11)




oder in **Transmission** (S21)



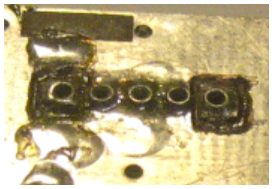

Häufig ist eine Low-Impedanz- (z.B 12.5 Ohm) Testvorrichtungen für Kristall-Transmissions-Messungen verfügbar. Deshalb **müssen,** für Transmissionsmessungen, **Fest-Impedanzen in Betracht gezogen werden**. **Sie sollten keine niedrige Fest-Impedance für Reflektion-Messungen verwenden, es sei denn, dass Sie genau wissen, wie man ihn richtig kalibriert.**

Die folgenden Beispiele zeigen mehrere Methoden, Kristallresonatore zu messen und Musterparameter herauszuziehen. In allen Messungen wurden 3000 Datenpunkte und eine Sweep-Zeit von 2ms/Datenpunkt verwendet worden. Das ist keine Empfehlung, aber einfach die erste und einzige Einstellungen, die ich versucht habe. Fühlen Sie sich frei zu experimentieren. Aber beachten Sie, das ein Kristall ist äußerst schmalbandiges-Bauteil ist und als solches verlangt es eine Zeit für die Einstellungen. Also, Sweepen Sie nicht zu schnell. Außerdem wird sich die Genauigkeit Ihrer Kalibrierung, mit einer langsameren Sweep-Rate verbessern.

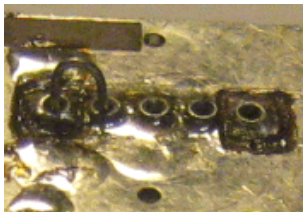
## Example 1: Reflection Measurement

**1. Machen Sie eine richtige SOL-Kalibrierung Ihres VNWA + Testvorrichtung:**
Sie könnten **Customized Calibration Standards** verwenden wollen, die gerade in Ihre Testvorrichtung passen, für diesen Zweck z.B. .

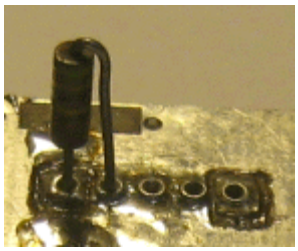
**OPEN (OFFEN):**



**SHORT (KURZGESCHLOSSEN):**



**LOAD (LAST):**

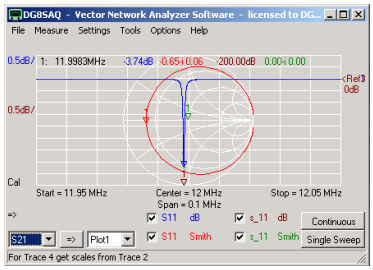


**2. Führen Sie eine Reflektion (S11) Messung, Ihres Kristalls, mit einem geerdeten Kristallanschluss durch.**

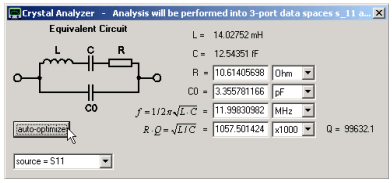


Indem Sie das tun, messen Sie den Reflexionskoeffizienten Ihres Resonators als 1-Port Device. Überzeugen Sie sich, der Kristall so nahe wie möglich an die Kalibrierungsebene angeschlossen ist.

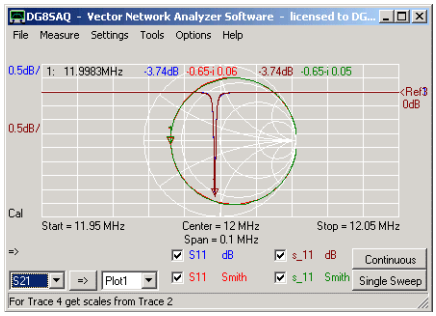
So sollte das Mess-Ergebnis, für einen 12-MHz-Kristall, aussehen:




Stellen Sie sicher, 3-Port-Memory Space s_11 anzuzeigen, vor dem Bewegen zum nächsten Schritt.
3-Port-Memory Spaces s_11 und s_21 werden verwendet, um zu speichern und zu erlauben, die Model Simulation in Reflection und Transmission anzuzeigen.
**3. Starten Sie das "Crystal Analyser"** Tool über das Main Tools Menu.



**4.** Das oben ist, was Sie sehen, einen kurzen Moment**, nachdem Sie den Auto Optimize** Button gedrückt haben. Überzeugen Sie sich, dass **sourse = S11** ausgewählt wurde, vor auto optimizing. Das angezeigte äquivalent circuit model ist angepasst an die Messdaten. Die simulierten Daten werden in s_11 (und s_21) gespeichert, zum Vergleich. Beachten Sie, dass es eine vollkommene Übereinstimmung zwischen Messung und Simulation gibt:




**Hinweis:** Nach der Autooptimierung werden die fittet Modellparameter automatisch in den Windows-Hintergrundspeicher geladen und können in jedes Textdokument, in der folgenden Form, kopiert werden:

F = 11998309.8281313
Q = 99632.1600629463
L = 0.0140275240017728
C = 1.25435105103075E-14
R = 10.6140569892503
C0 = 3.35578116630557E-12
F1 = 12020712.3
F2 = 12020712.9
F3 = 11998309.2
F4 = 12020632.9
F5 = 12020772.2
F6 = 11998312.5

Einheiten sind Hz, none, Hy, F, Ohm und F.

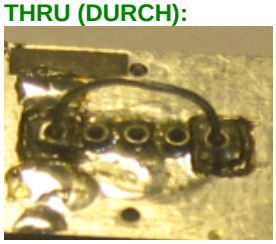
Anmerkung : Frequenzen F1 bis F6 werden in der folgenden Section über das Messen vom Quarzen in Transmission, erklärt.

## Example 2: Transmission Measurement

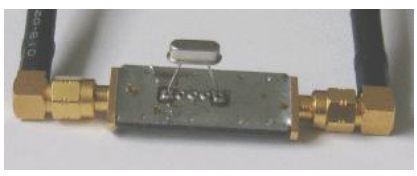
**1. Machen Sie eine Thru Kalibrierung von Ihrer VNWA + Test Vorrichtung:**

Sie könnten einen Customized Calibration Standard verwenden wollen, der gerade in Ihre Testvorrichtung passt, für diesen Zweck z.B.:

**THRU (DURCH):**

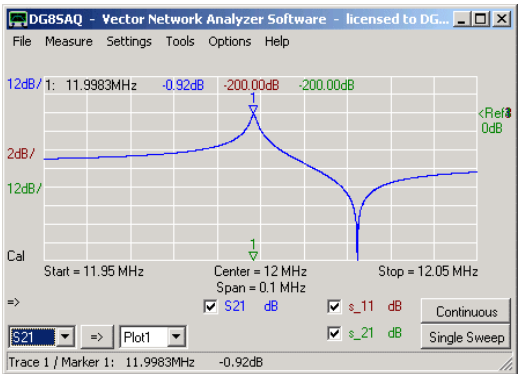


**2. Führen Sie eine Transmissions- (S21) Messung Ihres Kristalls durch, mit einem Kristall-Anschluss in den „heißen“ Input und den anderen in den „heißen“ Output.**



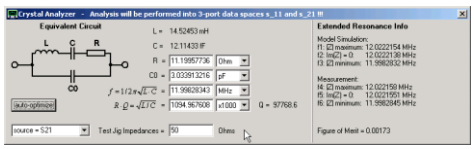
Indem Sie so tun, messen Sie Ihren Resonator als 2-Port Device. Überzeugen Sie sich, dass der Kristall so nahe wie möglich an die Kalibrierungsebene angeschlossen wird.

So soll das Mess-Ergebnis für einen 12-MHz-Kristall aussehen:



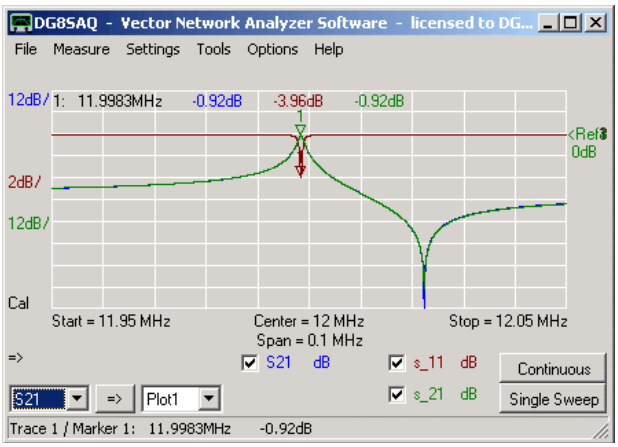

In Transmission kann man klar sehen, die Serienresonanz (Marker) sowie die parallele Resonanz.
Überzeugen Sie sich, anzuzeigen 3-port memory space s_21, vor dem Bewegen zum nächsten Schritt.
3-port memory spaces s_11 und s_21 werden verwendet, um zu speichern und zu erlauben, die Modelsimulation in Reflektion und Transmission anzuzeigen.

**3. Starten Sie das "Crystal Analyzer" Tool** über das **Main Tools Menu** und vergrößern Sie die Breite des Crystal Analyzer Window:



**4.** Stellen Sie sicher, dass **source = S21** und die richtige **Test-Vorrichtungsimpedanz** (muss identisch sein auf Input und Output), ausgewählt ist, vor der auto optimize. Oben ist, was Sie sehen, einen kurzen Moment**, nachdem Sie den auto optimize** Button gedrückt haben. Das angezeigte equivalente circuit model, ist angepasst an die Mess-Daten.
Beachten Sie, dass auf der rechten Seite des **Crystal Tool,** verschiedene Frequenzen extrahiert sind, sowohl aus der Simulation, als auch aus den Mess-Daten. **f1/f4** und **f2/f5** sind zwei verschiedene Definitionen der parallelen Antiresonanz-Frequenz. **f3/f6** ist eine Definition der Serienresonanz-Frequenz, die sich ein bisschen von **f** auf der linken Seite unterscheidet. Die Daten sind auch für **Reflection Measurements Fits** berechnet.

Die simulierten Daten werden in s_21 (und s_11) gespeichert, für Vergleichszwecke. Beachten Sie, dass es eine vollkommene Übereinstimmung zwischen gibt Messungen und Simulation:



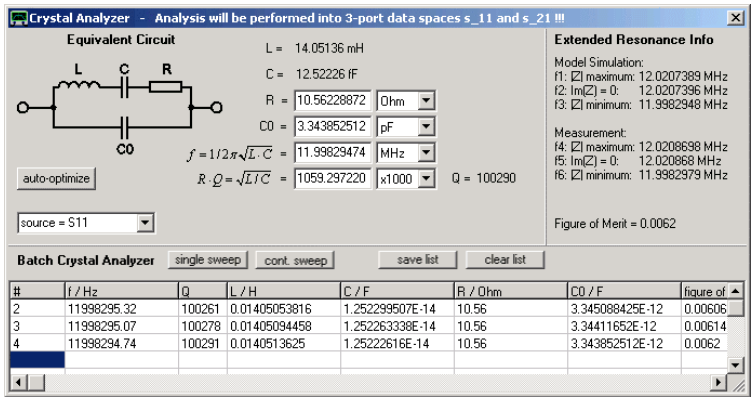

Nach der Autooptimierung werden die fittet Modellparameter automatisch in den Windows-Hintergrundspeicher geladen und können in jedes Textdokument, in der folgenden Form, kopiert werden, wie im Reflektion Beispiel:

## General Hints

Sie können auch **manuell optimieren**, indem Sie die Daten in den editieren Feldern durch die Tastatur oder durch **das Maus-Rad ändern,** wobei Sie die Änderungen von **s_11** und **s_21** auf dem VNWA Main Window beobachten können. Zunahme des Maus-Rades kann individuell gesetzt werden**, durch Rechts-Klicken auf das zu editierende Feld**.
Die angezeigte **figure of merit** ist eine Entfernung zwischen Simulation und Messung und sollte so dicht wie möglich an Null sein.

### Analysing a batch of crystals

Wenn Sie eine ganze Gruppe von mehr oder weniger identischen Kristallen analysieren wollen, können Sie die Größe des Crystal Analyzer Window nach unten vergrößern , um auf den Gruppen-Tabelle zuzugreifen:




Nach Klicken der "Single Sweep" Taste, wird ein Messdurchlauf gestartet, und am Ende die Daten analysiert, und die Werte eingegeben in die Tabelle an der Cursorposition. Sie können eine Zeile nochmals messen, indem Sie sie mit der Maus markieren bevor Sie **measure** drücken. Sie können die Liste in eine CSV-Datei speichern, die von Excel gelesen werden kann. Sie können auch die Liste löschen. Die Zeilennummerierung wird automatisch vergeben, aber Sie können auf Wunsch manuell ändern. Das obige Bild zeigt drei aufeinanderfolgende Messungen an dem gleichen Kristall.

**Hinweis:** Die angepassten Model Parameter des letzten Sweeps werden auch im Windows-Hintergrundspeicher automatisch hinterlegt und können in jedes Textdokument eingefügt werden.

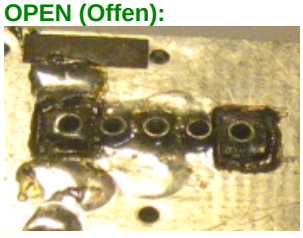
**Hinweis:** Die "cont. sweep"- Funktion kann verwendet werden, um einen Kristall mit der Zeit kontinuierlich zu überwachen. Der Kristall wird kontinuierlich gesweept werden. Nach jedem abgeschlossenen Durchlauf, wird eine Zeile der angepassten-Datentabelle hinzugefügt werden. Beachten, daß die Zeit, nach beendetem Durchlauf (in Sekunden nachdem gestarteten, kontinuierlichen Sweepbetrieb ) in die letzte Spalte der Tabelle eingetragen wird. Dies ist nützlich, z.B. messen die Kristallparameter vs. unterschiedlicher Temperatur

### Example 3: Mixed measurements with virtual ground calibration

Kurt Poulsen OZ7OU hat die Idee präsentiert, die VNWA+Test-Vorrichtung so zu kalibrieren, dass der heiße RX Port Pin als **virtuelle Masse** für die Reflektion-Messungen dienen. Im Folgenden wird dieser Typ der Kalibrierung als **virtuelle Masse Kalibration** gekennzeichnet. Es ist eine SOLT Kalibrierung, wo der echte Boden durch einen virtuellen Boden für Reflektion-Messung ersetzt wird. Der Vorteil dieses Typs der Kalibrierung besteht darin, dass Sie Ihren Kristall in Transmission und in Reflektion messen können, ohne Verbindungen in der Testvorrichtung ändern zu müssen. Also, der Kristall bleibt in der Vorrichtung ebenso (zwischen heiß TX Anschluss und heißer RX-Anschluss) ganz gleich, ob Sie es in Reflektion oder in Transmission messen.

**1. Tun Sie eine** Virtual Ground Calibration **Ihres VNWA + Test Vorrichtung:**

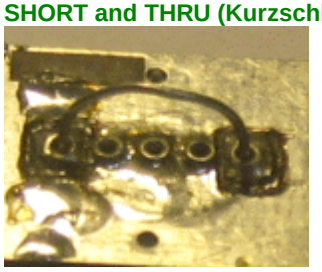
**OPEN (Offen):**



**LOAD (Last):**



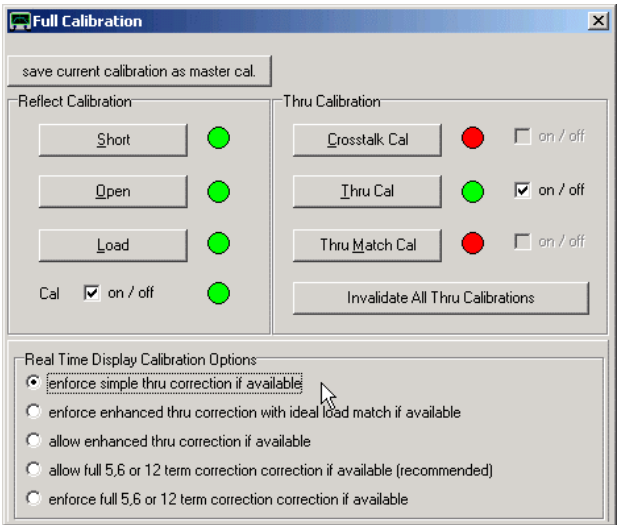
**SHORT and THRU (Kurzschluss und Durchgang):**



Machen Sie keine **Thru Match Cal.**

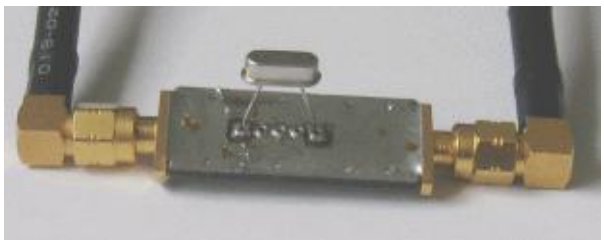
**WICHTIG:** Wählen Sie aus **"enforce simple thru correction..."** als **Real Time Display Calibration Options** (siehe Maus Zeiger unten).

**Bemerkung:** Die Parallelkapazität C0, wird von der Messung berechnet, enthält ebenfalls die Kapazität der Testvorrichtung von Input bis Output. Diese Testvorrichtungskapazität kann effektiv entfernt werden, durch das Durchführen einer **Isolationskalibrierung,** mit der leeren Testvorrichtung.

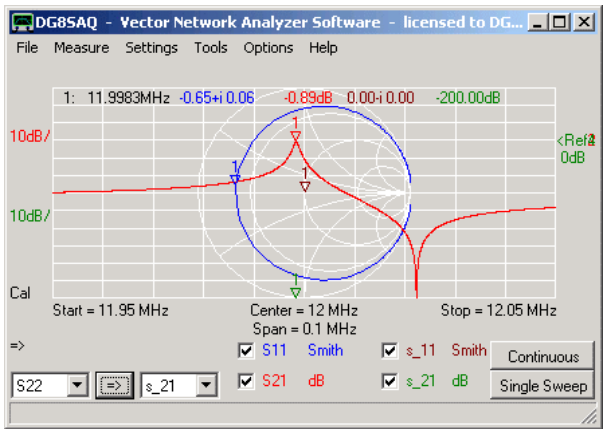



**Jedes Korrektur-Schema, außer dem oben gezeigten, produziert ein falsches Transmission Measurement Ergebnis!**
Aus dem Grund, dass **Transmission** und **Reflektion** nicht dasselbe **Ground** benutzen.

**2. Führen Sie eine Transmission (S21) und eine Reflektion (S11) Messung Ihres Quarz durch, mit einem Beinchen im Input, mit dem anderen im Output.**

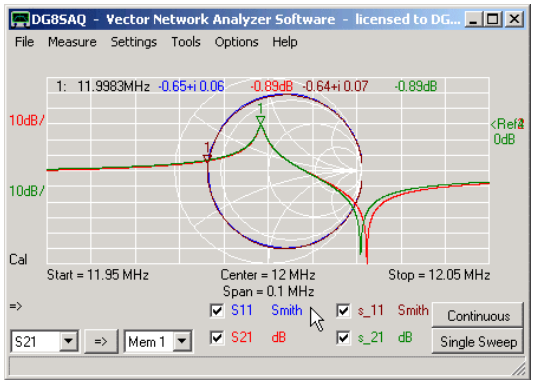


So sollte das Mess-Ergebnis für einen 12-MHz-Quarz aussehen:



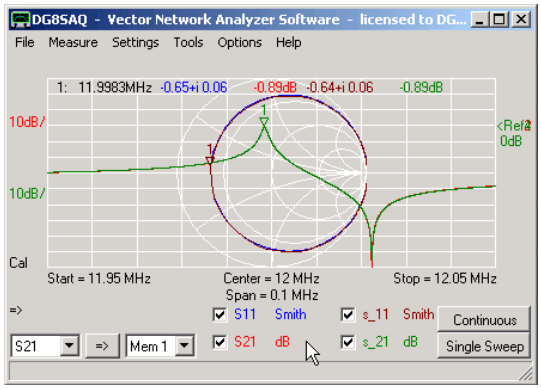

In der Transmission kann man klar die Serienresonanz (Marker), sowie die parallele Resonanz sehen.
Überzeugen Sie sich, anzuzeigen 3-Port memory spaces s_21 und s_11 vor dem Bewegen zum nächsten Schritt. 3-port memory spaces s_11 und s_21 wird verwendet, um zu speichern und zu erlauben, die Modelsimulation anzuzeigen, in Reflektion und Transmission.

**3. Starten Sie das "Crystal Analyser" Tool** über das Main Menu, wählen Sie **source = S11 aus** und drücken Sie das **auto-optimize** Button. Wenn das Tool beendet wird, werden Sie diese Simulationsergebnis sehen :



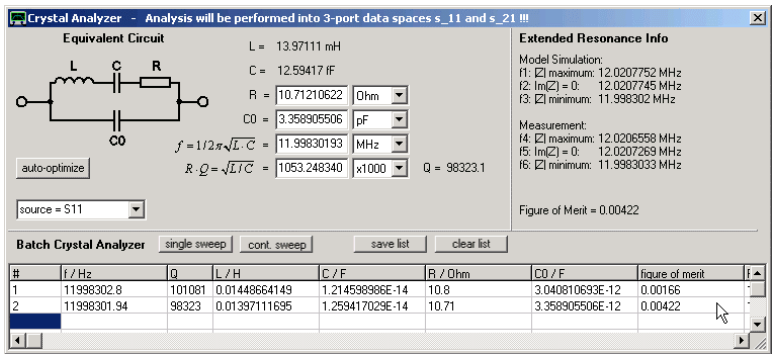

Das Modell passt vollkommen die Reflektion-Messung S11 an. Musterparameter können vom Crystal Tool Window ausgelesen werden. In Transmission (S21) ist für die parallele Antiresonanz eine Fehlanpassung sichtbar. Beachten Sie, dass die Transmission-Simulation, aus dem Reflektions-fit, mathematisch abgeleitet wird. Der Grund für diese Abweichung in der Transmission, wird weiter unten besprochen.

**4.** Stellen Sie sicher, dass jetzt **source = S21** ist und die richtige **Testvorrichtungsimpedance** ( Eingang und der Ausgang müssen identisch sein), ausgewählt ist, vor der auto optimizing. Jetzt sieht die Modelsimulation so aus, wie unten:

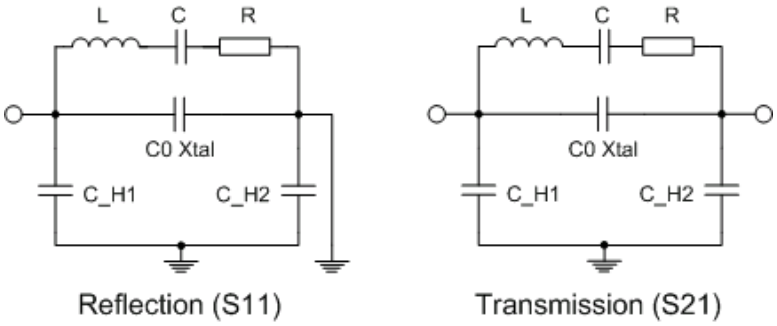



Jetzt ist die parallele Antiresonanz der Transmissions- (S21) Messung perfekt modelliert, während dieses, für die Reflektionsmessung, fehlt (was Sie im oben genannten Smith-Chart aber nicht wirklich sehen können, weil wir vergessen haben, einen Marker auf die parallele Antiresonanz zu legen).

Dann vergleichen wir die **extracted model parameter** von den zwei, oben genannten, Optimierungen:




Oben zeigt Zeile #1 die Modellparameter für den Transmission- Fit (S21), während Zeile #2 den Reflektion Fit (S11) Parameter zeigt. Der größte offenbare Unterschied, ist bei der Parallelkapazität C0 zu finden. Während in der Transmission C0=3.04pF beträgt, ist in der Reflektion C0=3.36pF und somit um 0.32pF höher. Die vergrößerte Parallelkapazität verschiebt die parallele Antiresonanz zu niedrigeren Frequenzen. Aber was ist der Grund für diese C0-Zunahme? Es liegt in der Tatsache, dass das Modell für einen echten Kristall ein bisschen komplizierter ist, als oben angenommen wurde:



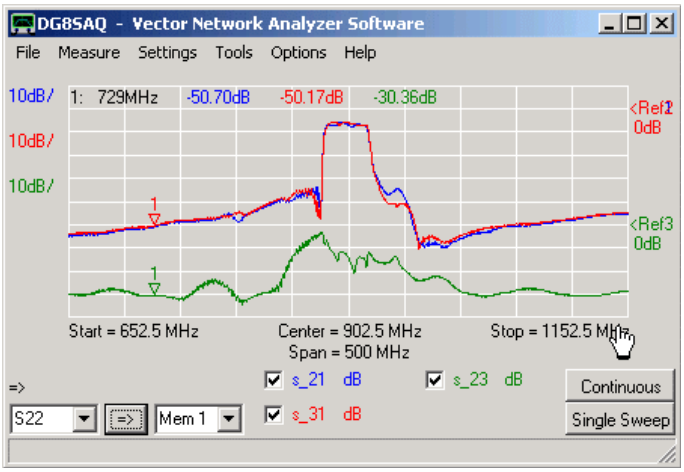

Wie oben gezeigt, besteht ein echter Kristall aus der Kristallscheibe und einem Halter. Jeder der Halter-pins hat eine Kapazität nach Masse (C_H). Während in der Transmission, der Serienkreis der Halter-Kapazität, sich addiert zur Kristallparallelkapazität, (C0_Xtal), C_H2 ist effektiv kurzgeschlossen, in einer Reflektion-Messung, und C_H1 allein addiert sich zum C0_XTal , um zu einem wirksamen C0 beizutragen. Annehmend, dass C_H1 und C_H2 ungefähr identisch sind, sollte C0 für eine Reflektion-Messung 0.5*C_H grösser sein, als der, für eine Transmissionsmessung. Wir können unser oberes Experiment so interpretieren, dass die Halter-Kapazität C_H=2*0.32pF=0.64pF und C0_Xtal=3.04pF-0.32pF=2.72pF ist.

## 3-Port Analyser: Analysing balanced components

**Drei Tor-HF-Devices,** wie Baluns oder SAW-Filter, welche z.B. symetrische Ausgänge haben, stellen den Benutzer vor eine komplexe Charakterisierungsaufgabe:

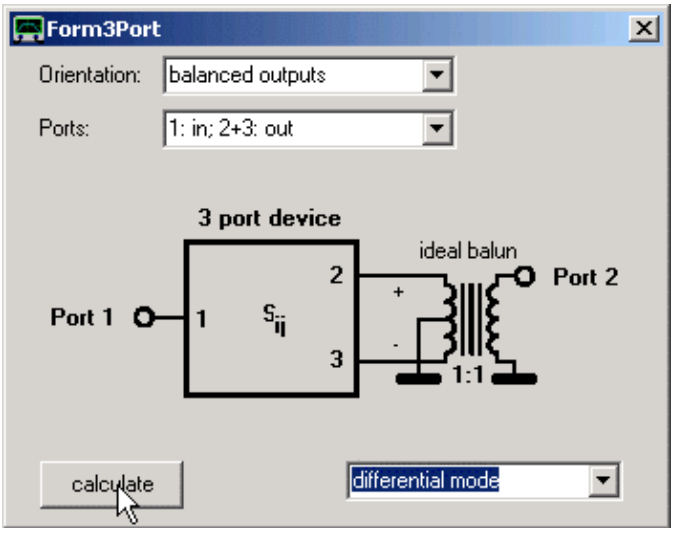
Einerseits wüsste man gern z.B. die inseration attenuation (Einfügungsdämpfung) vom einzelnen geerdeten Input bis zum Differential-Output und der **Complex Differential Output Impedance** (**differential mode**). Andererseits, ist die **Common Mode Attenuation** von Interesse.
Das **3-Port Analyzer Tool** erlaubt, beide Charakterisierungen in einem Set von 3-port-S-Parametern, durchzuführen.
Das Folgende ist ein Schritt für Schritt Beispiel, eine 3-port-Analyse durchzuführen:

**1. Import or measure the 3-port S-Parameters of your DUT**:



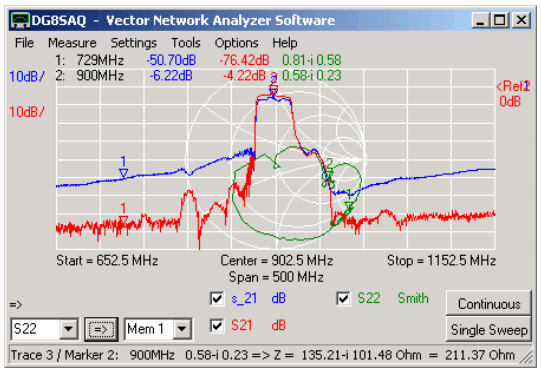

Beachten Sie, dass alle Signalpfade von jedem DUT-Port bis jeden anderen DUT-Port einschließlich allen Reflektionen charakterisiert werden müssen.
Das oben gezeigte, importierte 3-port S-Parameter eines GSM RF Filter sind courios von EPCOS. Filterport 1 ist der einzelne geendete Input und die Ports 2 und 3 sind die Differenzialfilter-Outputs. Der oben genannte Plot zeigt hoch symmetrische Filter-Transmissionen vom Port 1 bis 2 und vom Port 1 bis 3 (s_12, s_13, Beachten Sie die Unterstriche!).

**2. Start the 3-port analyzer**




Wählen Sie das gewünschte **Mode of Operation** aus (1 = in, 2&3 = balanced Out, **Differential Mode**) und drücke **calculate**. Das Ergebnis, dieser Simulation, wird als 2-port S-Parameter in die 2-port-memory spaces S11, S21, S12 und S22 gespeichert und in 2-port-S-Parameter-buffer (nützlich für die spätere Matching Analysis). Diese Simulation dient zum Kombinieren der zwei gleichwertigen Output-Signale mit einem idealen 1:1 Balun, um so den 3-port- in einen 2-port umzuwandeln.

**3. Observe the result in the main window.**



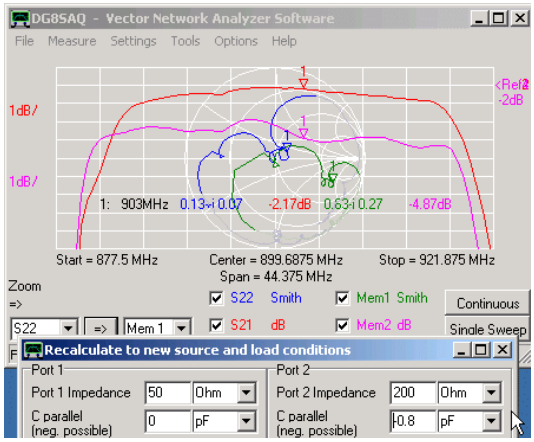

Beachten Sie, dass die simulierten **2-Port-inseration attenuation** (Einfügungsdämpfung) S21, um fast 3 dB niedriger ist, als die 3-port s_21, weil die Signale von den DUT Ports 2 und 3 kombiniert werden.

Beachten Sie, dass sich das Dämpfungs-Pegel drastisch verbessert, da sich die fast, identischen Feedthrough Signale 1-2 und 1-3,gegenseitig aufheben, am symmetrischen Port.

Beachten Sie auch, dass die Differential-Output-Impedance (parallel equivalent circuit), des Filters 200 Ohm ist (siehe Bodenstatuszeile mit Marker-Info).

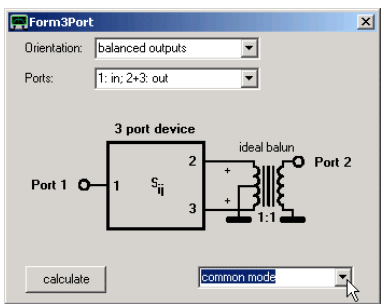
**4. Perform a matching analysis**

Das **Matching Tool** verwendend, kann die **simulierte 2-Port-Transfer Charakteristik,** über all zu**,** umgerechnet werden, wie sähe es aus, wenn der Filter mit 200 Ohm statt der 50 Ohm des Mess-Systems, abgeschlossen wäre:

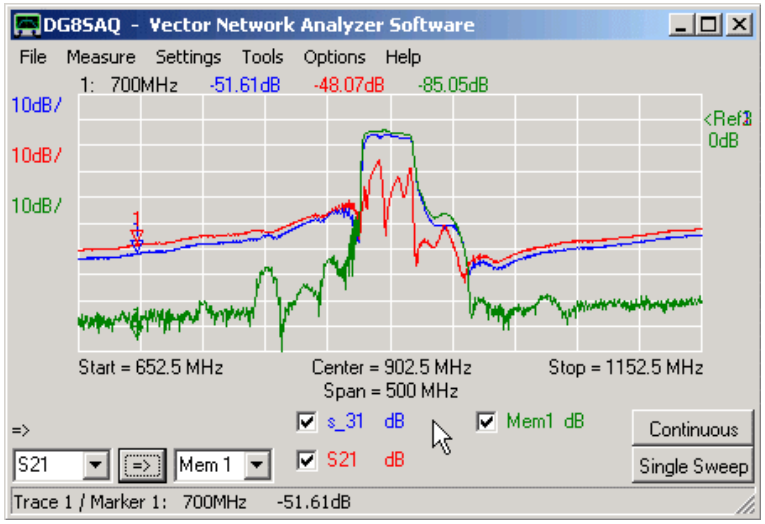



Zum Vergleich, die ursprünglichen 50 Ohm-Abschluss Daten sind in Mem1 und Mem2 gespeichert worden. Beachten Sie, wie durch richtigen Abschluss, die Einfügedämpfung (Inseration Loss), reduziert werden kann.

**5. Perform a common mode analysis:**




Wählen Sie den gewünschten **Mode of Operation** aus (1 = in, 2&3 = balanced out, **common mode**) und drücke **calculate**. Das Ergebnis dieser Simulation wird wieder als **2-Port-S-Parameter** in die **2-Port Memory Spaces S11, S21, S12 und S22** gespeichert und in den **2-Port-S-Parameter-Buffer**. Die **Common Mode Analysis** ist äquivalent zum Anschließen von normalerweise, differentialen Outputs, an parallele, so können angepasst werden, ein 3-Port an einen 2-Port, mit den zwei Output Ports, parallel verbunden.

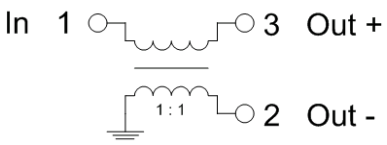



Beachten Sie, dass die elektrische Durchgangskopplung (feedthrough) des Gleichtaktmodus (common modes) (S21), um 3 dB höher ist, als das s_31-Signal des 3-port-Originals, da s_31 und s_21 hinzugefügt werden.

Beachten Sie auch, dass es jetzt eine Signal-Auslöschung im Filter-Bandpass gibt, weil in der Bandpassregion s_21 und s_31, sich ein 180 ° Phase-Ausgleich, zu einander, zeigt. Zum Vergleich zeigt Mem1 das Differential Mode Signal.

**Characterizing a Ballon**

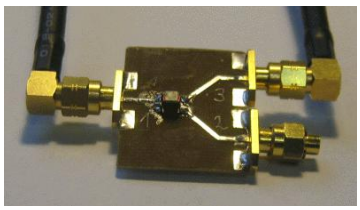
Ein BALUN ist allgemein ein passives Bauelement, mit 3 heißen Anschlüssen und einem Masse(ground)-Anschluss, das ein unbalanced (unsymetrisches) Signal (bezogen auf Masse), zu einem (symetrischen) Signal, (push-pull signal pair) transformiert:



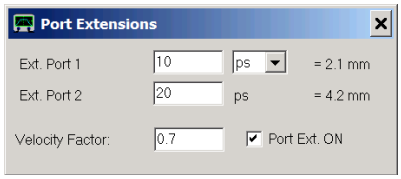

1:1 BALUN gebaut aus einem 3-dB-Koppler

Sobald ein BALUN gebaut wird, entsteht die Frage, wie man es z.B. charakterisiert, was sein Impedanz-Transformations-Verhältnis ist, seine Einfügedämpfung (insertion loss), Symmetrie (balance) und Gleichtakt-unterdrückung (common mode suppression).

Auf alle diese Fragen kann geantwortet werden, sobald die **3-port-S-Matrix** des BALUN bekannt ist. Das kann gemessen werden mit dem VNWA 3-port-S-parameter Acquisition Menu. Vor dem Messen der 3-port-S-parameter des BALUNs, kennzeichnen Sie die BALUN Ports eindeutig, mit **einzigartigen Portnummern**(z.B. 1,2,3):

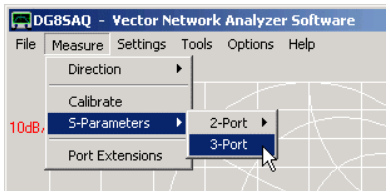


Dann, nach der richtigen Kalibrierung Ihres VNWA, müssen Sie die elektrische Länge jeder Leitung bestimmen, von der Kalibrierung-Ebene zu den BALUN Ports auf der Prüfplatine. Um so zu tun, schalten Sie das **Port Extension Menü** ein und geben Sie die Delay-Daten von Ihrem „Thru-Kalibrierungsstandard“ ein:

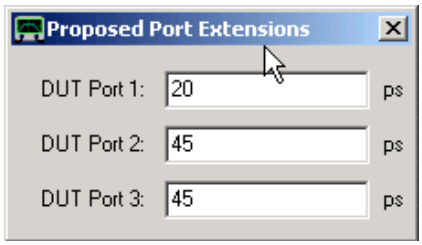



Dann messen Sie den **Reflection Coefficient** jedes Anschlusses, indem Sie einen **Kurzschluss am BALUN terminal** erzeugen und dann **justieren Sie** das **Port Extension = electrical Delay** so, dass der **SHORT** angezeigt wird, als ein Kurzschluss im Smith-Chart (Punkt am linken Rand). Schreiben Sie die Werte, für alle drei Ports auf, weil diese für die 3-Port-Messung erforderlich sein werden.

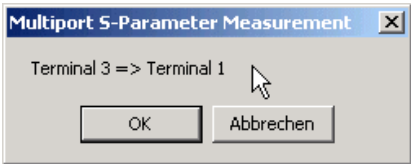
Starten Sie als nächstes eine 3-port-Messung:




Ein Popup Window fragt Sie nach den Delays, die Sie gerade bestimmt haben. Geben Sie diejenigen ein...

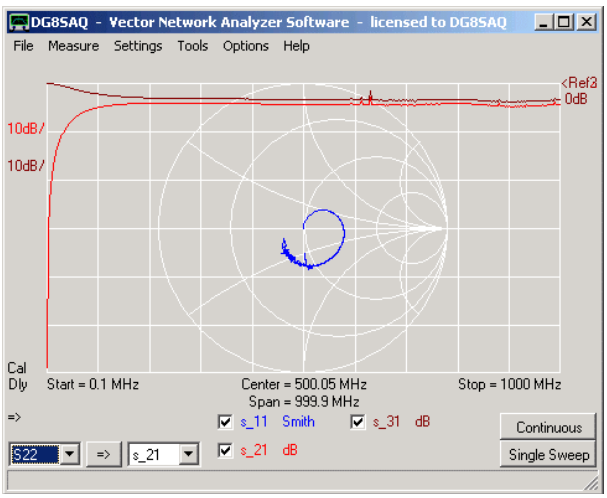


... und schließen Sie das Window. Jetzt werden Sie gebeten, Ihren 3-Port-DUT an den VNWA, auf verschiedene Weisen, anzuschließen, z.B.



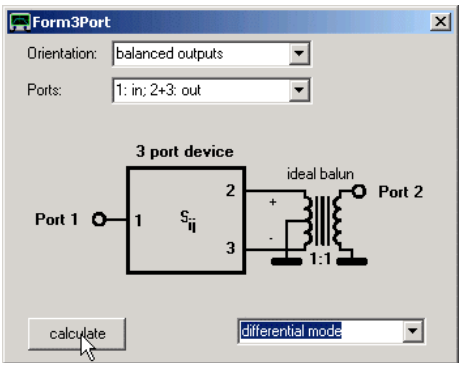

Das obere Window bittet, den **VNWA TX Port an DUT Port 3** anzuschließen und den **RX Port an DUT Port 1**.
**Der unbenutzte DUT-Port (hier Port 2), muss immer mit einer 50-Ohm-Last abgeschlossen werden.**
Im Laufe einer 3-Port-Messung, werden Sie messen, von jedem Port zu jeden anderen Port Ihres DUT, welches beinhaltet, eine Vielzahl von Wiederverbindungen. Die Wiederverbindungsaufwand kann, mittels eines S-Parameter-Testsets reduziert werden.

Sobald die Messungen getan sind, befindet sich die **DUT 3-Port-S-Matrix** in den **3-Port Memory Spaces** s_11, s_21..., s_33:

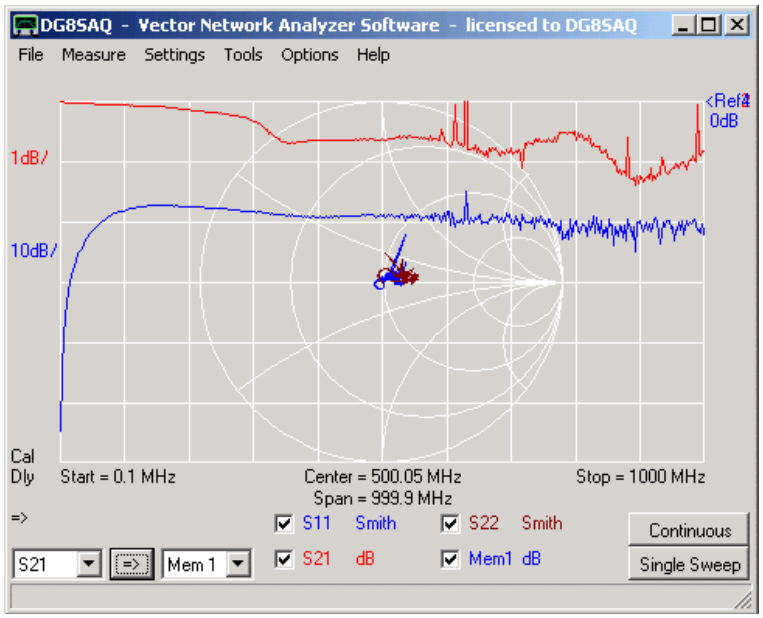



Die S-Matrix kann zu einer s3p Datei für die spätere Analyse exportiert werden.

Um den BALUN zu analysieren, **öffnen** Sie das **3-Port Analyzer Tool**, wählen Sie die richtige Porttopologie (z.B. 1 in, 2+3 symmetrisch Out) aus, wählen Sie den **Differential Mode**...

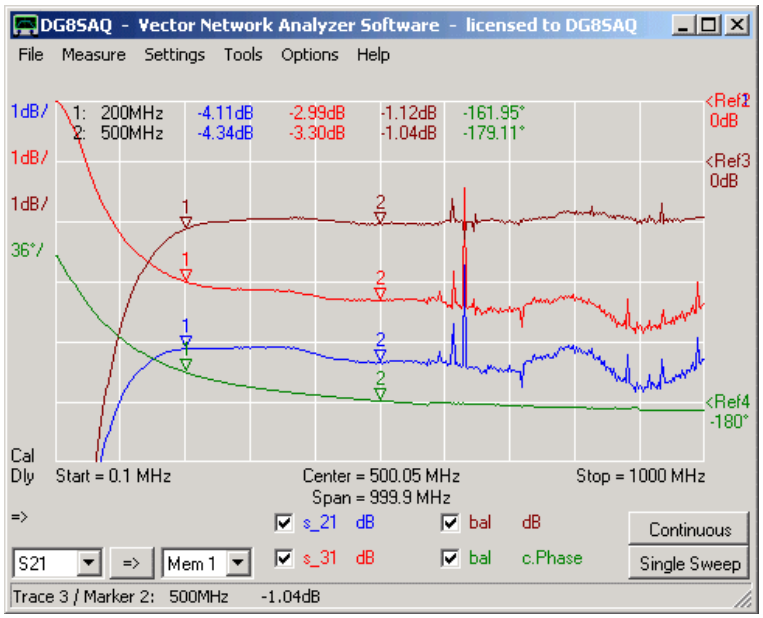



und drücke **calkulate**. Das Tool wird den **Differential Mode Response** berechnen und in die Memory Spaces S11, S21 S12, S22, speichern:




Es scheint, dass der BALUN mit einem sehr niedrigen Verlust von 0.1MHz bis1GHz arbeitet (siehe S21-Trace), und es eine fast vollkommene Anpassung zu 50 Ohm, auf beiden Ports gibt, dem unsymmetrischen Eingang (S11 Trace) und den symmetrischen Ausgang (S22 Trace).
Mem1 im oben genannten Screenshot enthält das S21-Ergebnis wenn Sie Common Mode wählen statt der Differenzial Mode. Das bedeutet, dass unser BALUN eine Gleichtakt-Unterdrückung von ungefähr 20 dB über die komplette Frequenzspanne hat.

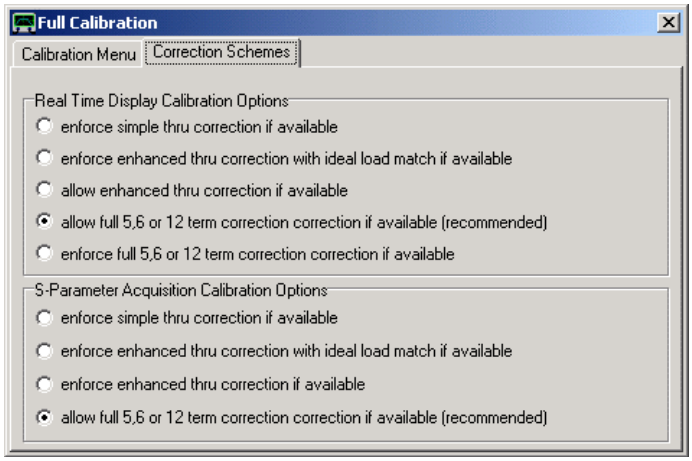
Das bedeutet jetzt, dass unser BALUN vollkommene BALUN Eigenschaften über die komplette gemessene Frequenzspanne zeigt? Nein, wir haben auf die Symmetrie (**Ballance)** noch nicht geschaut, d. h. wir haben nicht geschaut, ob die **Port 2** und **Port 3 Signale** wirklich identische Amplituden haben und eine **+-180 ° Phase-Verschiebung**. Wir können das untersuchen, indem wir vergleichen, **s_21** und **s_31** entweder durch die Inspektion oder dadurch das Erzeugen einer **Custom Trace mit der Funktion s_21/s_31**, wie unten, für die zwei Custom Traces, gezeigt wird, genannt **bal**. Für eine vollkommene **Push-Pull Operation s_21/s_31 sollte-1** sein.




Hier sehen wir, dass, wenn auch der BALUN einen sehr niedrigen Gesamtverlust hat, unten bis 0.1MHz, ist er unten nur bis ungefähr ist 200 MHz verwendbar, weil unterhalb dieser Frequenz die Amplituden und Phasen Balance sich schnell abbauen.

**Error correction models**

Die VNWA Software hat mehrere Fehlerberichtigungsmodelle durchgeführt, die in der **Korrektur** ausgewählt werden können **Schema-**Registerkarte des Calibration Fenster.




***Real time Display Calibration Options*** bestimmen das für **das Real Time Sweeps** zu verwendende Fehler-berichtigungsmodell ständig angezeigt im Main Window.

**S-Parameter Acquisition Calibration Options** bestimmt das Fehlermodell, benutzt für den Main Menu Command "measure" "2-Port S-Parameters".

**Anmerkung :** Für ***one Port Messungen*** sind diese Optionen **von keiner Wichtigkeit**.

Für ***zwei Port Messungen sind*** die folgenden **Fehlerberichtigungsmodelle** verfügbar:
***- einfache " Thru" Korrektur***
Die Transmissionsdaten werden einfach korrigiert durch die Division mit der Thru Kalibrierungsmessung.

***- erweiterte" Thru" Korrektur mit dem idealen load match***
Die Übertragungsdaten werden zusätzlich von Fehlern korrigiert, die dadurch entstehen, weil der TX-Port keine exakte 50 Ohm Load-Impedanz hat. Beachten Sie, dass eine Reflektion-Kalibrierung sowie die Messung von S11 notwendig sind, um die Korrektur für S21, anzuwenden.

***- erweiterte " Thru" Korrektur***
Die Übertragungsdaten werden zusätzlich von Fehlern korrigiert, die dadurch entstehen, weil der RX-Port keine exakte 50 Ohm Load-Impedance hat. Beachten Sie, dass eine Reflektion-Kalibrierung, eine Thru match-Kalibrierung sowie die Messung von S11 notwendig sind, um die Korrektur für S21, anzuwenden.

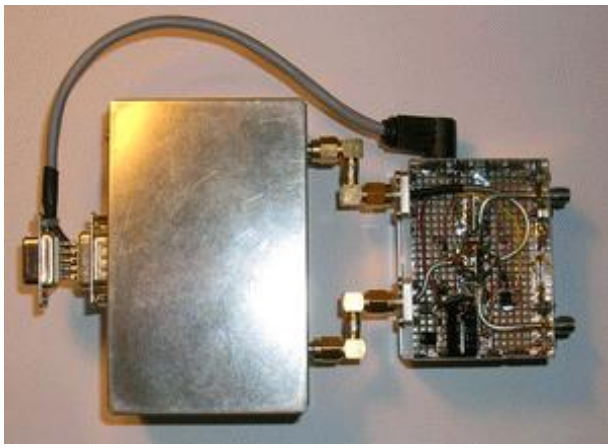
***- 5,6 oder 12 term-Korrektur***
Das ist das beste verfügbare Fehlerberichtigungsschema. Alle Übertragungs- und Reflektion-Daten werden genau korrigiert, für die Imperfekt TX Source und RX Load Impedanzen. Eine volle Reflektions-Kalibrierung sowie eine Thru und eine Thru Match-Kalibrierung ist erforderlich (5 Bestimmungskorrektur). Wenn eine Isolation-Kalibrierung durchgeführt wurde, wird sie zu einer 6 term-Korrektur erweitert. Wenn ein S-Parameter Testset verwendet wurde und beide Mess-Richtungen kalibriert wurden, wird er zu einem 12 term-Korrektur-Modell erweitert.

**WICHTIG:** Um diese Fehlerberichtigung anzuwenden, müssen alle vier S-Parameter (S11, S21, S12, S22) gemessen werden.

- Wenn ***"allow full 5,6 or 12 term correction"***, ausgewählt wird, wird sie nur angewandt, wenn sich der Benutzer dafür entscheidet, anzuzeigen und so zu messen, alle 4 S-Parameter. Beachten Sie, dass VNWA gewöhnlich nur jene S-Parameter misst, die angezeigt werden sollen, um Meß-Zeit zu sparen.
- Wenn **"enforce full 5,6 oder 12 term-corretion"**, wird ausgewählt, VNWA wird immer alle 4 S-Parameter messen, auch wenn sie nicht angezeigt werden.

**Anmerkung:** Der Term**, "if available"** im oben genannten Menü, zeigt den Umstand an, dass das Fehlerberichtigungsmodell nicht verfügbar sein könnte, wenn der Benutzer nicht alle notwendigen Kalibrierungsmessungen durchgeführt oder wenn nicht alle notwendigen S-Parameter-Messungen durchgeführt wurden. In solch einem Fall wird die Software auf die beste *verfügbare* Korrektur zurückweichen.

**S-Parameter Test Set**

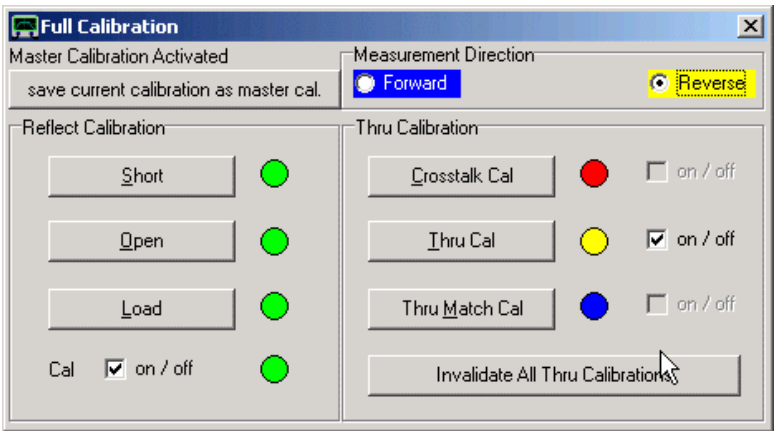


Der VNWA Software unterstützt den Gebrauch eines **S-Parameter-Test-Sets**. Der Testsatz enthält mehrere Schalter, welche Output und Input des VNWA, vertauschen. Dass berücksichtigt tatsächlich eine automatische Änderung der Signalfluss-Richtung, was nützlich ist, um S-Parameter von zwei-Port Baugruppen, zu messen. Um S12 und S22 zu messen, braucht der DUT nicht länger manuell umgedreht zu werden, weil das Testset einfach Input und Output des VNWA, stattdessen, austauscht.

Im LPT Mode wird der Testsatz über den Paralleldrucker-Port Terminal **1 / "Strobe"** des Sub D-25 Stecker kontrolliert. Im USB-mode ist das Steuersignal für den S-Parameter-Testsatz auf der USB_VNWA-Interface, an Pin 3 / J26 oder wahlweise Pin 7 / J5 (Sub-D9) verfügbar, vorausgesetzt, dass die passenden Widerstände, am richtigen Platz sind.
Unabhängig von der Betriebsart oder des kontrollierte VNWA Typs, kann das Test-Set auch durch ein, durch den Benutzer vorgesehenes DLL-Plug-In, (VNWA36.2.zc oder höher) gesteuert werden. Details finden Sie auf Seite "Controlling an S-Parameter Testset via dll plug-in".

Testsatz-Support wird aktiviert, in der Instrument-Settings Registerkarte, in dem "Options" - "Setup"-Main Menu.

Wenn aktiviert, werden **zwei unabhängige Kalibrierungen** für die zwei Mess-Richtungen erforderlich sein. Das wird in angezeigt im Calibration Menu Window, durch die zusätzliche Wahl von **"Forward"** und **"Reverse"-**Mess-Richtung.




Die zwei Kalibrierungsrichtungen werden durch die Farben blau (= Forward) und gelb (= Reverse) angezeigt. Die Kalibrierung Anzeigelampen können vier Farben zeigen:

rot: keine in jeder Richtung getane Kalibrierung
blau: Kalibrierung, die in der Vorwärtsrichtung nur getan ist
gelb: Kalibrierung, die in der Rückwartsrichtung nur getan ist

grün: in beiden Richtungen getane Kalibrierung

Das Verwenden des Testsets erlaubt auch den praktischen Gebrauch eines 12 term Correction Model in Echtzeit.

**Controlling an S-parameter test set via dll plug-in**

Ab Softwareversion VNWA36.2.zc aufwärts, ist ein vom Benutzer anpassbarer Weg implementiert, um ein S-Parameter-Test Set, über ein DLL-Plug-In zu steuern. Früher musste das Test-Set an einem bestimmten LPT-Anschluss-Stift oder einen bestimmten Pin der VNWA USB-Schnittstelle, angeschlossen werden. Nun kann der Benutzer seine eigene Schaltersteuerung implementieren, z.B. über eine separate USB-Verbindung mit dem Schalter.
Dies wird durch das Kopieren einer angepassten Version von SwitchDLL.dll, in das Installationsverzeichnis VNWA, erreicht. Die DLL wird automatisch beim Programmstart erkannt und, wenn sie erkannt wird, wird sie geladen und jedes Mal aufgerufen, wenn die sich die Messungsrichtung ändert.

**SwitchDLL.dll Delphi example**

**Note, that the library is implemented with C-language calling convention.**

```
library SwitchDLL;

uses
  Windows,
  SysUtils,
  Classes,
  Forms,
  ShellAPI;

$R *.res

procedure _Init; export; cdecl;              //...is being called when the dll is loaded upon program start
begin
FreeConsole;
AllocConsole;                                //open a console window for debugging
writeln('SwitchDLL function "Init" called.');
end;

procedure _Close; export; cdecl;     //...is being called when the dll is unloaded upon program termination
begin
FreeConsole;                                 //close debug console
//put your own cleanup code here
end;

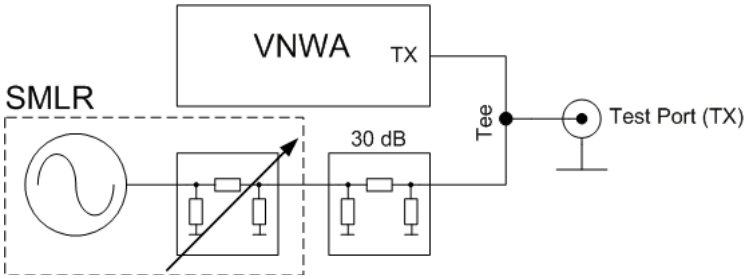
procedure _Process(Data: Integer); export; cdecl;          //... is called every time the test set is operated
begin
writeln('SwitchDLL function "Process" called.');
writeln(Data);
case Data of
//replace the following by your own switching code
  0: ShellExecute(Application.Handle, 'open', PChar('testset.exe'), PChar('FWD'), nil, SW_NORMAL);
 //Data=0:Forward
  1: ShellExecute(Application.Handle, 'open', PChar('testset.exe'), PChar('REV'), nil, SW_NORMAL);
//Data=1:Reverse
  end;
end;

exports _Init;
exports _Close;
exports _Process;

begin
end.
```

**Immunity of Impedance Measurements to Interference**

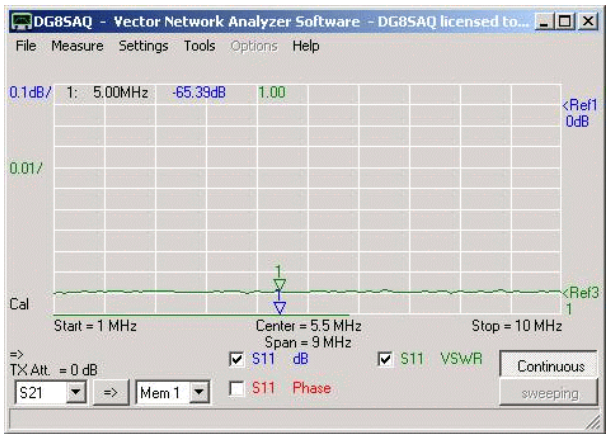
Bei der Impedanzmessung einer Antenne, nimmt diese in vielen Fällen Störsignale von anderen Signalquellen auf, wie Rundfunksendern, die sehr stark sein können.
Nun stellt sich die Frage, wie zuverlässig wird die Impedanzmessung des VNWAs sein, in Gegenwart von solchen externen Störsignalen. Um eine solche Situation, in einem kontrollierten Laborexperiment, nach zu ahmen, habe ich folgenden Versuchsaufbau gemacht.



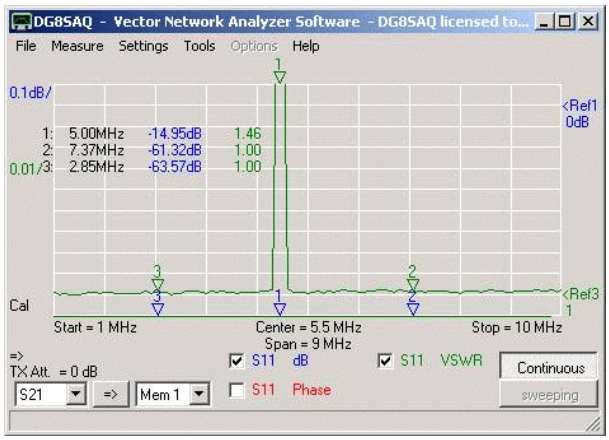

Die Störquelle wird durch einen R&S SMLR Signalgenerator simuliert, der in der Lage ist bis zu 2 Watt HF-Leistung zu liefern. Das Störsignal wird um 30 dB gedämpft. VNWA und Störquelle werden mit einem Koax-T-Stück verbunden. Die freie Buchse des T-Stücks dient als neuer TX-Testport mit Störungen. Dieser Port kann auf normale Weise kalibriert werden. Nun wird eine Test-Impedanz bei verschiedenen Störpegeln gemessen, um die Auswirkungen des Störers auf die gemessene Impedanz zu studieren. Ein erstes Experiment, ohne 30 dB-Abschwächer, war erfolglos, weil statt der Messung der Auswirkung der unterschiedlichen Signalpegel, maß der Versuchsaufbau das Ändern der Portimpedanz des SMLR bei unterschiedlichen Abschwächer-Einstellungen.

Hier einige Testergebnisse, des obigen Versuchs.

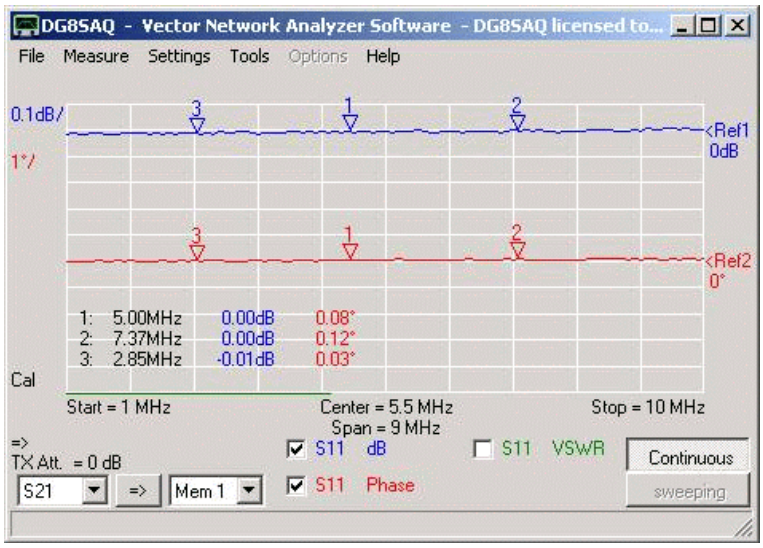
VSWR des Load-Cal-Standards ohne Störer:



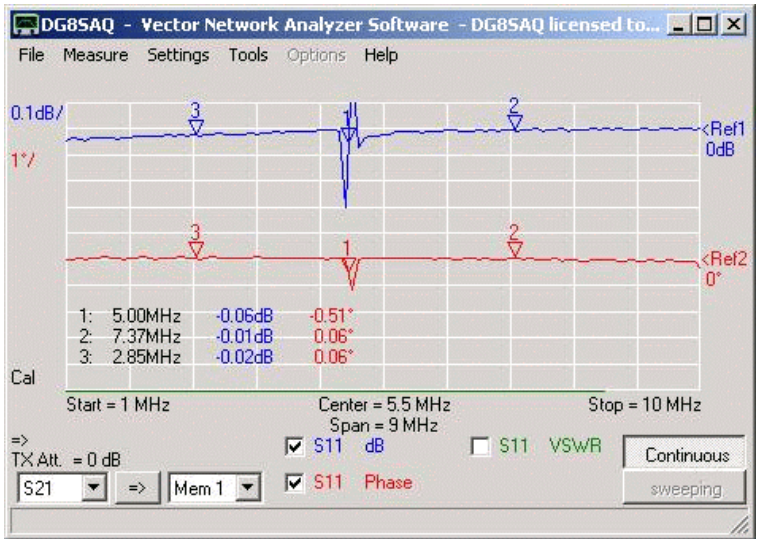

VSWR des Load-Standards bei +3 dB Störpegel @ 5 MHz am Test-Port.




Reflektions-Koeffizient (Amplitude und Phase) des Open-Cal-Standards ohne Störer.




Reflektions-Koeffizient (Amplitude und Phase) des Open-Cal-Standards bei +3 dBm Störpegel @ 5 MHz am Testport.

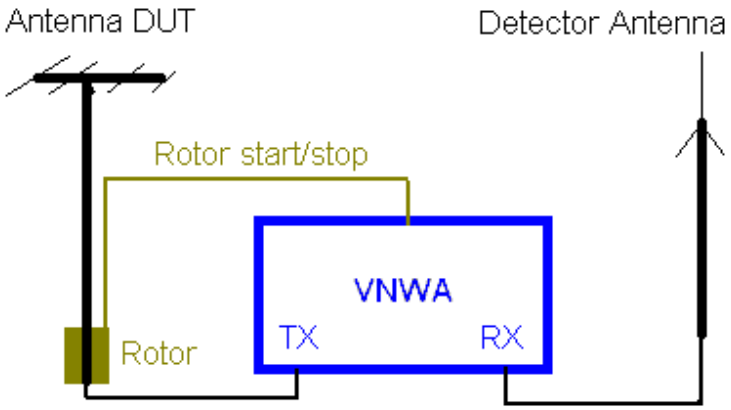



Zusammenfassend ist die Wirkung der Störung relative gering.
Um Auswirkungen von Störungen mit höherem Pegel zu testen, wäre eine stärkere Leistungssignalquelle erforderlich (z.B. 10 W, um bei 10 mW Störpegel zu messen).

**Measuring Antenna Radiation Patters**

Diese Erweiterung der VNWA Mess-Fähigkeiten, entwickelten Experimenten von Erik ON8DC, der auch die beschriebenen Eigenschaften beta-getestet hat. Es erlaubt, Antenne-Strahlenmuster zu messen und sie anzuzeigen und analysieren mit der VNWA Software.

Das folgende Image zeigt die grundlegende Testeinstellung:



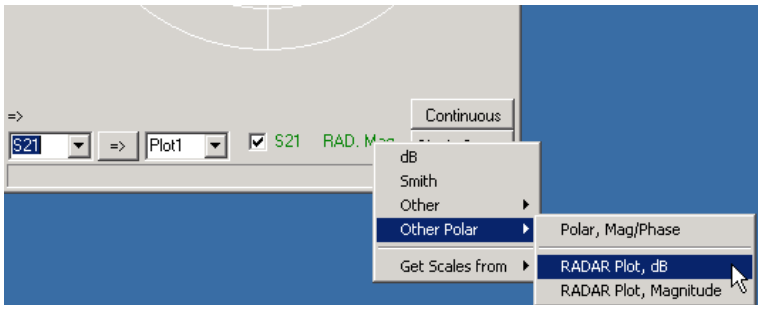

Der VNWA TX Output (Sender) speist die DUT Antenne(Empfänder), befestigt auf einem Rotor, während der RX-Input die Strahlungsleistung, in einiger Entfernung, detektiert. DUT Antenne und Detektor-Antenne können swapped. Der VNWA wird auf eine feste Frequenz (span=zero) gesetzt. Das VNWA-Sweep und der Rotor-Motor werden gleichzeitig gestartet, so, dass die ausgestrahlte Leistung abhängig vom Drehwinkel gemessen wird. Das Rotor-Start/Stoppsignal wird in LPT mode durchgeführt. Für den VNWA2, von der Firmware-Version v4.12 aufwärts und den VNWA3, kann der Rotor auch manuell gestartet werden.

Wenn die Entfernung zwischen DUT Antenne und Detektor-Antenne zu groß wird (Fern-Feldmessung), ist es dazu nicht ausführbar die DUT Antenne vom VNWA TX zu führen, wegen der übermäßigen Kabellänge und/oder ungenügenden TX-Leistung. In diesem Fall, kann ein seperater hochfrequenz-stabiler-Cw-Sender verwendet werden, um die DUT Antenne zu speisen. Weil,in diesem Fall, das Sender-Signal und die VNWA LO ist nicht länger in Phase liegen, müssen die Messungen im Spektrum-Analyzer-Mode durchgeführt werden.

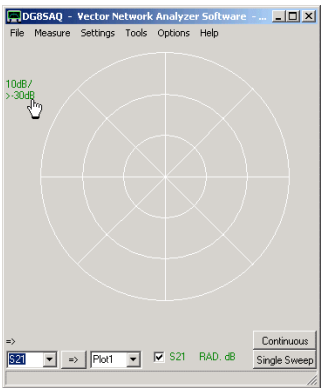
Im Folgenden wird gezeigt, das setup der VNWA Software, für diese Messung:

1. Setzen Sie die richtige measurement frequency (range) mit der span zero.

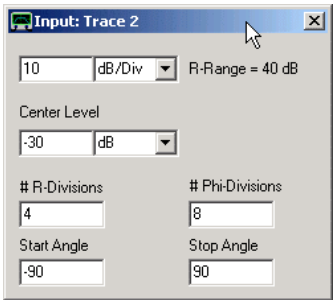
2. Wählen Sie aus, um S21 in einem polar RADAR-diagram, anzuzeigen:




3. Setzen Sie den Display Range auf die Sollwerte, durch Doppelt-Klicken auf das Label mit dem Handpointer. Die angezeigten Werte zeigen ein Center Level von -30db und 10 dB pro radiale Einheit an.

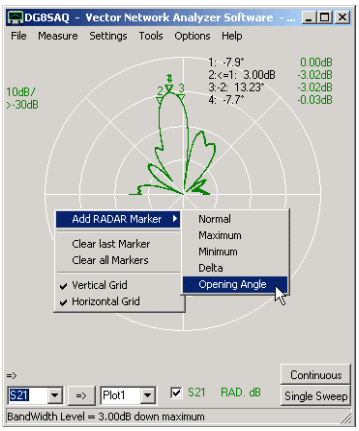



Nach dem Doppelklicken auf das oben erwähnte Label, klappt das folgende Parameter Entry Window auf:




Mit den oben genannten Einstellungen den Sweep-Daten werden als streching von -90 ° bis+ 90 ° interpretiert. Beachten Sie, dass die Winkeleinstellungen auch nach der Messung korrigiert werden können, verantwortlich für Winkelverschiebungen.

4. Führen Sie Ihre Messung durch drücken auf **Single Sweep** und starten Sie gleichzeitig den Rotor-Motor. Nach dem Sweep Sie können RADAR-Marker hinzufügen, um z.B. zu bestimmen den Antennenöffnungswinkel von 3 dB, wie unten zu sehen.




Die oben angezeigten Daten wurden von Erik ON8DC zur Verfügung gestellt. Es wurde auf einer 23-cm-Band-Loop Antenne bei1.25 GHz gemessen.

**Hier ist die Beschreibung von Erik, wie er die Messung durchführte:**
- DUT Antenne braucht eine stabile Frequenz Quelle. (Es könnte ein Generator oder ein QRP Sender sein), oder wenn die Antenne genug Gewinn hat, der TX Output vom VNWA.

Die Leistung ist abhängig von der Entfernung und dem Gewinn von Antennen. (Ein Fernfeldtest muss möglich sein)

- An der Empfängerseite verwenden Sie eine Antenne, die an den RX Port des VNWA angeschlossen ist. Wieder, abhängig von der Entfernung und der Leistung, kann an der Senderseite, eine Antenne mit Gewinn erforderlich sein.

- Setze den VNWA auf SA mode.

- Prüfen Sie mit einem Sweep (S21) nach, wenn Sie den DUT erhalten können. Senken Sie die Span auf den niedrigsten Wert 0Hz. Der RX ist ein Empfänger mit einem schmalen Filter.

- Regulieren Sie den Level Offset im Sweep Menü so, dass Ihr RX 0dB an der max Position empfängt.

- Prüfen Sie nach, dass das empfangene minimale Signal, über dem Rauschpegel von SA liegt. (Linearität prüfen mit Abschwächern )

- Messen Sie die Zeit, die Ihr Antenne-Rotor benötigt, für eine vollen Umdrehung nach und justieren Sie die Sweep Time bis Sweep Time=Rotor-Zeit ist.

- Wählen Sie S21 und S21 RAD dB (anderes polares) als Traces aus.

- Starten Sie manuell oder automatisch synchron den Rotor und das Sweep. Sie werden jetzt die Signalschwankungen, mit dem Ändern des Winkels, am Bildschirm sehen.
Für den Antennen-Plot können Sie ändern, die **Trace-Parameter Start/Stopp Angle Divisions** und das **Center** L**evel**.

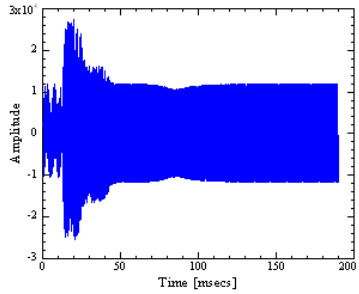
- Für den automatischen Rotor-Start können Sie das **High Signal an D7 Lpt (pin9)** verwenden, um ein Relais zu steuern, es bleibt **ON**, bis das Sweep ist beendet. (LPT Mode wurde hier verwendet)

**Very Low Frequency Measurements**

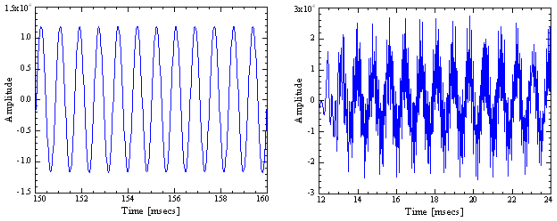
Besondere Sorgfalt muss gemacht werden, wenn der VNWA verwendet wird, bei Audio-Frequenzen **unter 20 KHz**.

Der Grund besteht darin, dass die benutzten Mixer zeigen, etwas "**RF"-Feed Through** vom RF Input bis zum IF Output und von der LO Input bis zum RF Output. So, im Audiobereich messend, wird das RF Feedthrough Signal überlagert vom ZF Signal**, das zu Signalverzerrung** und **ADC Überlastungen** führt, weil es innerhalb der Soundkarten-Bandbreite fällt.

Das folgende Image zeigt den rohen Audiostrom, der mit einer 16-Bit-Audiokarte für ein Sweep von 1 KHz bis 100 KHz aufgenommen wurde.
Beachten Sie, dass für eine 16-Bit-Karte der maximale Amplitude Range von -32767 bis...+ 32768 beträgt.



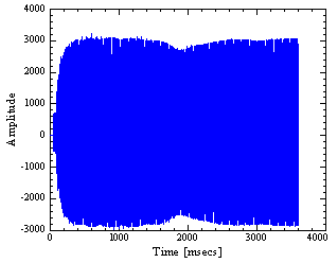

Für Frequenzen außerhalb der Soundkarten-Bandbreite (> 20 Kilohertz, außer 50 msecs im Plot), die Amplitude des Sound Streem, ist ungefähr 50 % der erlaubten maximalen Amplitude. Das wird auch mit dem **Test Audio Function** gesehen, da es den Test im MHz-Bereich durchführt. An Niederfrequenzen verdoppelt sich die Amplitude ungefähr, mit der Gefahr der Überbelastung der Sound ADC. Der Mechanismus, der zu dieser Amplituden-Zunahme führt, kann gesehen werden, wenn in eine Hochfrequenz zoomt wird und ein Niederfrequenz-Gebiet zum Vergleich:




Das linke Image zeigt ein sauberes ZF Signal, entsprechend der 100 Kilohertz Input- Frequenz, während das rechte Image ein "verrauschtes" ZF Signal zeigt, entsprechend einer Input-Frequenz im 1KHz Bereich. Hier ist das überlagerte "Rauschen" wirklich eine Überlagerung von RF, LO und allen Arten von sich vermischenden Produkten.

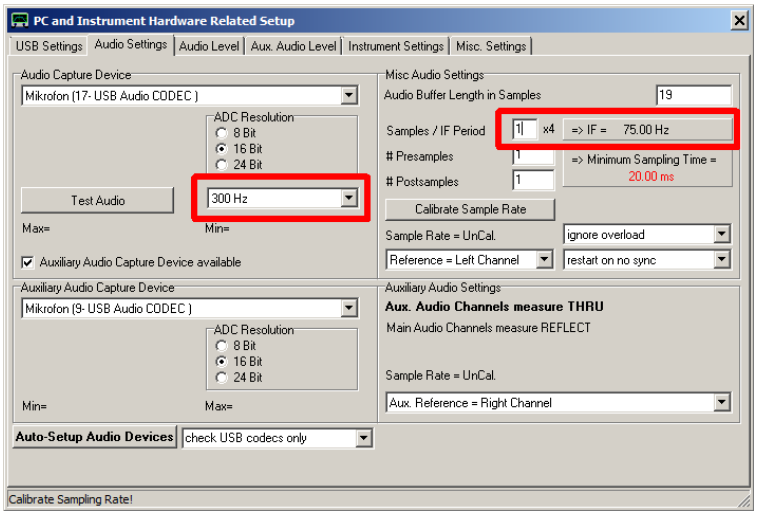
**So, mit den Standardeinstellungen, sind Messungen im Audiobereich, wegen der starken Interferenz, innerhalb der Soundkarten Bandweite nicht möglich!**

Aber es gibt einen einfachen Ausweg. Alle Soundkarten, die ich kenne, haben einen eingebauten antialiasing Tiefpassfilter, der sich anpasst, gemäß der **Shannon Sampling Theorie,** zur **Selected Sampling Rrate**. Das Reduzieren der **Sampling Rate** von 48 KHz auf ungefähr 900 Hz, reduziert die obere **Cutoff Frequency** von ungefähr 20 KHz auf ungefähr 400 Hz.
Die Wirkung wird im folgenden Image gezeigt, welcher den Audiostrom für denselben Frequenzbereich wie oben, aber mit einer **Capture Rate** von 900 Samples pro Sekunde.



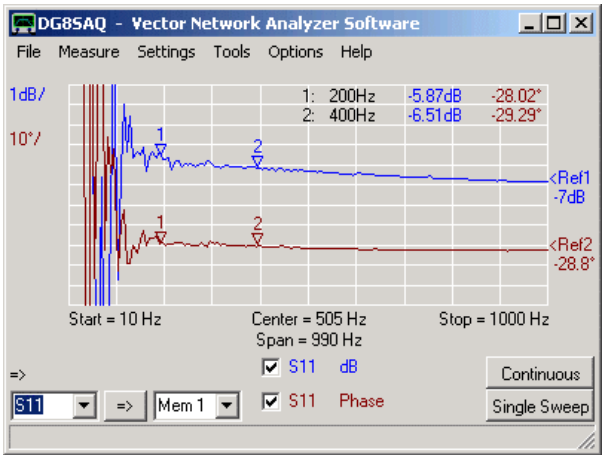
Die gesamte Amplitude ist viel kleiner, weil der Response am sehr kleinen IF, rückläufig ist. Aber Beachten Sie, dass die Amplitude jetzt, ungefähr unveränderlich ist, ohne Überschwingen im ganzen Frequenzbereich.

Beachten Sie, dass beim Verringern der Abtastrate auch die Anzahl der Samples pro IF-Periode reduziert werden muss und die IF wiederum angehoben werden muss, da sonst die IF aus dem unteren Ende der Soundkartenbandbreite herausfallen könnte. Die niedrigstmögliche Abtastrate beträgt 300 Hz. Mit diesem Sample erhalten wir 75Hz IF bei Verwendung der mindestens 4 Samples pro IF-Periode:




Beachten Sie, dass die Audiopufferlänge automatisch angepasst wird, wenn die Samplerate geändert wird. Das manuelle Ändern der Puffergröße ist nicht erforderlich.

So, wo ist nun die praktische untere Frequenzgrenze des VNWA? Darauf wird am besten mit einer Testmessung geantwortet. Der folgende **extrem Low Frequency Sweep,** mit einer Sample Rate von 900 Samples pro Sekunde durchgeführt und dem höchst möglichen IF von 75 Hz:




Wie erwartet, reinigt das Sound Device anti-aliasing Filter den Response über 400 Hz. **200 Hz scheinen die praktische untere Frequenzgrenze des Instrumentes zu sein.**

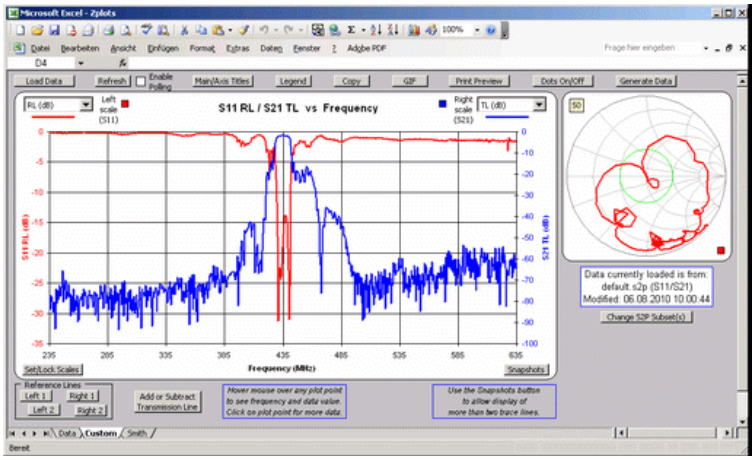
## Summary

- Der VNWA kann bis hinunter zu 200 Hz arbeiten.
- Unter der Sound Cart Cutoff Frequency (normalerweise 20 KHz auf einigen Soundkarten bis zu 100 KHz) muss die Sampling Rate vermindert sein.

- **Eine Wideband Mastercalibration mit Standardsettings, sollte sich nicht unter der Sound Cart Cutoff Frequency ausweiten**. Beachten Sie, dass dieses Ändern der Sampling Rate, jede Kalibrierung, einschließlich der Master-Calibration, ungültig macht.

## Interfacing Zplots

Dan, AC6LA, hat **Zplots** (http://ac6la.com/zplots.html) geschrieben, eine wunderbare Excel-Anwendung, die die Leistung von Excel Charting Engine verwendet, um ordentlich zu plotten und zu analysieren S-Parameter wie diejenigen, die während einer VNWA Messung erzeugt worden sind.




Vielen Dank für Dan, der ZPlots so modifiziert hat, dass es in die VNWA Software leicht integriert werden kann.

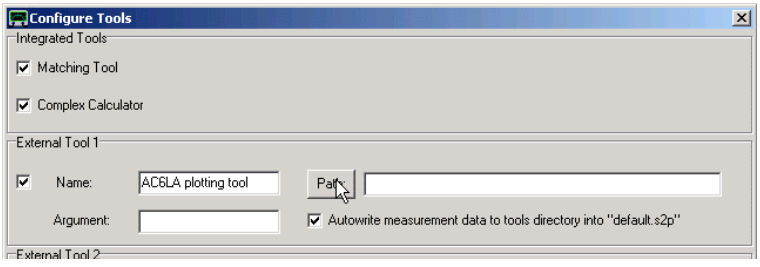
**Die folgenden Wechselwirkungen zwischen VNWA und Zplotsare sind verfügbar:**

- Zplots kann gestartet oder reaktiviert werden, als **external Tool** aus VNWA.
- Über (wieder-) Aktivierung von Zplots, durch das Tools Menu VNWA, können Mess-Daten automatisch nach Zplots übertragen werden.
- Zplots kann für neue Mess-Daten automatisch abrufen, die VNWA ständig zur Verfügung stellen kann, nach jedem vollendeten Sweep.

### Configuration VNWA for interfacing Zplots:

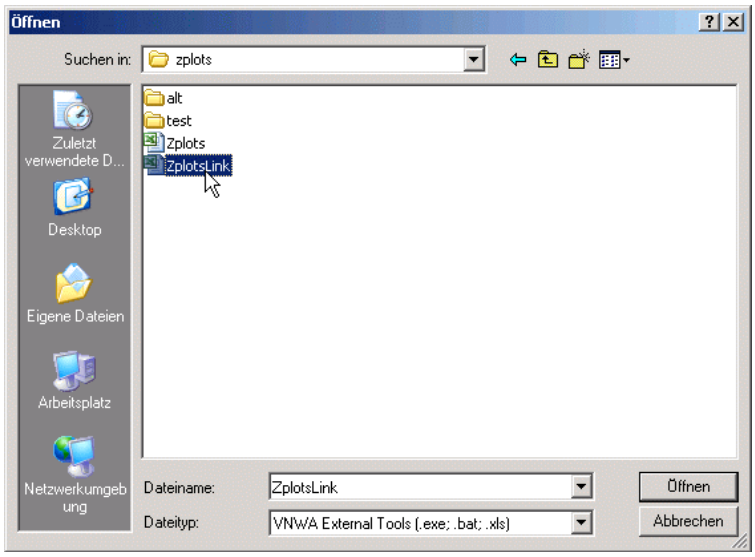
**1.** Kopieren Sie die letzte Version von Zplots zu jedem Verzeichnis Ihrer Wahl. Das Zplots Paket besteht aus zwei Dateien, nämlich Anwendung **Zplots.xls** und die Schnittstelle **ZplotsLink.xls**. Beide Dateien müssen sich in demselben Verzeichnis befinden.

**2.** In VNWA öffne die "**Tools**" - "**Configure Tools**" menu, **aktivate an external tool**, geben Sie ihm einen beschreibenden Namen z.B "AC6LA Plotting Tool" und wählen Sie "autowrite measurement data...", um Zplots Zugang zu den VNWA Mess-Daten, zu geben.
Das "Argument"-Feld sollte leer bleiben.

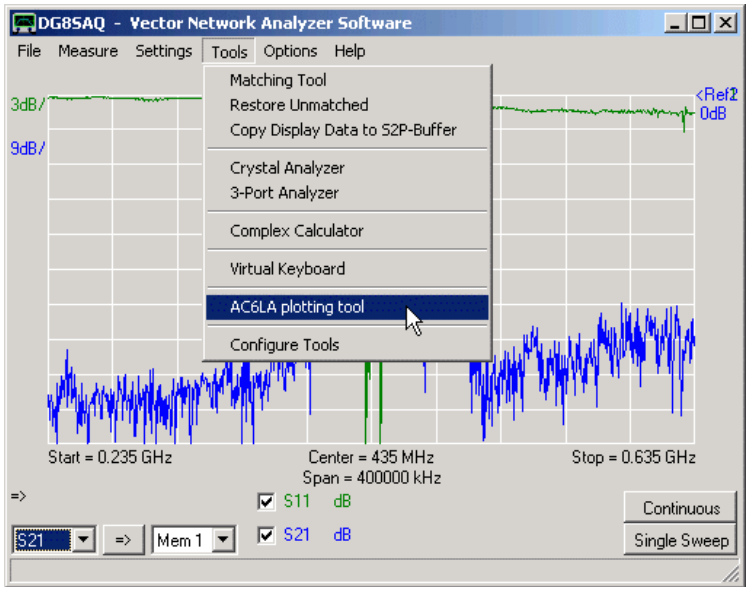



**3.** Suchen Sie als nächstes die Zplots Anwendung, durch drücken des Button **"Path"**.

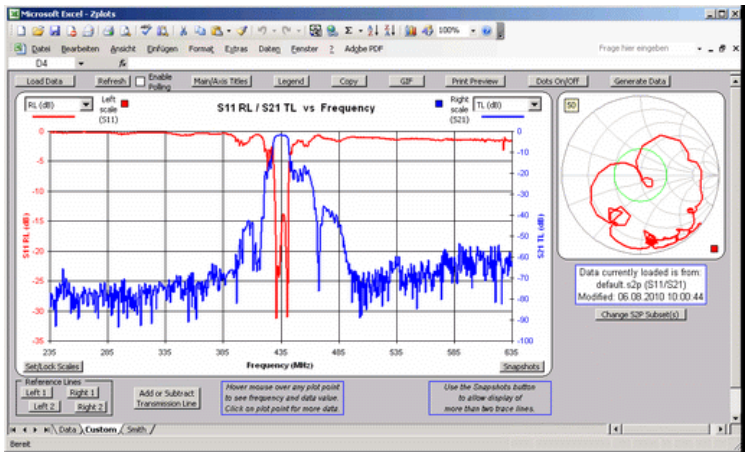
**Anmerkung : Sie müssen den Interface File ZplotsLink.xls auswählen** und ihn öffnen.




**4.** Schließen Sie das Menü des "Configure Tools". Machen Sie Beobachtungen, dass Ihr neues Zplots Tool jetzt im VNWA Menü "Tools" sichtbar ist als "AC6LA Plotting Tool".




Das gerade erzeugte neue Tool-Menu auswählend, wird "AC6LA Plotting Ttool" Zplots öffnen und die gegenwärtige Mess-Daten zu Zplots übertragen. Wenn Zplots vorher bereits gestartet worden ist, werden nur neue Daten übertragen:




Für weitere Informationen über Zplots, befragen Sie bitte die Dokumentation des Autors, z.B. auf http://ac6la.com/zplots.html.

## Remote-Controlling the VNWA

Für automatisierte Messungen kann die VNWA Software über **Windows-Messages** oder über eine **Skript Datei** ferngesteuert sein. Normalerweise ist die Fernbedienungsschnittstelle in VNWA disabled (ausgeschaltet). Um es, der VNWA Software zu ermöglichen, müssen bestimmte Runtime-Argumente gestartet werden:

**Starting VNWA for acting as a TCP/IP web server:**

**Syntax:**
**VNWA.exe -tcpip [port number] [-silent] [-debug]**

**[...]** ist ein optionales Argument, multiple Argumente müssen mit Leerzeichen getrennt werden.

-tcpip [port number] aktiviert die VNWA-tcpip-Webserver, die die optionale Portnummer und zwei nachfolgende Ports abhören. Wenn keine Portnummer angegeben ist, wird die Standardportnummer 55555 verwendet
-silent macht das VNWA Main Window unsichtbar. Beachten Sie, dass das auch die VNWA Application verborgen wird, von der Task bar und der Task Manager Application Registerkarte.
-debug öffnet ein Fehlersuchprogramm-Window (auch in silent Mode), wo alle eingehenden Remote Commands aufgelistet sind.
-csweep öffnet sofort VNWA Sweeping in continuous Mode. **Beachten Sie: Wenn-csweep der erste Befehl in der Argument-Liste ist, alle nachfolgenden Befehle werden ignoriert.** Diese Option kann auch ohne – Remute Option verwendet werden.

**Example:**
**VNWA.exe -tcpip 54321 -debug**

Der VNWA wird als TCP / IP-Server gestartet, der die Ports 54321, 54322 und 54323 überwacht, sichtbar mit dem Hauptfenster und Debug-Fenster.
Einzelheiten zum Remote Control Interface finden Sie auf der Seite Controlling the VNWA via TCP/IP.

**Starting VNWA for accepting Windows messaging commands:**

**Syntax:**
**VNWA.exe -remote -callback ownhandle ownmessage [-silent] [-debug]**

**[...]** ist ein optionales Argument, mehrere Argumente müssen durch Leerzeichen getrennt werden.

**-remute** activiert das VNWA Remote Control Interface.
**-callback** ermöglicht es, eine Handle- und eine Message-Nummer anzugeben, welche der VNWA verwenden wird, um zurückzukehren zu seiner eigenen Handle- und Remote Control Message-Nummer und anzuzeigen das Ende der Prozessverarbeitung eines Remutebefehls über eine Windows-Nachricht.
**-silent** macht das VNWA-Hauptfenster unsichtbar. Beachten Sie, dass dadurch auch die VNWA-Anwendung von der Taskleiste und der Task-Manager-Anwendungsregisterkarte ausgeblendet wird.
**-debug** Öffnet ein Debug-Fenster (auch im Silent-Modus), in dem alle eingehenden Remote-Befehle aufgelistet werden.
**-csweep** öffnet VNWA sofort im kontinuierlichen Modus. Hinweis: Wenn -csweep der erste Befehl in der Argumentliste ist, werden alle nachfolgenden Befehle ignoriert. Diese Option kann auch ohne die Option -Remote verwendet werden.

**Example:**
**VNWA.exe -remote -callback 2622836 1024 -debug**

VNWA wird im Remote Control Mode mit dem Main Window und Debug Window visible gestartet. Der ownhandle und Ownmessage-Parameter müssen als Runtime erzeugt werden und könnten sich vom Programmlauf zu Programmlauf ändern.
Nach erfolgreichem Start sendet VNWA eine Windows-Nachricht zurück an das Handle des aufrufenden Programms, das an VNWA übergeben wurde (ownhandle). Diese Nachricht enthält das Handle der VNWA-Anwendung, die dazu gehörende Nachrichtennummer des VNWA, und im Falle von Fehlern einen optionalen Fehlercode.
Für Details über das Remote Control Interface, siehe Seite: Controlling the VNWA by Windows Messages
**Starting VNWA for processing a script file:**

**Syntax:**

**VNWA.exe filename.scr [-silent] [-debug]**

[...] ist ein optionales Argument, vielfache Argumente müssen mit Leerzeichen getrennt werden.

filename.scr ist der Name der zu bearbeitenden Skript-Datei. Beachten Sie, dass das Dateiende**.scr** sein muss.
-silent Macht das VNWA Hauptfenster unsichtbar. Beachten Sie, dass das auch die VNWA Anwendungen Task Bar und die Task Manager Application Registerkarte, verbergen werden.
-debug öffnet ein Debug (auch in silent Mode) Window, wo alle bearbeiteten Befehle und Fehlermeldungen verzeichnet zu werden.

**Example:**

**VNWA.exe test.scr - debug** öffnet das VNWA Main Window und das Debug Window und führt den Skript-Datei test.scr durch.

Für Details auf den Script File Syntax siehe Seite: Controlling the VNWA by a Script File.

## CONTROLLING THE VNWA VIA TCP/IP

Terms:

Der SERVER ist die Software, die direkt über USB mit der VNWA-Hardware verbunden ist. Es läuft auf demselben Rechner, mit dem die VNWA-Hardware physikalisch verbunden ist. Der Server läuft unter Windows oder in einer WINE-Umgebung unter Linux.

Der CLIENT ist die Software, die mit dem Server kommuniziert und somit den VNWA fern steuert. Da die Kommunikation über TCP / IP erfolgt, kann sich der Server auf einem anderen Computer befinden. Kommunikation sollte sogar über WLAN oder über das Internet möglich sein. Der Client kann auf jeder Plattform ausgeführt werden.

### The VNWA TCP/IP Interface Architecture:

Beachten Sie, dass die VNWA TCP / IP-Schnittstelle tatsächlich aus drei unabhängigen Servern mit unterschiedlichen Portnummern besteht. Die Basisportnummer PORT ist entweder der Standardport 55555 oder die vom VNWA-Runtimeargument angegebene user defined Portnummer.

**Server 1 at *PORT*:**
Dies ist der Steuerungsserver, der Fernsteuerbefehle empfängt und Fehlermeldungen oder Statusinformationen zurückgibt. Zu einem bestimmten Zeitpunkt darf sich nur ein Client mit diesem Server verbinden.
Befehle sind ASCII-Textnachrichten im Nur-Text-Format. Nachfolgende Befehle werden durch das NULL-Zeichen (0x00) getrennt. Die Befehlssyntax wird nachfolgend erläutert.

**Server2 at *PORT+1*:**
Dies ist der Datenport, der Messdaten in Echtzeit an einen Datenclient sendet, wenn er gemessen wird. Eine beliebige Anzahl von Datenclients darf sich gleichzeitig mit diesem Server verbinden.
Port-Datagramme sind reine ASCII-Textnachrichten, die durch das NULL-Zeichen (0x00) getrennt sind. Für die Struktur von Datagrammen siehe unten.

**Server3 at *PORT+2*:**
Dies ist der Dateiaustauschserver, mit dem Dateien auf den Servercomputer hochgeladen oder von diesem heruntergeladen werden können. Dies ist nützlich, um gemessene Dateien herunterzuladen oder Kalibrierungsdateien oder Gerätezustände hochzuladen.
Die Syntax wird im Folgenden detailliert beschrieben.

Proofs of Concept dieser Schnittstelle wurden als virtuelle VNWA-Geräte realisiert und auf den Seiten VNWA Data Client (nur mit Server 2) und VNWA RC Client (mit allen Servern) beschrieben.

### Launching the TCP Servers

Es gibt mehrere Möglichkeiten, die TCP-Server zu starten.

1. Beim Programmstart mit Run-Time-Argumenten:

Starten Sie VNWA mit dem Run-Time-Argument -tcpip, z.B.

*VNWA.exe -tcpip [base port number] [-debug]*

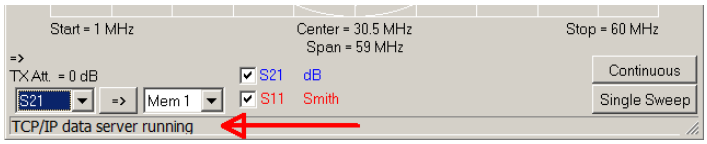
Dies wird alle drei Server starten. Wenn die optionale Basisanschlussnummer (z. B. 54321) nicht angegeben ist, verwendet Server 1 Anschluss 55555.
Server 2 verwendet Port 55556 und Server 3 Port 55557. Wenn die optionale Option -debug verwendet wird, wird ein zusätzliches Debug-Fenster zusammen mit der VNWA-Anwendung geöffnet, mit der der Serververkehr überwacht und die Server manuell ein- oder ausgeschaltet werden können.

2. Während der Laufzeit über Tastaturkürzel:

Wenn Sie die folgenden Tastaturkurzbefehle im VNWA-Hauptfenster verwenden, werden die angezeigten Server in einem Umschaltmodus ein- oder ausgeschaltet:

*ctrl+alt+s TCPIP data server 2 on/off*
*ctrl+alt+t: TCPIP RC servers 1+2+3 on/off*

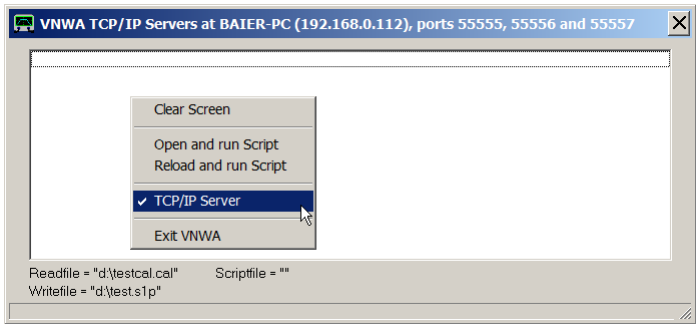
Die Ausführung wird in der unteren VNWA-Statuszeile abgefragt:




3. Während der Run-Time mit dem Debug-Fenster:

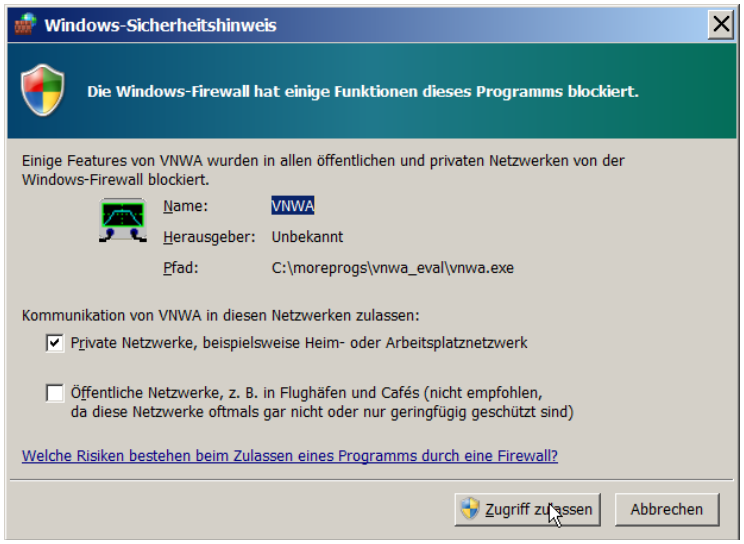
*ctrl+alt+r* *open RC debug window*

Dort können die Server ein- oder ausgeschaltet werden, indem Sie mit der rechten Maustaste auf den Bereich der weißen Liste klicken und den TCP / IP-Server durch Klicken auf den entsprechenden Menüeintrag aktivieren bzw. deaktivieren:




Beachten Sie, dass im oberen Screenshot die obere blaue Titelleiste die Server-IP-Adresse und die Portnummern angibt, die beim Verbinden von Clients hilfreich sein können, insbesondere von verschiedenen Computern im Netzwerk.

Wenn Sie einen Server zum ersten Mal starten, fragt die Windows-Firewall möglicherweise nach einer Berechtigung, die Sie gewähren müssen. Andernfalls wird die Verbindung von der Firewall blockiert:




## The VNWA TCP/IP Command Syntax (Server 1)

**Implemented VNWA network commands:**

**caldir <direction>** set calibration direction (if S-parameter test set available). Direction = forward / reverse.

**calsweep <calibration>** do a calibration sweep. Calibration = Open, Short, Load, Crosstalk, Thru, ThruMatch

**exitVNWA** terminates the VNWA software

**frame <n> <sweeptype>** sets the sweep frame data. n=number of data points, sweeptype=lin or sweeptype=log sets a linear or logarithmic frequency grid.
**hardware?** Queries the hardware connected to the server.
**loadmastercal <cal-filename>** load a calibration file as master-calibration
**loadcal <cal-filename>** load a calibration file
**timeperpoint <t>**sets the measurement time per data point. The number t denotes the time per data point in milliseconds (VNWA only)
**range <start> <stop>** sets the measurement frequency range. start=start frequency [Hz], stop=stop frequency
[Hz]
**readsnp filename <n> <d>** reads Touchstone data (n=1:s1p, n=2:s2p, n=3:s3p) to data space d (0=S21, 1=S11,..., 7=Mem4)
**runscript <filename>** run a script file as described on page Controlling the VNWA by a Script File
**setgrid <sweeptype> *f1 g1 n1 [f2 g2 n2]* ...** sets the frequency grid. sweeptype=LIN, LOG, LIST. fi,gi=start/stop frequency ni=#points of segment *i*. For LIN/LOG there is only one frequency segment.
**setTXpower <p>** sets the TX DDS amplitude to p = 0...16383
**stop** Immediately stop a running sweep
**sweep [s11] [s21] [s12] [s22]** starts a sweep for the specified data fields
**writes1p filename <trace>** writes measurement data of trace to an s1p Touchstone-file. trace can be any of s11, s21, s12, s22
**writes2p filename** writes the full measurement data (s11, s21, s12 and s22) to an s2p Touchstone-file

**Example sequence and server responses:**

client sends (explanation)
server answers
hardware? (check if and what hardware is online)
online 7 VNWA3E (VNWA3E online, capabilities 7, see below)
setgrid lin 1e6 2e6 3 (set linear frequency grid, 1...2MHz, 3 frequency points)
Error Code: 0 (no errors)
timeperpoint 4.5 (set time per frequency point to 4.5ms)
Error Code: 0 (no errors)
sweep S21 S11 (do a single S21 and S11 sweep)
Error Code: 0 (no errors)
.... (no communication during sweep)
sweep_complete (sweep is over, data available)

Hinweis: Alle Befehle werden mit dem NULL-Zeichen (0x00) abgeschlossen.
Hinweis: Bei Befehlen wird nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden.
Hinweis: Fehlercode 0 bedeutet OK, alle anderen Fehlercodes zeigen an, dass der Fernbefehl fehlgeschlagen ist.
Hinweis: VNWA-Funktionen bestehen aus 4 Bits:
Bit 1: kann messen S11
Bit 2: Kann messen S21
Bit 3: Kann messen S11 and S21 simultan
Bit 4: hat automatischen S-parameter testset

### The VNWA TCP/IP Data Structure (Server 2)

Typischer Datenstrom eines linearen Sweeps mit 3 Punkten von 1MHz bis 2MHz:

sweep_start 3 1.000000E+006 2.000000E+006 1
data 0 1.000000E+006 9.999131E-001 -2.236229E-003 7.087993E-006 9.944799E-006 0.000000E+000 0.000000E+000 0.000000E+000 0.000000E+000
data 1 1.500000E+006 9.999723E-001 -3.267469E-003 7.562893E-005 -9.409467E-005 0.000000E+000 0.000000E+000 0.000000E+000 0.000000E+000
data 2 2.000000E+006 9.999005E-001 -4.436659E-003 5.288430E-005 -3.454693E-005 0.000000E+000 0.000000E+000 0.000000E+000 0.000000E+000
sweep_complete 0

Hinweis: Alle Datagrammzeilen werden mit dem NULL-Zeichen (0x00) abgeschlossen.
Erläuterung;

sweep_start gibt den Anfang der Sweep-Daten an, es zeigt auch das Frequenzraster an. Die Zahlen, die auf sweep_start folgen, lauten:
3 = total number of points
1e6 = start frequency
2e6 = stop frequency

1 = sweep type LIN (2=LOG, 3=LIST).
Für den ersten Durchlauf in einer Sweepsequenz (S11, S21, S22, S12) wird die Liste der Sub-Sweeps zu dieser Nummer hinzugefügt:
0x10 added => S11 will be measured
0x20 added => S21 will be measured
0x40 added => S22 will be measured
0x80 added => S22 will be measured
Abhängig von der Fähigkeit des VNWA werden eine oder zwei der obigen Eigenschaften pro Sub-Sweep gemessen.
Beachten Sie, dass das obige Beispiel keinen ersten Sweep in einer Sweep-Sequenz zeigt, daher fehlt die Liste der Sub-Sweeps.
Im Falle eines aufgelisteten Sweeps folgt die Gesamtzahl der linearen Frequenzsegmente, dann folgen die linearen Frequenzsegmente in der folgenden Reihenfolge: Segmentstart, Segmentstopp, # Segmentpunkte.

Daten zeigen eine Frequenzpunkt-Datenleitung an. Bedeutung folgender Zahlen:
N = point number (here 0, 1, 2)
F = point frequeny (here 1MHz, 1.5MHz, 2MHz)
Re(S11), Im(S11), Re(S21), Im(S21), Re(S12), Im(S12), Re(S22), Im(S22)

sweep_complete <n> Zeigt an, dass der Sub-Sweep abgeschlossen ist und keine Daten mehr für den laufenden Sub-Sweep übertragen werden. Die Zahl n gibt an, welche Sub-Sweeps noch zu erwarten sind. n = 0 zeigt an, dass der letzte Sub-Sweep einer Sweep-Sequenz beendet ist.

Wenn der Benutzer einen Sweep stoppt, bevor er abgeschlossen ist, bestätigt das Datagramm sweep_stopped dies. Danach werden keine Daten mehr für den aktuellen Sweep übertragen.

## The VNWA TCP/IP File Transfer Syntax (Server 3)

**1. Obtaining remote directory list:**

*Command sent to server:*

dir [filepath]+mask +NULL-Character

Hinweis: Wenn kein Dateipfad angegeben ist, wird das Arbeitsverzeichnis der Serversoftware angenommen.

Example:
dir c:\VNWA*.jpg
Eine Dateimaske ist obligatorisch. Die Zeichenfolge muss mit 0x00 abgeschlossen werden.

*Antwort vom Server:*

Ein 128-Byte-Header, gefolgt von der Liste der Dateinamen (keine Ordner) im ausgewählten Verzeichnis. Beachten Sie, dass jeder Dateiname mit einem NULL-Zeichen (0x00) abgeschlossen wird.

Header:
dir <n>, wobei n die ASCII-Darstellung der Länge der Dateinamenliste in Bytes einschließlich der abschließenden NULL-Zeichen bezeichnet.
Die Header-Zeichenfolge ist mit NULL-Zeichen bis 128 Byte Größe aufgefüllt.

**2. Downloading a file from the remote server:**

*Command sent to server:*

download [filepath]+name +NULL-Character

Example:
download c:\VNWA\test.jpg
Die Zeichenfolge muss mit 0x00 abgeschlossen werden.

Hinweis: Wenn kein Dateipfad angegeben ist, wird das Arbeitsverzeichnis der Serversoftware angenommen.

*Answer from server:*
A 128 byte header followed by the binary byte stream of the file.

Header:
Datei <n>, wobei n die ASCII-Darstellung der Länge der Datei in Bytes ohne die Kopfgröße von 128 Byte angibt.
Die Header-Zeichenfolge ist mit NULL-Zeichen bis 128 Byte Größe aufgefüllt.

**3. Uploading a file to the remote server:**

*Command sent to server:*

Ein 128-Byte-Header gefolgt vom Byte-Stream der hochzuladenden Datei.

Header:
upload <n> [filepath]+name +NULL-Characters
**n** bezeichnet die ASCII-Darstellung der zu sendenden Dateigröße in Bytes, ausgenommen die Header Size von 128 Byte. Der Header muss an seinem Ende mit NULL-Zeichen auf 128 Bytes aufgefüllt werden.

Example:

upload 51349 c:\VNWA\test.jpg
Die Zeichenfolge muss am Ende mit 0x00 bis 128 Byte Größe aufgefüllt werden.

Hinweis: Wenn kein Dateipfad angegeben ist, wird das Arbeitsverzeichnis der Serversoftware angenommen.

*Answer from server:*

None

## Controlling the VNWA by Windows Messages

### The Windows Message Interface:

### Grundkonzept der Windows Messages

Der Windows-Befehl "PostMessage" erlaubt es, eine kurze Nachricht an ein bestimmtes sichtbares oder unsichtbares Fenster zu senden.

```
BOOL WINAPI PostMessage(
__in_opt  HWND hWnd,
__in      UINT Msg,
__in      WPARAM wParam,
__in      LPARAM lParam
);
```

Parameter Beschreibung:

- **hWnd** ist die Fensterhandhabung (oder -addresse) , um ein spezifisches Fenster zu erreichen.
- **Msg** ist eine eindeutige Message-Nummer, mit der der VNWA reagieren kann.
- **wParam** und **lParam** sind zwei 4 Byte Integer-Konstanten, die an den VNWAgesendet werden können.
  **wParam** wird als VNWA Command interpretiert.
  **lParam** wird als ein optionaler Parameter für den VNWA Command interpretiert.

Implementierte VNWA Remote-Befehle:

| wParam: | Command: | lParam: |
|---|---|---|
| 0 | terminiert den VNWA | n.a. |
| 1 | Sweep | bits:select 0:S21, 1:S11, 2:S12, 3:S22 |
| 2 | läd Cal [rfile] | n.a. |
| 3 | läd Mastercal [rfile] | n.a. |
| 4 | schreibt s2p [wfile] | n.a. |
| 5 | schreibt s1p [wfile] | value:wählt saved record: 0:S21, 1:S11, 2:S12, 3:S22 |
| 6 | ändert rfile string | 0: clear string<br>1...255: addiert Char(lParam) zu String |
| 7 | ändert wfile string | 0: clear string<br>1...255: addiert Char(lParam) zu String |
| 8 | setzt Start frequency | Start frequency [Hz] |
| 9 | setzt Stop frequency | Stop frequency [Hz] |
| 10 | setzt Number of Points | number of points |
| 11 | setzt Time per Data Point | time [microseconds] |
| 12 | setzt Sweep Mode | 0: Lin, 1: Log |
| 13 | liest und führt aus [rfile] script file (*) | |
| 14 | setzt RF DDS | frequency [Hz] |
| 15 | setzt LO DDS | frequency [Hz] |
| 16 | setzt VNWA | frequency [Hz] RF and LO DDS werden gesetzt simultan mit IF offset |
| 17 | setzt TX Power | Amplitude = 0...16383 |
| 18 | continuous Sweep | bits:select Bit 0:S21, Bit 1:S11, Bit 2:S12, Bit 3:S22 |
| 19 | stop continuous Sweep | 0: Stopp nach Sweep completion, 1: Stopp sofort |
| 20 | setzt calibration direction | 0: forward, 1: reverse (wenn S-Parameter test set vorhanden, sonst ignoriert) |
| 21 | Calibration sweep | 0: Short, 1: Open, 2: Load, 3: Crosstalk, 4: Thru, 5: Thru Match. Füge 16 hinzu, um die Aufforderung anzuzeigen, den Cal Standard anzuschließen. |
| 22 | read snp-file | lower 4 bits:0x00...0x07 select S21, S11,...,Mem4; higher 4 bits: 1=s1p, 2=s2p, 3=s3p |
| 23 | read spec-file | (spec tester window will open) |
| 24 | spec sweep | bits:select 0:S21, 1:S11, 2:S12, 3:S22 (spec tester window will open, timer will be deactivated) |
| 25 | spec result | (return error code= 0: pass, 1: fail, 2: other error) |
| 26 | load instrument state [rfile] | 0: ignore hardware settings, 1: also load hardware settings |
| 27 | save instrument state [rfile] | 0: ignore memory spaces, 1: save memory spaces |
| 255 | echo (wParam & 0xFFFF) \| 0x10000 | und lParam durch PostMessage zurück an den Absender (für die Fehlersuche( Debugging), während der Softwareentwicklung) |

(*) Für Einzelheiten zum Script file syntax siehe Seite: Controlling the VNWA by a Script File.

**wfile** ist ein Schreibdateitname, inklusive Pfad, innerhalb der VNWA Anwendung,während der Ausführung. Dieses ist eine Datei, in die gemessene S-Parameters, gespeichert werden können. Der Dateiname kann durch den Remote command 4 geändert werden.

**rfile** ist ein Lesedateiname inklusve Pfad, innerhalb der VNWA Anwendung, während diese ausgeführt wird. Dies ist die Datei, aus der die Kalibrierung oder Masterkalibrierung gelesen wird. Der Dateiname kann per Remute-Befehl 5 geändert werden.

Return Message = Acknowledgement: (Quittung)

Wenn der VNWA für den Remute-Betrieb (Fernsteuerung) gestartet wird, wird er eine Windows-Message senden, zurück an den Handle(Identifikator) des aufrufenden Programms, um den VNWA (ownhandle)zu übergeben. Diese Nachricht enthält den Handle der VNWA Anwendung und die Message-Nummer, die dem VNWA zugeordnet ist.
Außerdem wird jeder Remute-Befehl, der zum VNWA geschickt wird, bestätigt, durch eine Rückmeldung, die einen Fehlercode enthält

WParam:
-Wenn higher 16 bits of WParam Null sind, dann enthält die Miteilung den VNWA remote handle = LParam. Der VNWA ist zugeordnet zum message code = WParam in diesen Fall.
- Wenn higher 16 bits of WParam NICHT Null sind, dann enthält die Rückmeldung einen Fehler-Code.
Den error code =higher 16 bit of WParam.

Error codes:
1: Kein Fehler
2: Script File-Fehler, fehlende Datei-Fehler, fehlendes Directory-Fehler
3: Datei-Zugriff-Fehler (z.B. Write-File blockiert)

**Software Implementation**

Der folgende Delphi/Pascal Beispiel-Code zeigt, wie man die VNWA Software fernstarten und bedienen kann:

```
unit URemote;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls, ShellAPI, Menus;
type
TForm1 = class(TForm)
BStartVNWA: TButton;
ListBox: TListBox;
EPath: TEdit;
ERuntimeArgument: TEdit;
BSendMessage: TButton;
ECommand: TEdit;
EParameter: TEdit;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
PopupMenu1: TPopupMenu;
ClearScreen1: TMenuItem;
Edit5: TEdit;
BSendWName: TButton;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
Edit6: TEdit;
BSendRName: TButton;
procedure BStartVNWAClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure BSendMessageClick(Sender: TObject);
procedure ClearScreen1Click(Sender: TObject);
procedure BSendWNameClick(Sender: TObject);
procedure BSendRNameClick(Sender: TObject);
private
Private declarations
public
Public declarations
```

```
remotehandle: hwnd;
WM_REMOTE: WORD;
procedure Receiver(var Msg: TMessage); message WM_USER;
end;
var
Form1: TForm1;
implementation
$R *.dfm
procedure TForm1.BStartVNWAClick(Sender: TObject);
var path, argument: string;
begin
PostMessage(remotehandle, WM_REMOTE, 0, 0); //try to terminate VNWA if it is still running
sleep(500); //wait for VNWA to terminate
path:=EPath.Text;
argument:=ERuntimeArgument.Text;
ListBox.Clear;
ListBox.AddItem('ShellExecute return code = '+
inttostr(ShellExecute(Handle,'open', PChar( Path),PChar( Argument), nil, SW_SHOWNORMAL)),nil );
end;
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
EPath.Text:='D:\VNWA\VNWA.exe';
ERuntimeArgument.Text:='-remote -silent -debug -callback '+inttostr(self.handle)+' '+inttostr(WM_USER);
end;
procedure TForm1.Receiver(var Msg: TMessage);
var cmd: integer;
begin
cmd:=Msg.WParam shr 16;
ListBox.AddItem('Message received LParam='+inttostr(Msg.LParam)+' WParam='+inttostr(Msg.WParam),nil);
case cmd of
0: begin
WM_REMOTE:=Msg.WParam;
remotehandle:=Msg.LParam;
ListBox.AddItem('remote handle received',nil);
end;
1: begin
ListBox.AddItem('remote command executed successfully',nil);
end;
else ListBox.AddItem('remote command executed with ERROR! Error code = '
+inttostr(cmd-1),nil);
end;
end;
procedure TForm1.BSendMessageClick(Sender: TObject);
begin
PostMessage(remotehandle, WM_REMOTE, strtoint(ECommand.Text), strtoint(EParameter.Text));
end;
procedure TForm1.ClearScreen1Click(Sender: TObject);
begin
ListBox.Clear;
end;
procedure TForm1.BSendWNameClick(Sender: TObject);
var s: string;
i: integer;
begin
s:=Edit5.Text;
PostMessage(remotehandle, WM_REMOTE, 7, 0);
for i:=1 to length(s) do
PostMessage(remotehandle, WM_REMOTE, 7, byte(s[i]));
end;
procedure TForm1.BSendRNameClick(Sender: TObject);
var s: string;
i: integer;
begin
s:=Edit6.Text;
PostMessage(remotehandle, WM_REMOTE, 6, 0);
for i:=1 to length(s) do
PostMessage(remotehandle, WM_REMOTE, 6, byte(s[i]));
```

```
end;
end.
```

## Controlling the VNWA by a Script File

**Der VNWA Script-Datei Syntax:**

**Implementierte VNWA Scriptdatei Befehle:**

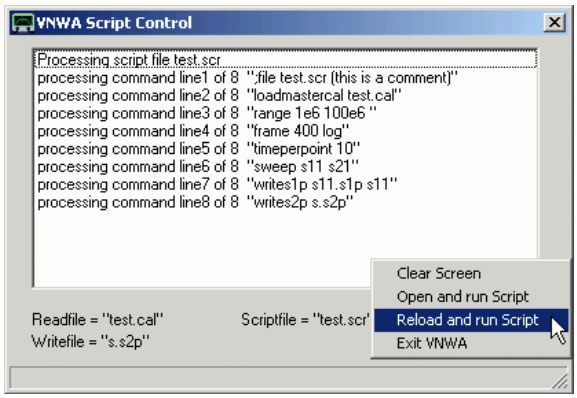
| | |
|---|---|
| **; comment** | eine Zeile, die mit ";" beginnt, wird als Kommentar interpretiert. |
| **caldir <direction>** | wähle die Kalibrierungsrichtung (wenn ein S-Parametertestset verfügbar ist). Direction = forward / reverse. |
| **calsweep <calibration>** | machen Sie ein Kalibrierungs-Sweep. Calibration = Open, Short, Load, Crosstalk, Thru, ThruMatch |
| **loadmastercal cal-filename** | laden Sie eine Kalibrierungsdatei als Master-Calibration |
| **loadcal cal-filename** | laden Sie eine Kalibrierungsdatei |
| **timeperpoint <t>** | setzen Sie die Measurement Time per Data Point. Die Zahl t bezeichnet die Time per Datapoint in Millisekunden. |
| **range <start> <stop>** | setzen Sie den Measurement Frequency Range. start=start frequency [Hz], stop=stop frequency [Hz] |
| **frame <n> <sweeptype>** | setzen Sie die Sweep Frame Data. n=number of data points, sweeptype=lin or sweeptype=log sets a linear or logarithmic frequency grid. |
| **setTXpower <p>** | setzen Sie die TX DDS Amplitude auf p = 0...16383 |
| **sweep [s11] [s21] [s12] [s22]** | starten Sie einen Sweep für die spezifizierten Datenfelder |
| **writes1p filename <trace>** | Schreiben Sie die Messdaten des Trace in einen s1p- Datei. Es kann jeder Trace von s11, s21, s12, s22 sein. |
| **writes2p filename** | schreibt alle Messdaten (s11, s21, s12 und s22) in eine s2p –Datei. |
| **readsnp filename** <n> <d> | liest Touchstone data (n=1:s1p, n=2:s2p, n=3:s3p) to data space d (0=S21, 1=S11,..., 7=Mem4) |
| **exitVNWA** | beendet die VNWA Software |

**Note: Der** VNWA wird automatisch beendet, wenn ein Fehler auftritt und die Debug-Option nicht aktiviert ist .

**Script File Beispiel:**

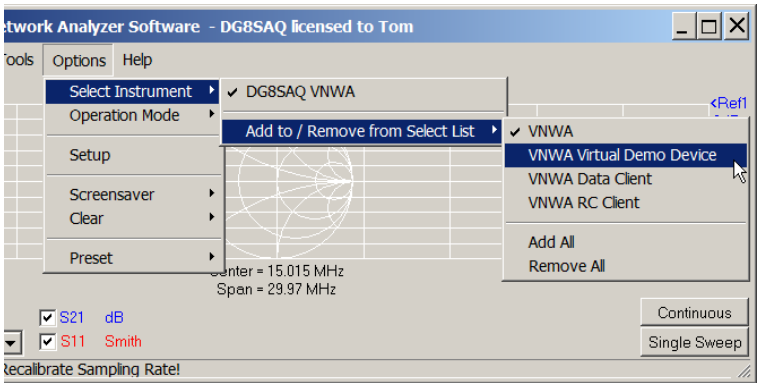
```
;file test.scr (this is a comment)
loadmastercal test.cal
range 1e6 100e6
frame 400 log
timeperpoint 10
sweep s11 s21
writes1p s11.s1p s11
writes2p s.s2p
```

Wenn Sie den VNWA mit dem Befehl (command) **VNWA.exe test.scr -debug** starten, wird das VNWA Fenster geöffnet und das Debug- oder **Script Control Fenster**:




Das Script-Control-Fenster zeigt den Fortschritt der Ausführung des Script und auftretende Fehler. Ein Rechts-klick auf das Script-Control-Fenster wird das **Script Control Drop-Down Menü öffnen,** wie oben zu sehen. Es erlaubt:
- Clear Screen = deaktiviert die weiße Message-Box.
- Öffnet und führt die Script-Datei aus.
- Aktualisiert (die zuvor geöffnete) Script-Datei und führt sie aus (sinnvoll, wenn die Datei geändert wurde)
- Verlassen der VNWA Anwendung.

## VIRTUAL VNWA INSTRUMENTS




Die VNWA-Software enthält drei virtuelle VNWA-Geräte, die nicht der tatsächlichen Hardware entsprechen, aber entweder Hardware simulieren oder über LAN / TCP eine Verbindung zu anderen VNWA-Softwareinstanzen herstellen:

VNWA Virtual Demo Device
VNWA Data Client
VNWA RC Client

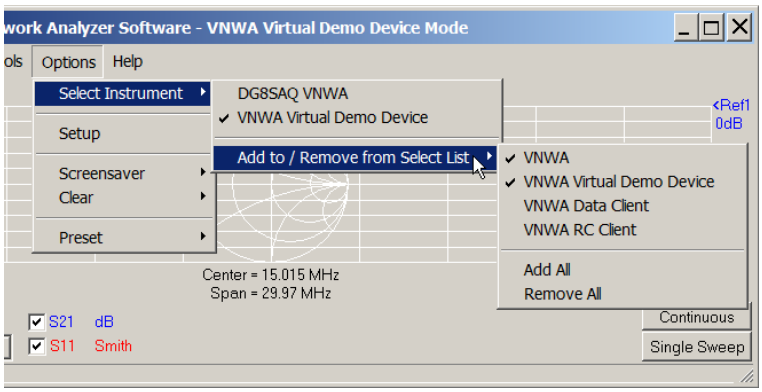
Diese werden auf den folgenden Seiten detailliert beschrieben.

## VNWA VIRTUAL DEMO DEVICE

Das virtuelle Demo-Gerät verhält sich wie ein Hardware-VNA, der von der VNWA-Software gesteuert wird, während es sich um reine Software handelt. Es ist besonders praktisch für Benutzer, die noch kein DG8SAQ VNWA besitzen und die Handhabung der VNWA-Software erforschen möchten.
Es ist auch ein gutes Lernwerkzeug, da es Messergebnisse verschiedener Testobjekte simulieren kann, so dass der Benutzer vor dem Messen der tatsächlichen Hardware erkunden kann, was zu erwarten ist.

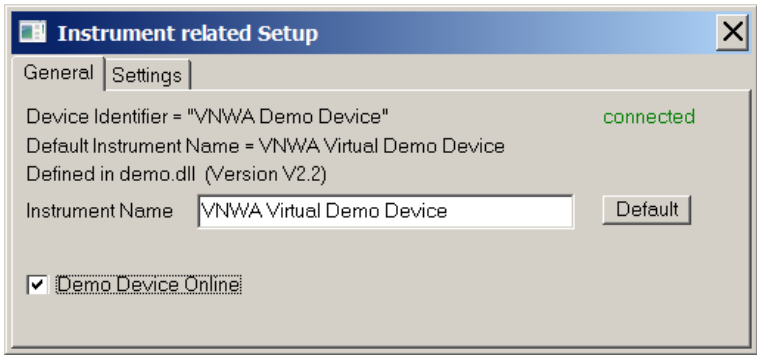
### General:

Nachdem Sie das VNWA Virtual Demo Device der Liste Select Instruments hinzugefügt haben, kann es dort ausgewählt werden:



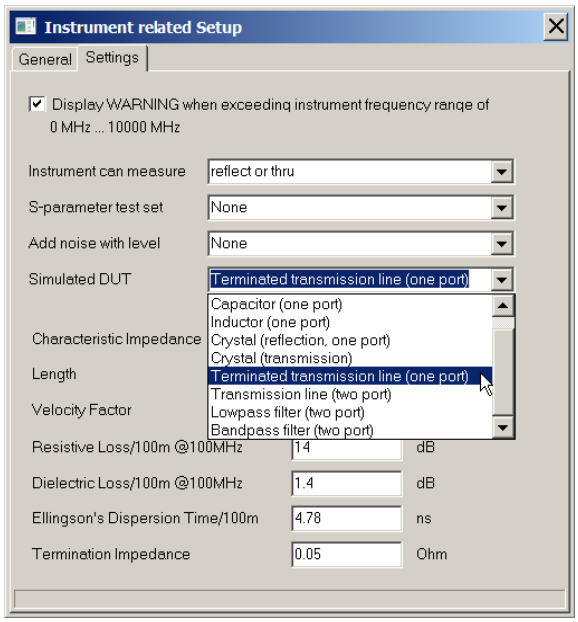

Nach der Aktivierung zeigt die blaue Titelleiste VNWA Virtual Demo Device, wie oben zu sehen.

Nun kann der virtuelle VNA ähnlich wie ein Hardware-VNWA gehandhabt werden.
Als erstes muss über das Hauptmenü "Optionen-Setup" ein Setup vorgenommen werden:




Hier können wir den Gerätenamen ändern und wir können das virtuelle Instrument ein- oder ausschalten. Natürlich können wir nicht sweepen, wenn das Instrument ausgeschaltet ist, als ob es ein echtes Instrument wäre.

Und wir können natürlich keine echten Testobjekte mit einem virtuellen VNA verbinden. Daher müssen wir virtuelle Testobjekte in das Setup auf der Registerkarte Einstellungen auswählen:



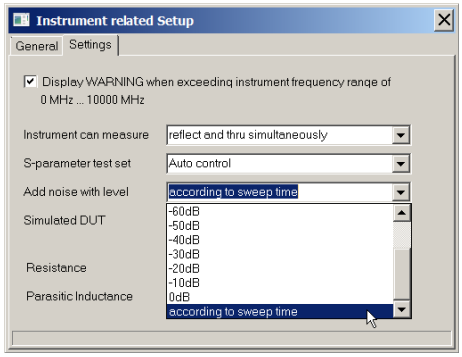

Verfügbare virtuelle Testobjekte sind:

Resistor
Resistor in transmission (two port)
Resistor shunt (two port)
Capacitor
Inductor
Crystal
Crystal in transmission
Arbitrarily terminated transmission line
Transmission line two port
Lowpass filter
Bandpass filter

Darüber hinaus können wir spezifizieren, ob das Instrument reflect und thru in einem einzelnen Sweep messen kann (wie der VNWA3E) oder reflektieren oder durch zwei Sweeps messen kann, um reflect und thru zu messen (wie der VNWA3).

Außerdem kann das Vorhandensein eines S-Parameter-Testsets simuliert werden.

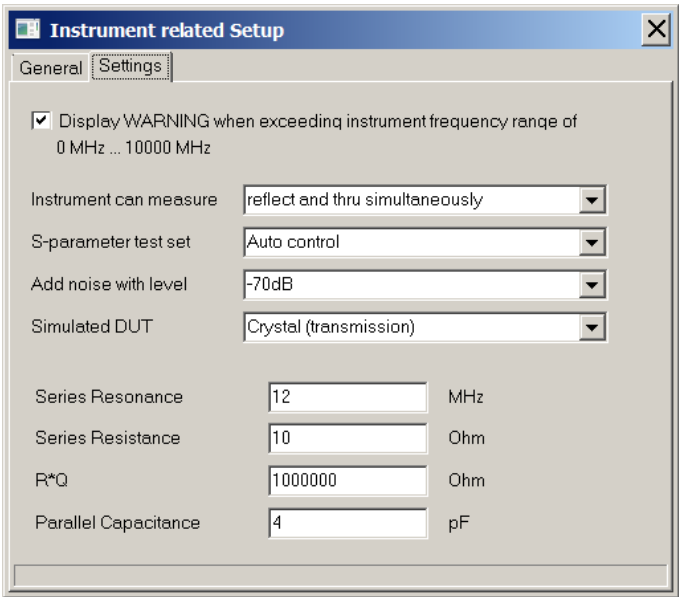
Zu der simulierten Messung kann Rauschen hinzugefügt werden, um die Messung wirklichkeitsgetreuer erscheinen zu lassen und die Auswirkungen von Rauschen auf die verschiedenen Messungen zu untersuchen:



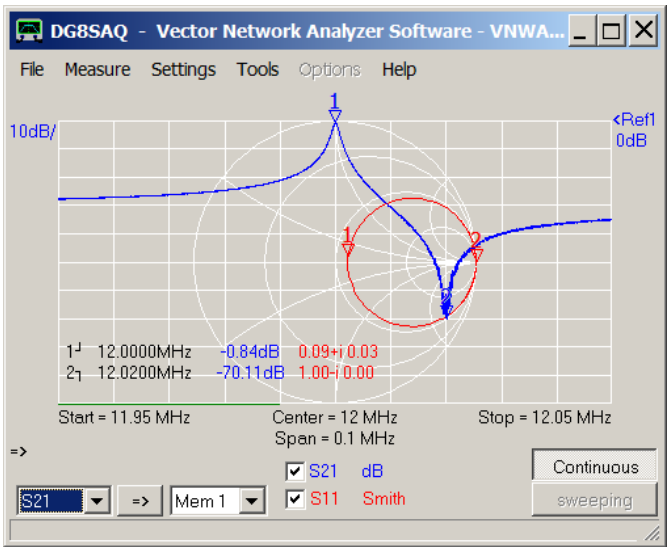

Wenn ein Rauschpegel "according to sweep time"" ausgewählt wird, wird ein Sweep-zeitabhängiges Rauschen hinzugefügt, wie es bei einem echten VNWA der Fall ist.
Eine langsamere Wobbelgeschwindigkeit entspricht einer schmaleren Empfängerbandbreite und somit einer verringerten Rauschleistung.
In diesem Modus sind die Rauschpegel denen des VNWA3 im VHF-Bereich ähnlich.

### Example 1: Crystal Resonator in Transmission

Wir wählen das Standardkristallmodell in Transmission aus, das heißt, der Kristall ist zwischen dem virtuellen TX-Port und dem RX-Port verbunden.



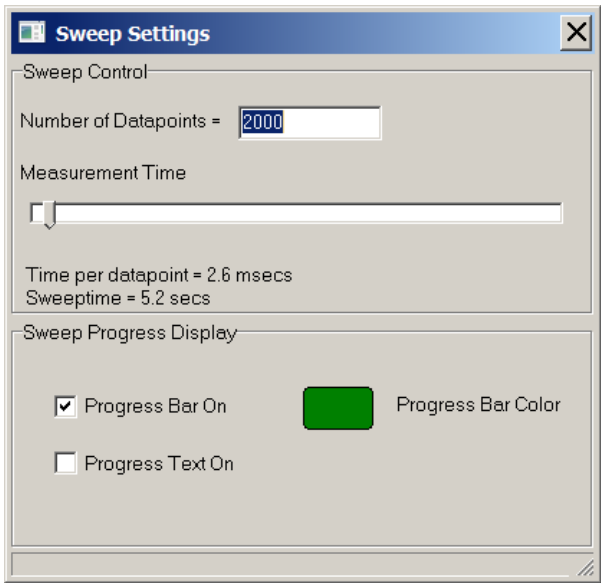

Wir messen den virtuellen Kristall wie einen echten:



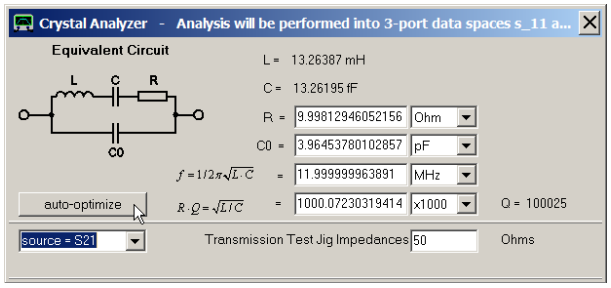

Wichtig: Da unser virtueller VNA durch Codierung ideal ist, muss er vor der Messung nicht kalibriert werden. Wir wären ohnehin nicht in der Lage, Kalibrierstandards zu verbinden.

In unserer simulierten Messung, oben, sehen wir die Serienresonanz (Maximalmarker 1) und die Parallelresonanz (minimale Markierung 2) in dem blauen Transmissions-Trace. In der Nähe der Parallelresonanz sehen wir auch den Einfluss des simulierten Rauschens, das sich von Sweep zu Sweep ändert.
Beachten Sie, dass der rote Reflexions-Trace nicht den Reflexionskoeffizienten des Kristalls zeigt, sondern den Reflexionscoeffizienten des Kristalls in Reihe mit der RX-Port-Impedanz von 50 Ohm verbunden, wie es für eine reale Messung dieser Art wäre.

Wie bei einem echten Hardware-VNWA können wir auch einzelne Sweeps oder Sweep im kontinuierlichen Modus ausführen, wie oben gezeigt, und wir sehen den grünen Sweep-Fort-schrittsbalken auf der Unterseite.
Außerdem können wir die Sweep-Geschwindigkeit über das Hauptmenü Settings-Sweep festlegen:

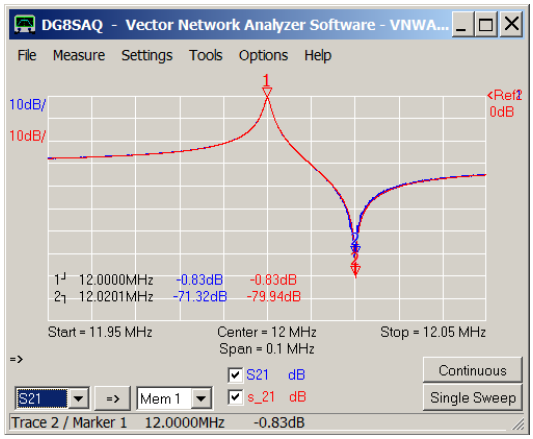



Und wir haben alle Tools der VNWA-Software zur Verfügung, um das Messergebnis wie für eine echte Messung zu analysieren.
Als nächstes verwenden wir das Crystal Tool (main menu Tools-Crystal Analyzer), um die motional Parameters unseres simulierten Kristalls zu extrahieren:




Und tatsächlich extrahieren wir oben die Parameter, die wir ursprünglich als Testobjektparameter festgelegt haben. Beachten Sie, dass wir bei einer Transmissionsmessung S21 analysieren müssen.

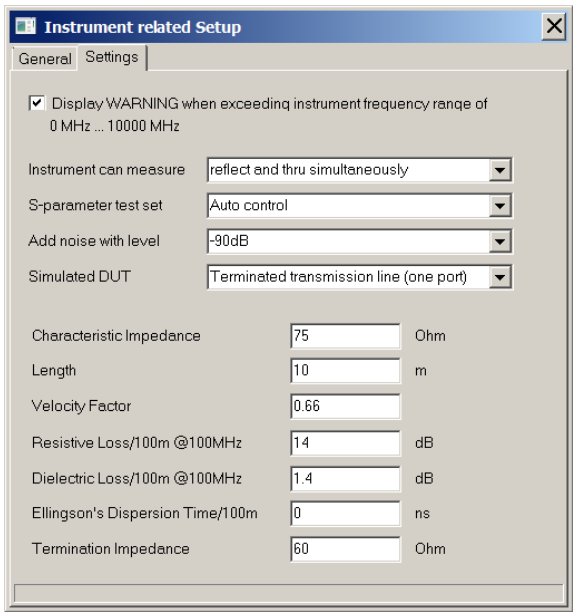
Wir können die Übereinstimmung zwischen dem simulierten Mess- und dem Anpassungsmodell untersuchen, indem wir auf den Speicherbereich *3-port memory space s_21* schauen, der missbraucht wird, um das Modell anzupassen:



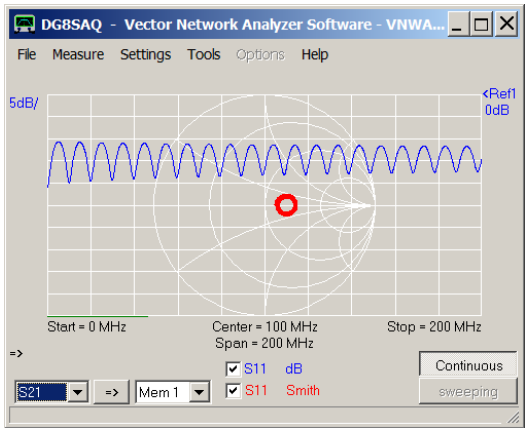

Die Anpassung ist perfekt.

### Example 2: Terminated Transmission Line

Als zweites Beispiel verbinden wir eine schlecht terminierte 75 Ohm Transmissionline mit dem virtuellen VNA ...

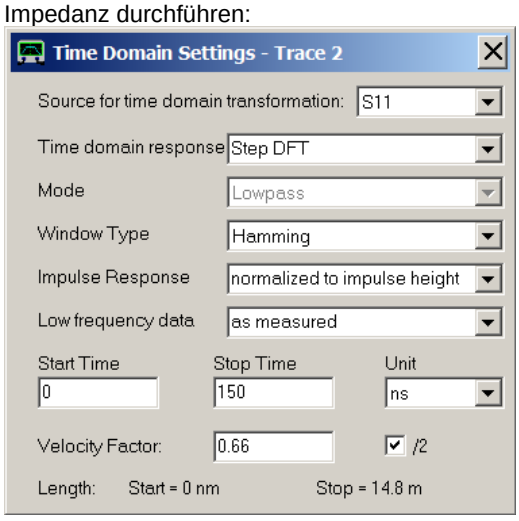


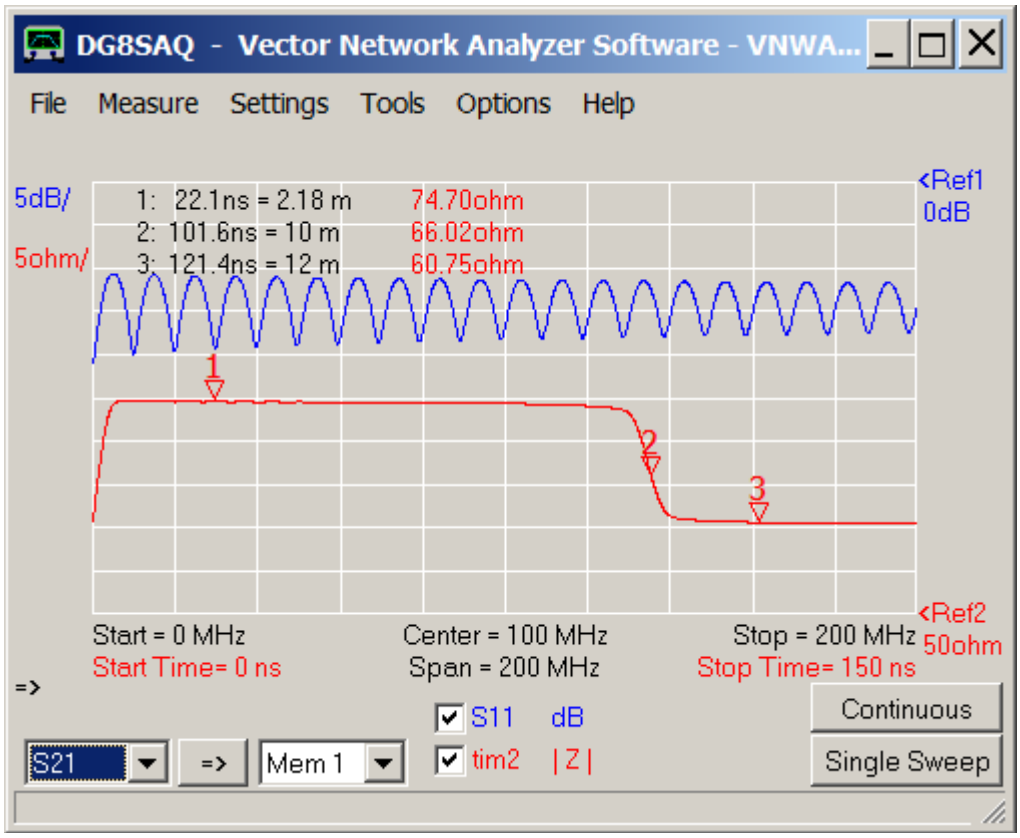

und messen Sie sein Reflexionsvermögen durch Drücken der Sweep-Taste im VNWA-Hauptfenster:




In unserer obigen simulierten Messung sehen wir die Auswirkungen von Fehlanpassung und Leitungsverluste. Beachten Sie, dass der virtuelle VNA im Gegensatz zu einem echten VNA bis zu 0 Hz messen kann.

Lassen Sie uns eine Time-Domain-Analyse unseres Messergebnisses von oben in Bezug auf Step Response und Impedanz durchführen:






Aus unserer Zeitanalyse (rote Time Trace oben) können wir sehen, dass wir eine 10m (Marker 2) Übertragungsleitung, von 75 Ohm (Marker 1), haben, die mit 60 Ohm abgeschlossen ist (Marker 3).
Beachten Sie, dass die Zahlen nicht genau ausgegeben werden, da unsere simulierte Linie Verluste aufweist und wir einen begrenzten Frequenzbereich durchlaufen.
Sie können die Auswirkung verschiedener Einstellungen und Testobjektparameter auf das Messergebnis leicht untersuchen.

## VNWA DATA CLIENT

Das Data Client Device wandelt die VNWA-Software in einen Remote Data Viewer ( fernbedienter Datenbildschirm) um, der mit dem Haupt- Software Instance (VNWA-Server) verbunden ist, der eine VNWA-Hardwareeinheit (oder einen virtuellen VNA) steuert.
Es dient als zusätzliches Grafikfenster. Es kann mehr als ein Datenclient gleichzeitig ausgeführt werden, wodurch die Anzahl der verfügbaren Grafikfenster vervielfacht wird.

Da die Kommunikation über die VNWA-TCP-Datenschnittstelle erfolgt, muss der Datenclient nicht auf demselben Computer wie der VNWA-Server ausgeführt werden. Es ist nur eine LAN-Verbindung zu dem Computer erforderlich, auf dem der VNWA-Server ausgeführt wird. Somit kann der Datenclient auch verwendet werden, um Messungen z.B. in einer automatisierten Umgebung auszuführen. Datenclients können im laufenden Betrieb gestartet werden, ohne den Server zu beeinflussen.
Jeder Datenclient bietet einen vollständigen zusätzlichen Satz von unabhängigen Speicherbereichen, benutzerdefinierten Ablaufverfolgungen und Datenanalysewerkzeugen.

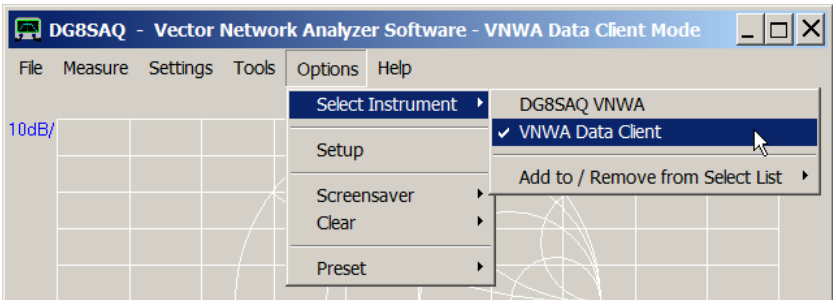
Ein Datenclient auf demselben Computer kann leicht in einer vorkonfigurierten Weise über das Menü Tools-Data Client gestartet werden. Auf diese Weise ist ein Setup weder notwendig noch möglich. Auch eine Kalibrierung des Clients ist weder notwendig noch möglich, da nur eingehende Messdaten angezeigt werden. Außerdem wird die Haupt-VNWA-Instanz automatisch in den Server-Modus geschaltet und die TCP-Verbindung wird automatisch hergestellt.
Wenn ein Daten-Client manuell gestartet wird, muss auch ein entsprechender Server gestartet werden und beide müssen manuell verbunden sein. Diese Verfahren werden im Folgenden beschrieben.

### General:

#### 1. Launching Client

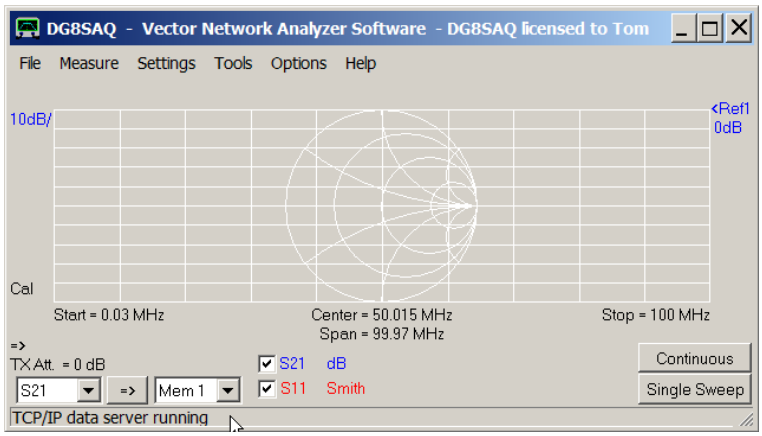
Eine zweite Instanz der VNWA-Software, die sich von der die VNWA-Hardware steuernden Software unterscheidet, muss von einem anderen Verzeichnis als dem Hauptinstallationsordner gestartet werden. Erstellen Sie entweder eine separate VNWA-Installation in einem anderen Ordner oder kopieren Sie den Installationsordner manuell in einen separaten Ordner. Hardware-Setup kann dort weggelassen werden.

In dieser zweiten VNWA-Software-Instanz, die wir als Client bezeichnen, können wir das virtuelle Daten-Client-Device über das Menü *Options-Select Instruments menu* auswählen, nachdem wir es über das selbe Menü in die Auswahl-Instrumenten-Liste aufgenommen haben:



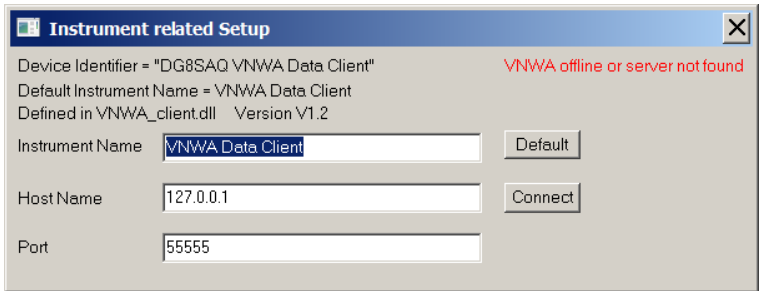

#### 2. Launching Server:

Als nächstes starten wir die VNWA-Software aus dem Hauptinstallationsordner und starten den entsprechenden Datenserver, dem der Datenclient hören soll. Stellen Sie sicher, dass sich die Clientinstanz NICHT im VNWA-Modus befindet, um den gleichzeitigen Hardwarezugriff von zwei Instanzen zu vermeiden.
Die Möglichkeiten, einen Datenserver zu starten, finden Sie auf der Seite *Controlling the VNWA via TCP/IP*.
Der einfachste Weg besteht darin, die Tastaturkombination ctrl + alt + s in der VNWA-Hauptinstanz zu verwenden, die die VNWA-Hardware steuert, um den Datenserver einzuschalten.
Der Erfolg wird in der unteren Statuszeile angezeigt:

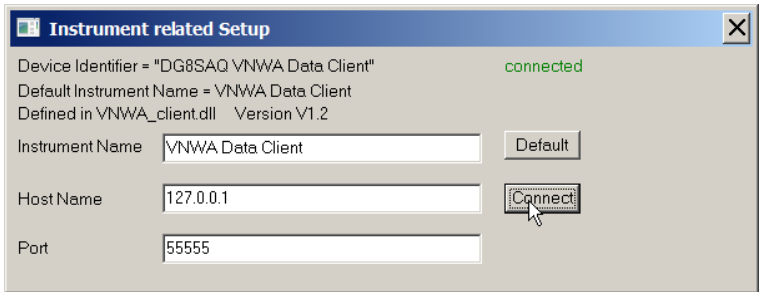



### 3. Connecting the Client to the Server:

Öffnen Sie in der VNWA-Client-Instanz das Hauptmenü Optionen-Setup. Der Client wird zunächst getrennt, da wir den Server nach dem Client gestartet haben:




Nach Eingabe des Host-Namens oder der Host-IP-Adresse des Server-Computers und der Basis-Port-Nummer (standardmäßig 55555) können wir den Client über den Connect-Button verbinden:



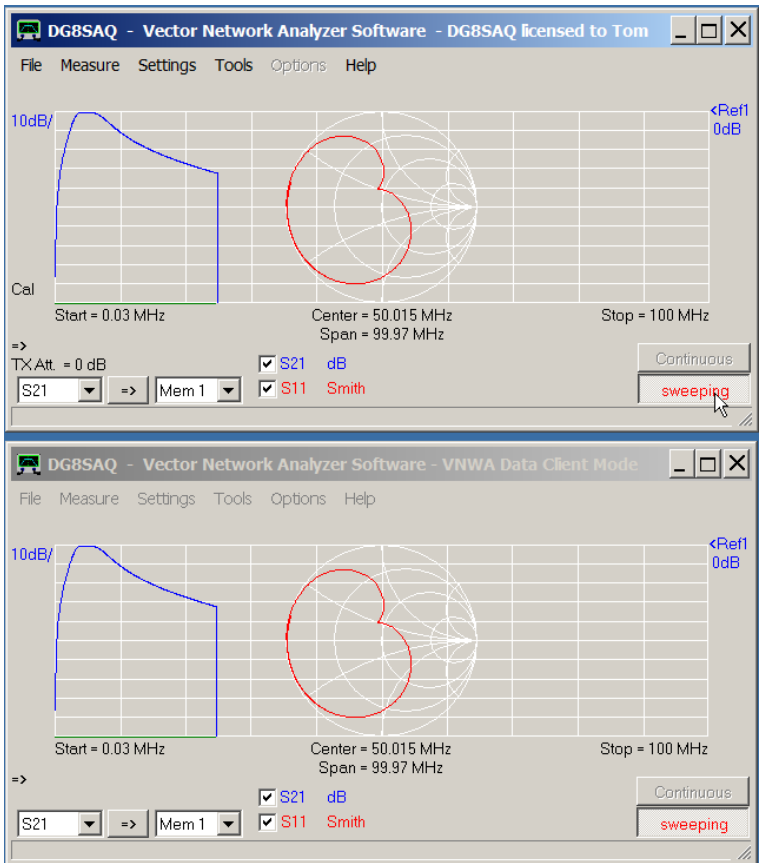

Jetzt ist der Client bereit, Messdaten vom Server zu empfangen.

Hinweis: Die Standard-IP-Adresse 127.0.0.1 entspricht dem lokalen Computer, auf dem der Client ausgeführt wird. Diese Adresse ist für jeden Computer gültig. Wenn der Client mit einem Remotecomputer verbunden werden soll, verwenden Sie die richtige IP-Adresse oder den Computernamen des Remotecomputers.

Hinweis: Beachten Sie, dass sich der Client diese Einstellungen merkt und, wenn der Server zukünftig vor dem Client gestartet wird, wird der Client beim Client-Start automatisch eine Verbindung zum Server herstellen.

### Example 1: Capturing a single sweep sequence

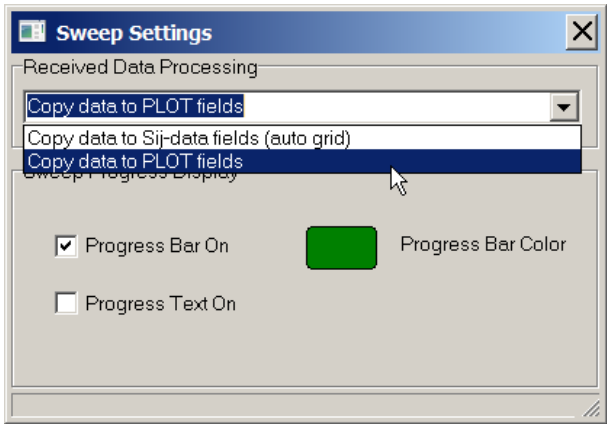
Wenn wir den Single Sweep Button des Clients drücken, wartet der Client auf eine Messsequenz vom Server. Sobald wir einen Sweep auf dem Server starten, werden die Messdaten auch in Echtzeit auf dem Client angezeigt:




Mit dem Datenclient haben wir ein zusätzliches Anzeigefenster, in dem wir Markereinstellungen und Anzeigeeinstellungen verwenden können, die sich vom Serverfenster unterscheiden. Im Standard Transfer Mode müssen die Frequenzachsen der beiden identisch sein (abgesehen von Box-Zooms).
Das zweite Beispiel zeigt, wie diese Einschränkung überwunden werden kann.

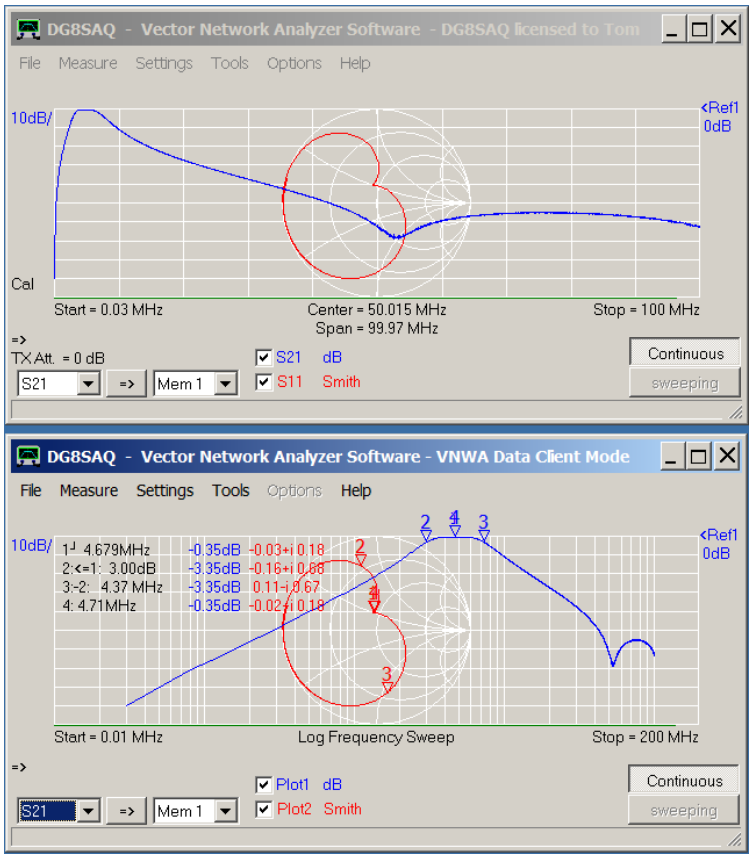
### Example 2: Displaying measurement data with different frequency axis

Wir können den Datenclient so konfigurieren, dass er Daten in extended functionality *Plot* memory spaces anstelle der Standardspeicherplätze für Sij-Messungen über das Menü Client Settings-Sweep empfängt:



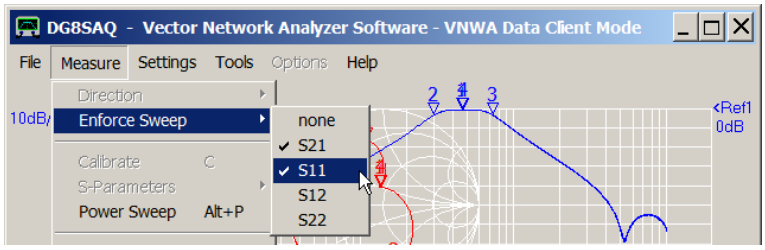

Während sich der Client automatisch an das Server Frequency Grid anpasst, wenn er Daten in die default *Sij* Memory Spaces empfängt, können wir bei Verwendung von Plot Data Spaces ein beliebiges Server Frequency Grid angeben.

Hier sweept der Server ein lineares Frequenzgitter, aber der Client zeigt die Daten auf einer logarithmischen Frequenzachse an:




Beachten Sie, dass der Benutzer in diesem Fall eine beliebige Start- und Stoppfrequenz auswählen kann.

Wichtig: Sie müssen die Funktion "Enforce Sweep" auf dem Client verwenden, um den Client Sweep zu machen, ohne dass ein S11- oder S21-Datenfeld angezeigt wird:

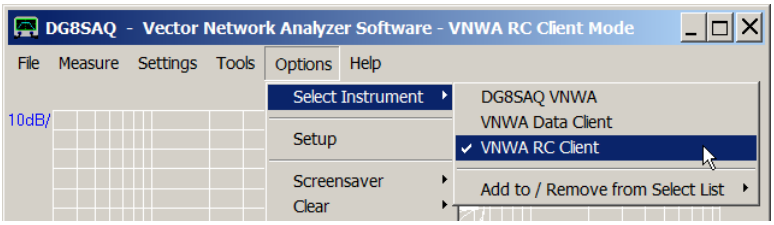



Wenn sie nicht verwendet wird, wird die Fehlermeldung "Nothing to Sweep" auftreten, da VNWA normalerweise nur das sweept, was angezeigt wird, es sei denn, es wird explizit erzwungen.

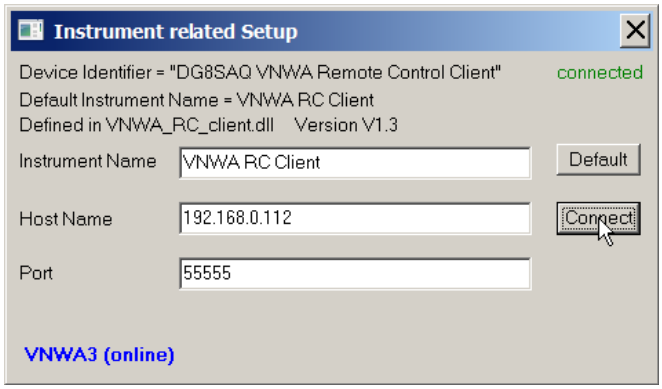
**VNWA RC CLIENT**

Der VNWA RC Client wurde als Proof-of-Concept für die VNWA TCP-Schnittstelle erstellt.
Der RC-Client ermöglicht die Fernsteuerung einer VNWA-Installation, die auf einem Remote-Computer ausgeführt wird, der mit dem Netzwerk verbunden ist. Wie der VNWA Datenclient wird er Messdaten in Echtzeit empfangen und anzeigen.

Das virtuelle VNWA RC Client-Instrument kann über das Menü *Options-Select Instruments* ausgewählt werden, nachdem es über dasselbe Menü zur Auswahlliste hinzugefügt wurde:



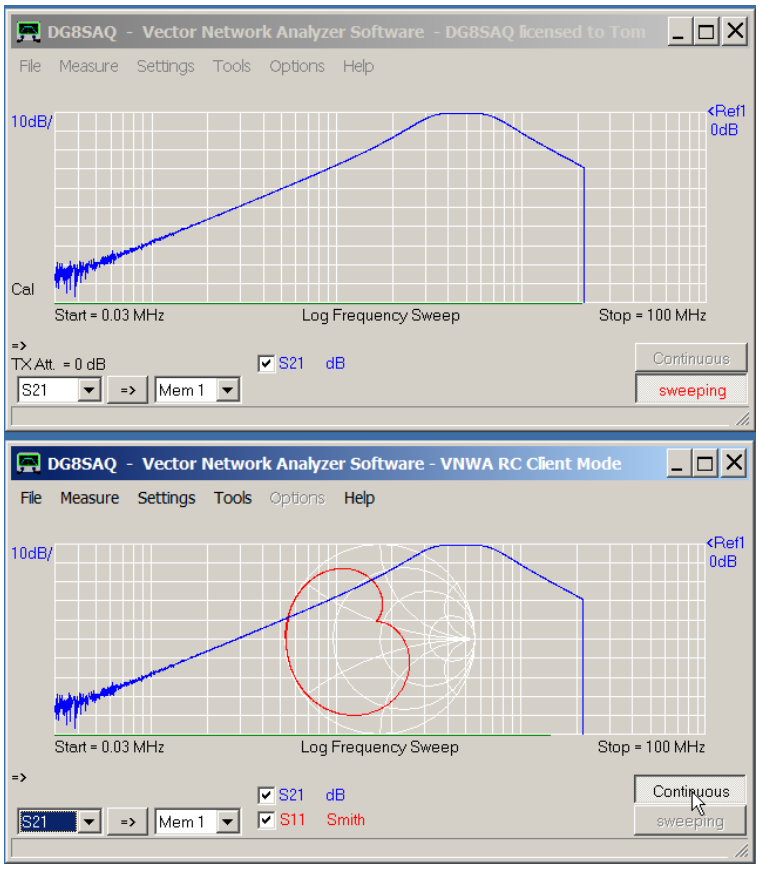

Nach dem Starten einer VNWA-Serverinstanz, z. Auf einem Remote-Computer, wie auf Seite Controlling the VNWA via TCP/IP beschrieben, verbinden Sie den RC-Client über das *Options-Setup*-Menü,….




….. indem Sie die Remote-IP-Adresse oder den Hostnamen eingeben, die entsprechende Base Port Number des Remote-Servers eingeben und die Connect Button Taste drücken.

Das grüne *connected* Label oben rechts zeigt an, dass der RC-Client mit dem Remote-Server verbunden ist.
Das blaue *VNWA3 (online)* Label unten links zeigt an, dass der Remote-Server mit einem VNWA3 verbunden ist und die VNWA- Hardware online ist.

Jetzt ist der RC-Client bereit, den Remote-Server zu steuern. Durch Drücken der Taste "Single Sweep" oder "Continuous" des RC-Clients wird der Server einen Sweep machen und die Messdaten zurück an den RC-Client senden:




Beachten Sie, dass sich die Serveranzeige während des Durchlaufs ändert. Es wird nur der Trace des laufenden Sweeps angezeigt.
Die Gerätekalibrierung kann entweder auf dem Remote-Server oder auf dem Client durchgeführt werden. Normalerweise ist eine Kalibrierung auf dem Server jedoch sinnvoller, da Zugriff auf das mit dem Server verbundene VNWA-Instrument benötigt wird, um die Kalibrierungsstandards zu verbinden.

Beachten Sie auch, dass das Ändern des Frequenzrasters auf dem Client automatisch auch das Frequenzraster auf dem Server ändert. Dies kann die Serverkalibrierung ungültig machen und erfordert möglicherweise eine erneute Kalibrierung auf dem Server.

**Binary S-Parameter file format**

Um Messwerterfassung effizienter zu machen und den Diskettengebrauch, ist ein neues effizientes binäres Speicherungsformat für S-Parameter eingeführt worden mit der Softwareversion VNWA35.8.v . Dieses Format kann alternativ, zum Touchstone-Format, verwendet werden.

**Binary file format description, format version 2:**

Alle Anzahlen werden gemäß dem Format von Intel mit dem niedrigsten bedeutenden Byte zuerst gespeichert.
Alle Gleitkomma-Anzahlen sind 4 Bytes, d. h. einfache Genauigkeit wenn nicht setzten in anderer Weise fest.

Byte 0.. 2: Dateikennung "VNA"
Byte 3: Format-Version (zurzeit 2)
Byte 4: Gespeicherte Aufzeichnung (En): 1=S21; 2=S11; 3=S12; 4=S22; 5.. 8=Mem1... 4; 200=all Sij
Byte 5: Typ Sweep: 1=Linear; 2=Logarithmic; 3=Listed Sweep
Byte 6.. 7 Anzahl von Frequenzpunkten (nicht unterzeichnete ganze Zwei-Byte-Zahl)
Byte 8.. 11 4-Byte-Gleitkomma: VNWA Temperatur während des Maßes in Grad Celsius (VNWA3 nur)
Byte 12.. 15 reserviert
Byte 16.. 23 Doppelte Präzisionsgleitkomma-Anzahl = Datum und Zeit, als Daten gespeichert worden ist, maß in den Tagen das sind seitdem am 30.12.1899 (=TDateTime Format), dieselbe Zeit, wie verwendet, in geloggten Dateinamen gegangen.
Byte 24...
*Wenn Typ Sweep Geradlinig oder Logarithmisch:*
Anfang-Frequenz [Hz] (8-Byte-Gleitkomma für das Format-Byte-Gleitkomma der Version 2 oder 4 für die Format-Version 1, siehe Byte 3)
Hören Sie Frequenz [Hz] auf (8-Byte-Gleitkomma für das Format-Byte-Gleitkomma der Version 2 oder 4 für die Format-Version 1, siehe Byte 3)
*Wenn Verzeichnetes Sweep:* (Unterwerfen Sie, um sich zu ändern)
Die Liste aller Frequenzpunkte [Hz] (#frequency weist * 8-Byte-Gleitkomma für das Format-Byte-Gleitkomma der Version 2 oder 4 dafür hin
Format-Version 1, siehe Byte 3)
*Daten:*

Datenpunkte im Format real/imag: (4 bytes/4bytes) *#frequency points*#records, das ganze Gleitkomma der einfachen Genauigkeit.

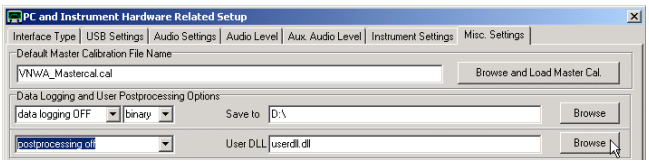
## User Data Postprocessing

Von der VNWA Version 35.9.7 aufwärts bietet die VNWA Software ein **Benutzer programmiertes Interface an,** die dem Benutzer erlaubt **gemessene Sweep-Daten,** nach der Durchführung jedes vollen Sweep-Zyklus, **automatisch zu bearbeiten**. Das Interface wird ausgeführt von einer **User definable Windows dynamic link library file (dll)**. Der VNWA erzeugt eine lokale Kopie der gerade gemessenen Sweep-Daten, startet einen **lower priority parallel thread (sequenzieller Prozess)**, dem es den Sweep-Daten zu einer Funktion übergibt, innerhalb der Benutzers definierbaren dynamischen Bibliothek. Während die Benutzerfunktion die Sweep-Daten innerhalb eines Thread bearbeitet, kann VNWA bereits das folgende Sweep parallel messen.

**Wichtig:** Im **continuous Sweep Mode** muss darauf geachtet werden, dass die Zeit, für die externen Datenverarbeitung, innerhalb der Benutzers dll, **die Sweep-Zeit NICHT überschreitet**. Ansonsten werden unfertige Datenverarbeitungs-threads anwachsen, und schließlich wir das System zusammenbrechen, wenn der Speicher knapp wird. Überzeugen Sie sich außerdem, Ihr dll **tread sicher** zu entwerfen.

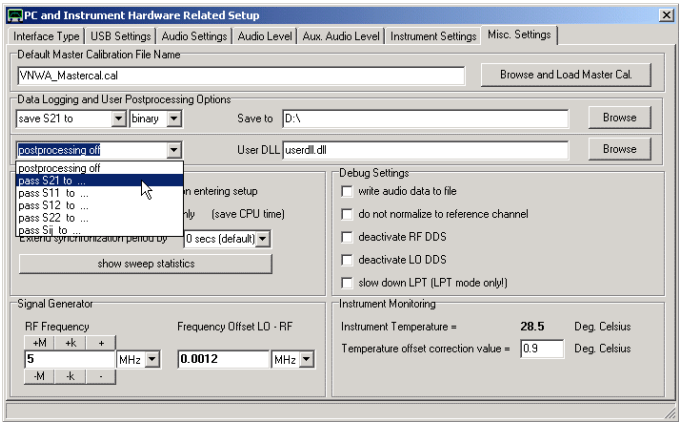
### Setup and Activation

Die **User Postprocessing Funktion**, wird in der **"Misc Settings" Registerkarte** aktiviert, im **VNWA Setup**.
Als Erstens **muss eine Benutzer Definierte dll erzeugt werden**. Das kann einfach getan werden, durch drücken des **Browse-Button** (siehe Maus-zeiger im unteren Screenshot).
Nach dem Auswählen einer Dll-Datei (*.dll) wird die Datei zum VNWA Programmverzeichnis kopiert und der Dateiname wird im Edit-Feld angezeigt, neben dem Browse-Button.
Alternativ kann die dll manuell zum VNWA Programmverzeichnis kopiert werden, und sein Name kann manuell in das editierbare Feld, eingegeben werden.




**Anmerkung : Das** genannte Edit- Feld, und der Browse-Button werden **disabled sein**, sobald Postprocessing eingeschaltet wird.

**Postprocessing wird aktiviert**, durch Auswahl der Daten, die dem User dll übergeben werden sollen:

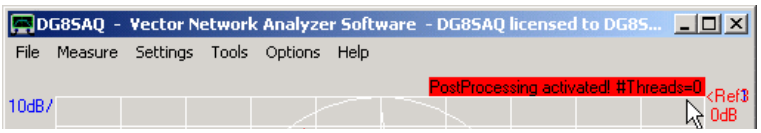



Obere Auswahl wird die User dll in VNWA laden. Wenn das Laden (falscher oder corrupted dll) nicht erfolgreich war, wird Postprocessing sofort ausgeschaltet, und die dll wird wieder unloaded.
Wählen Sie eine andere dll, in solchem Fall aus.

**Anmerkung :** Wenn die Einstellungen (Settings) gültig sind, wird die User-dll automatisch, an jedem VNWA Programm-Anfang umgeladen.

### Main Window Feature

Aktiviertes Postprocessing wird im VNWA Main Window angezeigt:




Weil die Anhäufung von unfertigen Postprocessing Threads gefährlich ist, wird die Anzahl der zurzeit ausgeführten Postprocessing Threads angezeigt (siehe rotes Label, 0 im oben gezeigten Screenshot).

## Interface Definition

**Die User dll muss die folgenden, in Pascal-Programmiersprache gezeigten, function interfaces zur Verfügung stellen:**

**procedure Init; export; cdecl;**

**Init** wird automatisch aufgerufen, nachdem VNWA die user dll geladen hat. Allocate Sie Ihre Ressourcen hier.

**procedure Close; export; cdecl;**

**Close** wird aufgerufen, kurz bevor VNWA die user dll unloads. Überzeugen Sie sich, alle allocate Ressourcen (Dateien, Speicher) hier freizugeben.

**procedure Process(FData: TDoubleArray; SType: Integer; SData: TComplexArray;**
**Len: integer; Rec: integer; tm: TDateTime; temp: Double);**
**export; cdecl;**

**Prozess** wird nach jedem vollendeten Sweep-Zyklus aufgerufen. Hier tun Sie Ihre Datenverarbeitung.

**Parameters of function Process:**

**FData**: Array of frequency data (=pointer to double precision floating point values)
Depending on the VNWA sweep mode, the length and contents of this array varies:
**Linear or Log Sweep:** FData is of length 2 and contains the sweep start and stop frequency
**Listed Sweep**: The length of FData is equivalent to the number of frequency points. FData contains the frequencies for every single frequency point.

**SType**: Integer value indicating the VNWA sweep mode.
1: Linear sweep
2: Log Sweep
3: Listed Sweep

**SData**: Array of sweep data (=pointer to double precision floating point values)
Starting at the first frequency point the array contains the sweep data in the following order: real1,imag1,real2,imag2...
Depending on postprocessing mode the length of SData varies:
- if only one record (e.g. S11) is being passed, then SData contains 2 x # data points real numbers.
- if all records (Sij) are being passed, then SData contains 4 x 2 x # data points real numbers.
Then the order of records is S21, S11, S12, S22.

**Len**: Integer value indicating the number of frequency points.

**Rec**: Integer value indicating which data is being passed:
1: S21
2: S11
3: S12
4: S22
5: all (S21,S11,S12 and S22)

**tm**: double precision floating point value indicating the system time at which the sweep was terminated, measured in days that have passed since 12/30/1899 (=TDateTime format)
**temp**: double precision floating point value indicating the VNWA temperature at which the sweep was performed in degrees Celsius.

**Anmerkung:** Die Schnittstelle ist definiert worden, die **C-language calling convention** verwendend, um das Einbinden der in der C Sprache geschrieben dlls, zu vereinfachen. Verwenden Sie convention **cdecl**, indem Sie

in Pascal codieren. Außerdem müssen die Funktionen declariert werden mit leading underscores im Pascal Code für die C-language Kompatibilität, z.B die function Init, wird gezeigt als _Init  im Pascal Code.

### Programmierung von Beispielen

Ein Pascal/Delphi-Codebeispiel kann hier gefunden werden.

Ein C ++ Codebeispiel kann hier gefunden werden.

**Pascal/Delphi UserDLL example**

Der folgende Code von Pascal definiert ein einfaches Beispiel dll mit dem Namen userdll.dll:

```
library UserDLL;

uses
Windows,
SysUtils,
Classes;

type
TDoubleArray= array of double;
TComplex = Record
R : double;
I : double;
end;
TComplexArray= array of TComplex;

$R *.res

procedure _Init; export; cdecl;
begin
FreeConsole;
AllocConsole;
writeln('UserDLL function "Init" called.');
end;

procedure _Close; export; cdecl;
begin
FreeConsole;
end;

procedure _Process(FData: TDoubleArray; SType: Integer; SData: TComplexArray;
Len: integer; Rec: integer; tm: TDateTime; temp: Double);
export; cdecl;
begin
writeln('UserDLL function "Process" called.');
writeln(' Start Freq = ',FData[0]);
writeln(' Stop Freq = ',FData[1]);
writeln(' Temp = ',temp);
end;

exports _Init;
exports _Close;
exports _Process;

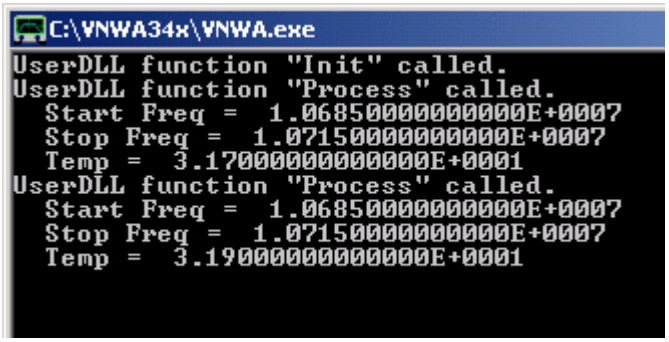
begin

end.
```

**Anmerkung :** Die leading underscores in obengenannten Prozedurvereinbarungen (z.B _Init statt Init) sind erforderlich für die C-language Kompatibilität.

Die procedure **Init** initialisiert ein Konsole-Fenster und schreibt ein Kurztelegramm hinein.
Die procedure **Prozess** schreibt einige der passierten Daten zur Konsole.
Die procedure Close gibt die Konsole wieder frei.

Nach dem Laden der Benutzer dll in VNWA öffnet sich das Konsole-Fenster, wie definiert, in der Funktion init:




Init schreibt nur die erste Zeile. Nach jedem Sweep, wird eine zusätzliche Nachricht vom Funktionsprozess zur Console geschrieben, Sie wie oben zu sehen.

**Borland C++ Builder UserDLL Example**

Der folgende Borland C-Code definiert ein einfaches Beispiel dll mit dem Namen userdll.dll:

```
// Example UserDLL for VNWA by DG8SAQ and M0PUB
// Written with Borland C++ 6.0 Personal
// March 8th, 2011

#include <windows.h>
#include <stdio.h>

HANDLE ho; //console handle
// User Function 'Init'
// will be called when UserDLL is being loaded
extern "C" __declspec(dllexport)
void Init (void)
{
char *string = "UserDLL function Init called.";
DWORD d;
// release current console if any
FreeConsole();
// create new console
AllocConsole();
// get console output handle
ho = GetStdHandle(STD_OUTPUT_HANDLE);
// output string
WriteConsole(ho, string, lstrlen(string),&d, NULL);
}

// User Function 'Close'
// will be called when UserDLL is being unloaded
extern "C" __declspec(dllexport)
void Close (void)
{
// close console output handle
CloseHandle(ho);
// release console
FreeConsole();
}

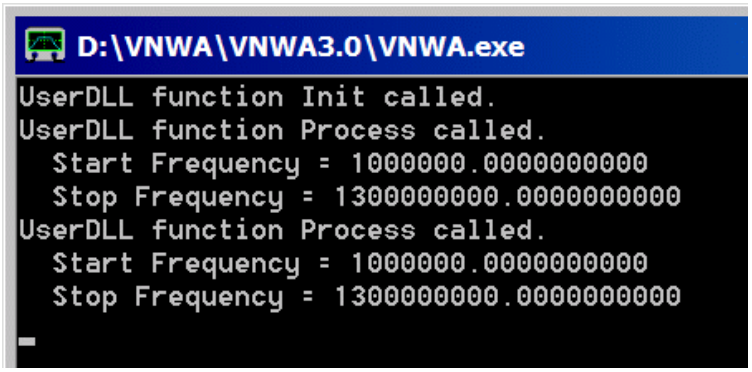
// User Function 'Process'
// will be called after every complete sweep cycle, if postprocessing is activated
//
// Pascal declaration for comparison
// procedure _Process(FData: TDoubleArray; SType: Integer; SData: TComplexArray;
// Len: integer; Rec: integer; tm: TDateTime; temp: Double);
// export; cdecl;
// Note that the C-code doesn't require the underscore in front of the function name
extern "C" __declspec(dllexport)
void Process (double *FData, int SType, double *SData, int Len,
int what, double tm, double temp)
{
char string[50];
char sfloat[25];
DWORD d;

strcpy(string, "UserDLL function Process called.");
WriteConsole(ho, string, lstrlen(string),&d, NULL);
strcpy(string, " Start Frequency = ");
sprintf (sfloat, "%.*f", 10, FData[0]);
strcat(string, sfloat);
strcat(string, "");
WriteConsole(ho, string, lstrlen(string),&d, NULL);
strcpy(string, " Stop Frequency = ");
sprintf (sfloat, "%.*f", 10, FData[1]);
```

```
strcat(string, sfloat);
strcat(string, "");
WriteConsole(ho, string, lstrlen(string),&d, NULL);
}
```

Die Procedure **Init** initialisiert ein Konsole-Fenster und schreibt ein Kurztelegramm ihm.
Die Procedure **Prozess** schreibt einige der passierten Daten zur Konsole.
Die Procedure **Close** gibt die Konsole wieder frei.

Nach dem Laden des Benutzers dll in VNWA öffnet sich das Konsole-Fenster, wie definiert, in der Funktion init:




Init schreibt nur die erste Zeile. Nach jedem Sweep wird eine zusätzliche Nachricht vom Funktionsprozess in die Console geschrieben, wie Sie oben sehen.

**MS Visual C++ UserDLL Example**

Der folgende Microsoft Visual C definiert ++-code ein einfaches Beispiel dll mit dem Namen userdll.dll:

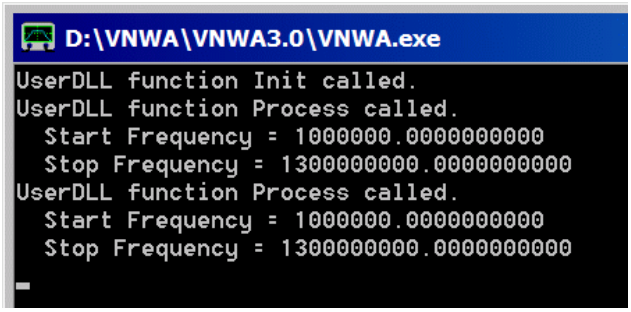
```
// Example 'User Processing' DLL for use with VNWA.EXE by M0PUB
#define WIN32_LEAN_AND_MEAN // Exclude rarely-used definitions from Windows headers
// Windows Header Files:
#include <windows.h>
#include <math.h>
#include <cstdio>
#include <assert.h>
// DLL entry point - called when DLL is loaded and unloaded. Also when the system starts or terminates a process
or
thread,
// it calls DllMain() for each loaded DLL using the first thread of the process.
// *** Warning *** Be careful what you do in this routine. Generally better to perform
// initialisation elsewhere.
BOOL APIENTRY DllMain( HANDLE hModule,
DWORD ul_reason_for_call,
LPVOID lpReserved
)
{
return TRUE;
}
HANDLE ho; //console handle
// User Function 'Init'
// Will be called when this DLL is loaded by VNWA.EXE, and is a better place to perform initialisation
// than DllMain()
// Note: Visual C++ Express 2008 does not automatically prefix 'extern "C" __declspec" functions with an
// underscore, so we explicitly add one to the function name for this build environment
extern "C" __declspec(dllexport)
void _Init (void)
{
char *string = "UserDLL function Init called.";
DWORD d;
// release current console if any
FreeConsole();
// create new console
AllocConsole();
// get console output handle
ho = GetStdHandle(STD_OUTPUT_HANDLE);
// output string
WriteConsole(ho, string, lstrlen(string),&d, NULL);
}
// User Function 'Close'
// Will be called when UserDLL is being unloaded by VNWA.EXE
// Note: Visual C++ Express 2008 does not automatically prefix 'extern "C" __declspec" functions with an
// underscore, so we explicitly add one to the function name for this build environment
extern "C" __declspec(dllexport)
void _Close (void)
{
// close console output handle
CloseHandle(ho);
// release console
FreeConsole();
}
// User Function 'Process'
// will be called after every complete sweep cycle, if postprocessing is activated
//
// Pascal declaration:
// procedure(FData: Pointer;SType: Integer;SData: Pointer; Len: integer;
// what: integer; tm: TDateTime; temp: Double); cdecl;
//
// Note: Visual C++ Express 2008 does not automatically prefix 'extern "C" __declspec" functions with an
// underscore, so we explicitly add one to the function name for this build environment
extern "C" __declspec(dllexport)
void _Process (double *FData, int SType, double *SData, int Len,
```

```
int what, double tm, double temp)
{
char string[50];
char sfloat[25];
DWORD d;
strcpy(string, "UserDLL function Process called.");
WriteConsole(ho, string, lstrlen(string),&d, NULL);
strcpy(string, "Start Frequency = ");
sprintf (sfloat, "%.*f", 10, FData[0]);
strcat(string, sfloat);
strcat(string, "");
WriteConsole(ho, string, lstrlen(string),&d, NULL);
strcpy(string, "Stop Frequency = ");
sprintf (sfloat, "%.*f", 10, FData[1]);
strcat(string, sfloat);
strcat(string, "");
WriteConsole(ho, string, lstrlen(string),&d, NULL);
}
```

**Anmerkung :** Im Gegensatz zu Borland C ++, underscores in front of the function names, sind hier erforderlich!

Die procedure **Init** initialisiert ein Konsole-Fenster und schreibt ein Kurztelegramm ihm.
Die procedure **Prozess** schreibt einige der passierten Daten zur Konsole.
Die procedure **Close** gibt die Konsole wieder frei.

Nach dem Laden des Benutzers dll in VNWA öffnet sich das Konsole-Fenster, wie definiert, in der Funktion init:




Init schreibt nur die erste Zeile. Nach jedem Sweep wird eine zusätzliche Nachricht vom Funktionsprozess in die Console geschrieben, wie Sie oben sehen.

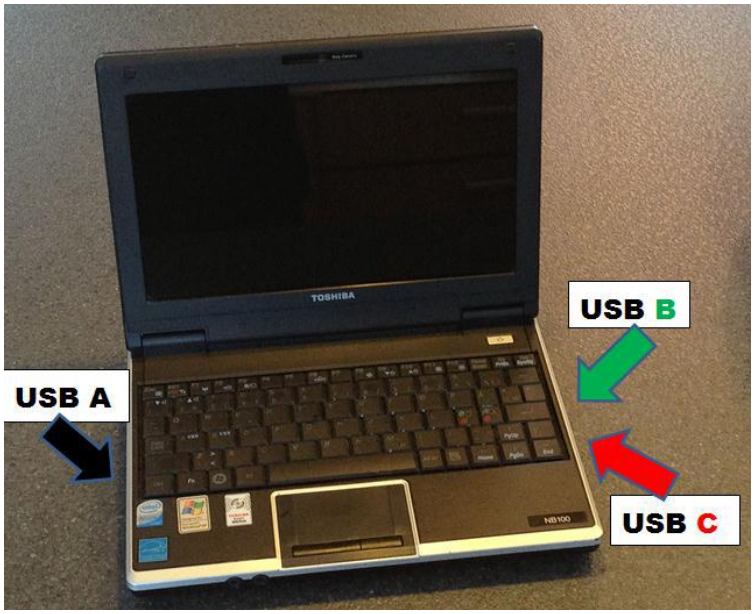
**Optimizing USB Traffic for Modulator Use**

**Tutorial about how to use USBView.exe and Connection Optimization for VNWA.**
Tutorial über den Gebrauch von USBView.exe und die Anschluss-Optimierung für den VNWA .
von Kurt Poulsen OZ7OU

Es wurde beobachtet, dass bestimmte VNWA Funktionen gestört werden können, abhängig davon, welche USB-Schnittstelle des Computers mit dem VNWA verbunden ist, wenn andere USB-Geräte angeschlossen sind, wie eine externe Tastatur oder eine USB-Maus, auch wenn diese an einen anderen USB-Port liegen, als der VNWA . Das ist besonders für den VNWA3 wichtig, weil er zusätzliche Funktionen hat, im Vergleich zum VNWA2, aber auch der VNWA2 könnte gestört werden.
Um herauszufinden, wann solche Störungen eintreten, ist die freie **USBView.exe** eine sehr hilfreiche Software. Suche mit Google nach Microsoft USBView.exe oder verwende den angegebenen Link http://www.ftdichip.com/Support/Utilities.htm und suche nach "Microsoft USBView - USB Connection Viewer" zum Download als Zip-Datei. Bei der Verwendung von USBView, vergessen Sie nicht unter "Optionen", die "Auto Refresh" zu aktivieren, sonst müssen Sie F5 drücken, um das Auslesen des USB-System zu aktualisieren.

**Überprüfung:**

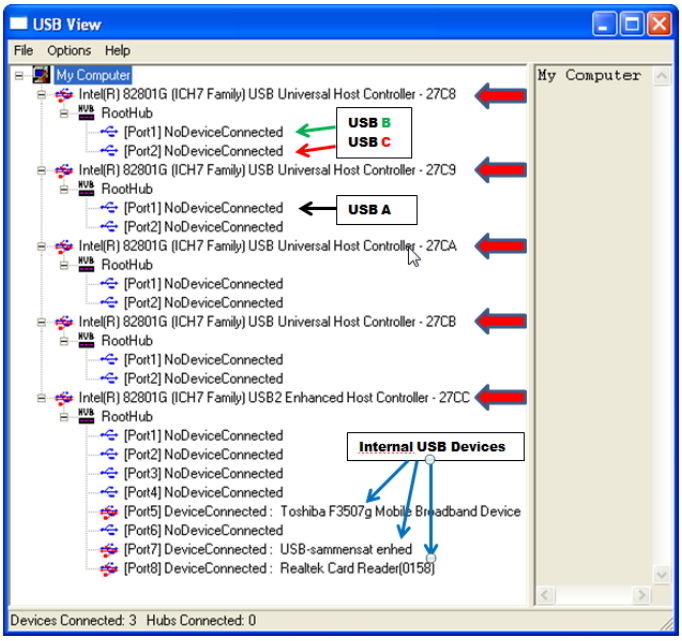
Ein kleiner 10-Zoll-Laptop hat, zur Demonstration, drei USB-Ports, einen auf der linken Seite als USB A, und zwei auf der rechten Seite als USB B und USB C.




**Vorwort**:
Ich werde aufzeigen, dass durch die Verbindung von einem VNWA3 und einem **e**xternen USB-Gerät, wie eine externe Tastatur, an USB B und C, die Modulation für den Signalgenerator moduliert wird durch das Abtasten der Tastatur, so dass die Modulation einen "stotternden" Ton hat. Für den Fall, dass der VNWA3 an USB A angeschlossen ist, ist diese "Interferenz" nicht vorhanden ist. Der Rückschluss ist, dass wenn der VNWA3 (und wahrscheinlich auch VNWA2), sich einen USB Universal Host Controller ( RootHub,) mit einem anderen USB-Gerät teilt, die Leistung wahrscheinlich beeinflusst wird, abhängig von der Intensität des "Fremd- Gerät" - Datenverkehrs. Der sichere Weg ist, mit USBView.exe zu prüfen, ob der VNWA allein bedient wird von einem USB Universal Host Controller . Bei einem PC mit drei USB-Ports ist es möglich, herauszufinden, welcher der USB-Port ist, der nie geteilt wird, aber für einen PC mit z.B. 4 USB Ports gibt es wahrscheinlich zwei USB Universal Host Controller mit jeweils zwei Ports, die die 4 USB Ports verwalten und damit zwei Kombinationen, die Probleme machen. Aber es soll im folgenden gezeigt werden, wie ein externer HUB das Problem lösen kann, auf einem alten PC , mit nicht mehr als 2 USB-Ports und diese USB-Ports von demselben USB Universal Host Controller verwaltet werden.

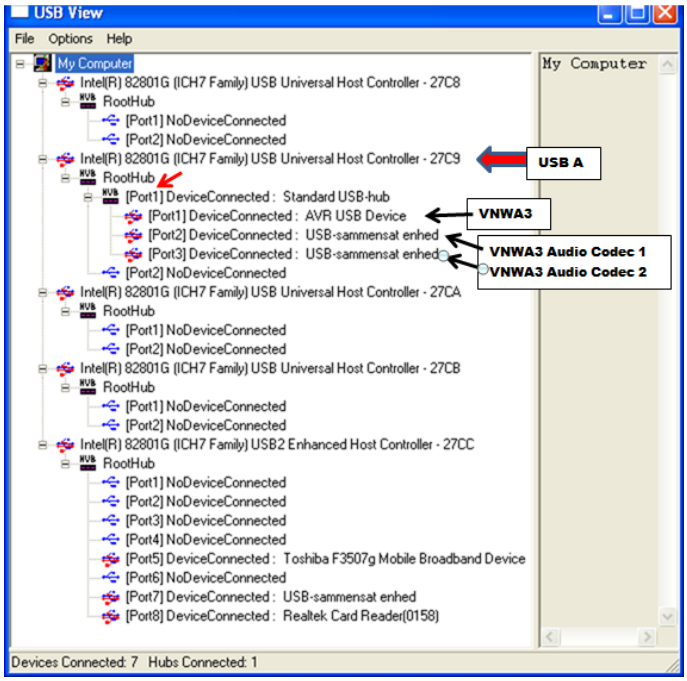
**Demonstration der obigen Aussagen**.

Läuft der USBView ohne angeschlossene Geräte, wird USB A, B oder C wie unten gezeigt.



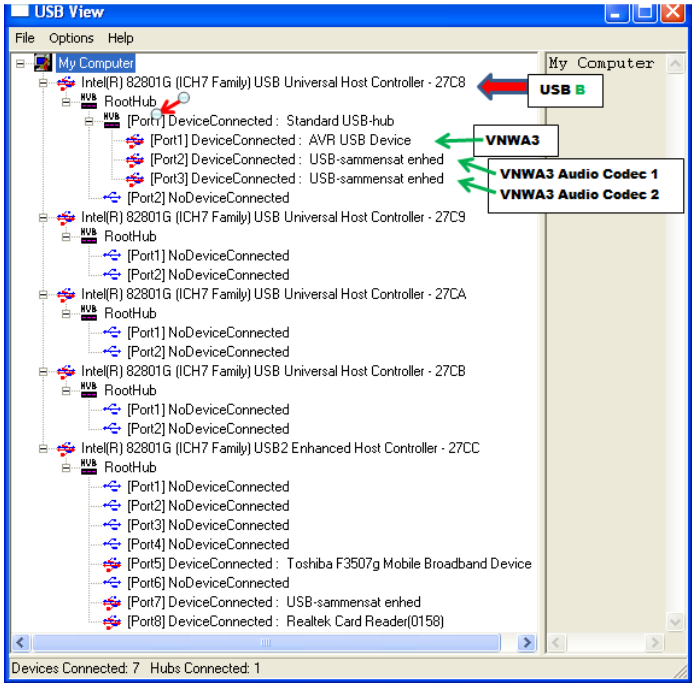

Es wird im Folgenden gezeigt, dass USB A bedient wird vom USB Host Controller 27C9 Port1 und dass USB B und C bedient werden von USB-Host Controller 27C8 , USB B durch Port1 und USB-C durch Port2. In der unteren Statuszeile wird angezeigt , dass 3 Geräte angeschlossen sind, und die blauen Pfeile zeigen, dass diese, interne Laptop USB-Geräte sind, also 0 Hubs , da keine externen Geräte angeschlossen sind. Beachten Sie, dass der USB2 Enhanced Host Controller 27CC 8 Ports hat. Alle anderen verfügen über zwei Ports.

Unten wird die Situation gezeigt, dass der VNWA3 auf USB A liegt, bedient vom 27C9 USB Universal Host Controller und belegt die Ports 1, 2 und 3 des zugehörigen RootHub auf Port1, wo der VNWA USB-Hub nun angeschlossen ist.



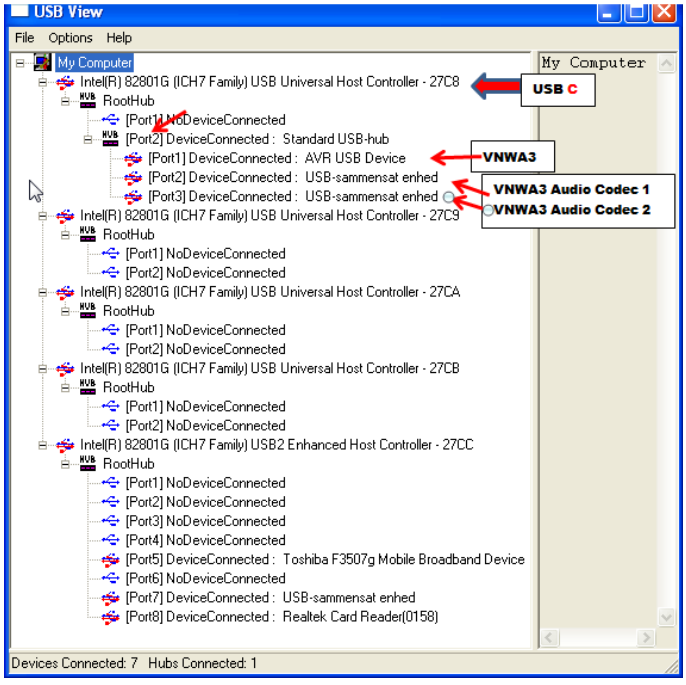

Wie gesagt, der 27C9 USB Universal Host Controller bedient die drei VNWA USB Elemente, das AVR USB Device und die zwei USB-Codecs. Wenn Sie eine VNWA2 benutzen oder Ihr VNWA3 ist nicht mit dem Option Bord ausgestattet, dann wird es nur ein Audio Codec, als verbunden, angegeben.

Unten ist die Situation gezeigt, dass der VNWA3 auf USB B liegt ,vom 27C8 USB Universal Host Controller bedient wird und belegt die Ports 1, 2 und 3 des zugehörigen RootHub auf Port1, wo das VNWA USB-Hub nun angeschlossen ist.



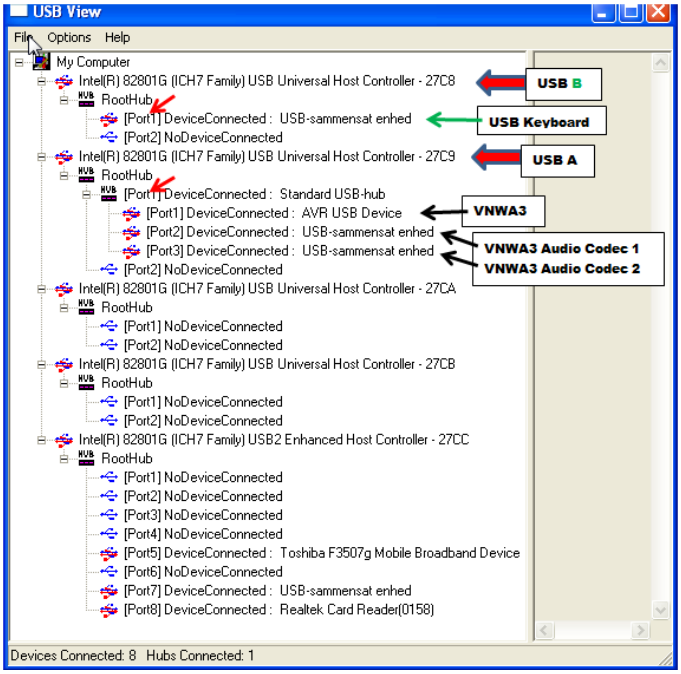

Ebenso bedient der 27C8 USB Universal Host Controller nun die drei VNWA USB Elemente, das AVR USB Device und die zwei USB-Codecs. Wenn Sie einen VNWA2 haben oder Ihr VNWA3 ist nicht mit dem Option Bord ausgestattet ist, dann wird nur ein Audio Codec als verbunden angegeben werden.

Nachfolgend wird die Situation gezeigt, dass der VNWA3 auf USB C liegt, ebenso bedient wird durch den 27C8 USB Universal Host Controller und belegt Port 1, 2 und 3 des zugehörigen RootHub auf Port 2, wo der VNWA USB-Hub jetzt angeschlossen ist.



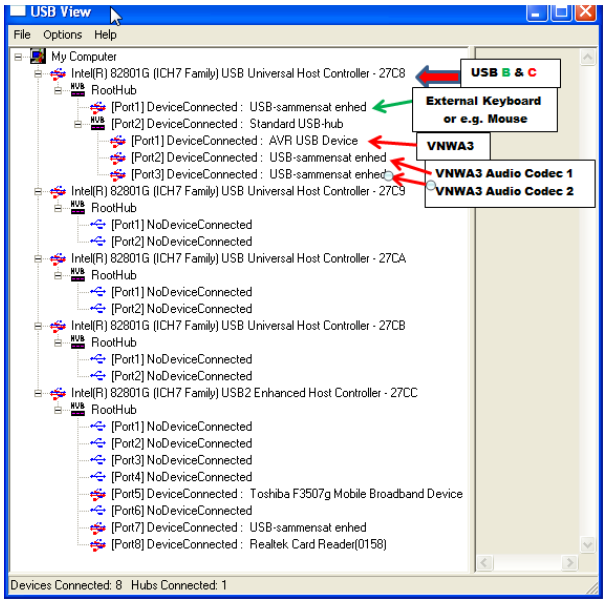

Ebenso bedient der 27C8 USB Universal Host Controller nun die drei VNWA USB Elemente nun über Port2, das AVR USB Device und den beiden USB-Codecs. Wenn Sie einen VNWA2 haben oder Ihr VNWA3 ist nicht mit dem Option Bord ausgestattet ist, dann wird nur ein Audio Codec als verbunden angegeben werden.

Unten ist die Situation gezeigt, dass der VNWA3 wieder auf USB A liegt , bedient wird vom 27C9 USB Universal Host Controller und belegt Port 1, 2 und 3 des zugehörigen RootHub auf Port 1, wo der VNWA USB-Hub nun wieder angeschlossen ist. Darüber hinaus wird eine externe USB-Tastatur an USB B bedient vom 27C8 USB Universal Host Controller .

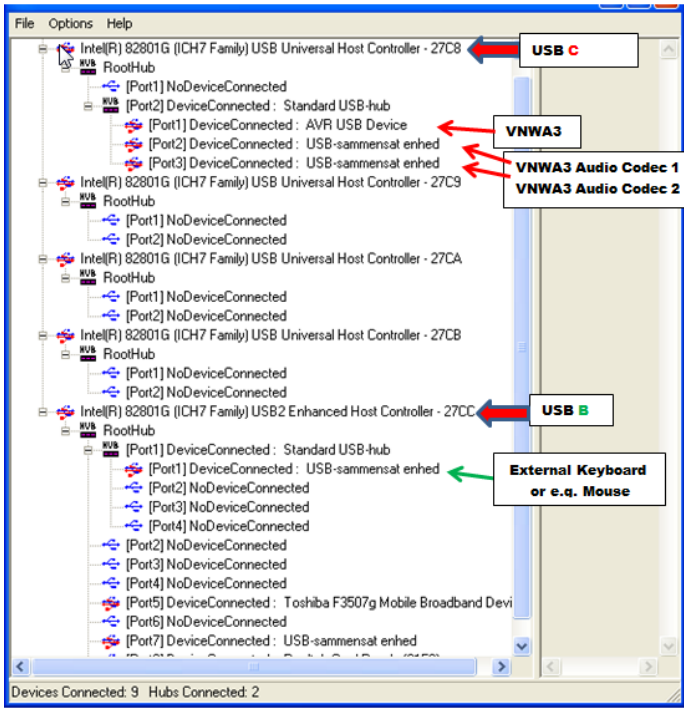



Diese Situation führt zu keinem ein Konflikt zwischen dem VNWA und andere externe USB-Geräte, weil der VNWA allein bedient wird vom 27C9 USB Universal Host Controller.

Nachfolgend wird die Situation gezeigt, dass der VNWA3 auf USB C , bedient wird durch den 27C8 USB Universal Host Controller Port2 und belegt Port 1, 2 und 3 des zugehörigen RootHub auf Port 2, wo der VNWA USB-Hub angeschlossen ist wie jetzt gezeigt. Neben der externen USB-Tastatur an USB B verbunden und teilt sich somit gemeinsam den USB Universal Host Controller 27C8 mit dem VNWA. Diese Situation verursacht Probleme mit erweiterten Funktionen des VNWA3, z.B. bei der Signalgenerator Modulation wird Ton "stottern". Es könnte auch die Ursache für andere Beobachtung sein, wie fragmentierte Traces, obwohl das noch bewiesen werden muss.




Allerdings kann diese Situation gelöst werden, wenn die USB-Tastatur über einen externen USB-Hub an USB B angeschlossen wird. Siehe unten…
Nachfolgend wird die Situation gezeigt, dass der VNWA3 auf USB C liegt, bedient wird von 27C8 USB Universal Host Controller Port 2 und besetzt Port 1, 2 und 3 des zugehörigen RootHub auf Port 2, wo der VNWA USB-Hub jetzt angeschlossen ist. Zusätzlich ist ein externer USB-Hub mit dem USB B verbunden, und die externe USB-Tastatur ist an den externen Hub der Port 1 angeschlossen.




Wie ersichtlich wird der USB-B bedient durch den 27CC USB2 Enhanced Host Controller und teilt sich nicht länger einen gemeinsamen RootHub mit dem VNWA3 und die Signalgenerator Modulation ist sauber wie ein "Pfeifenton".

**Fazit:**

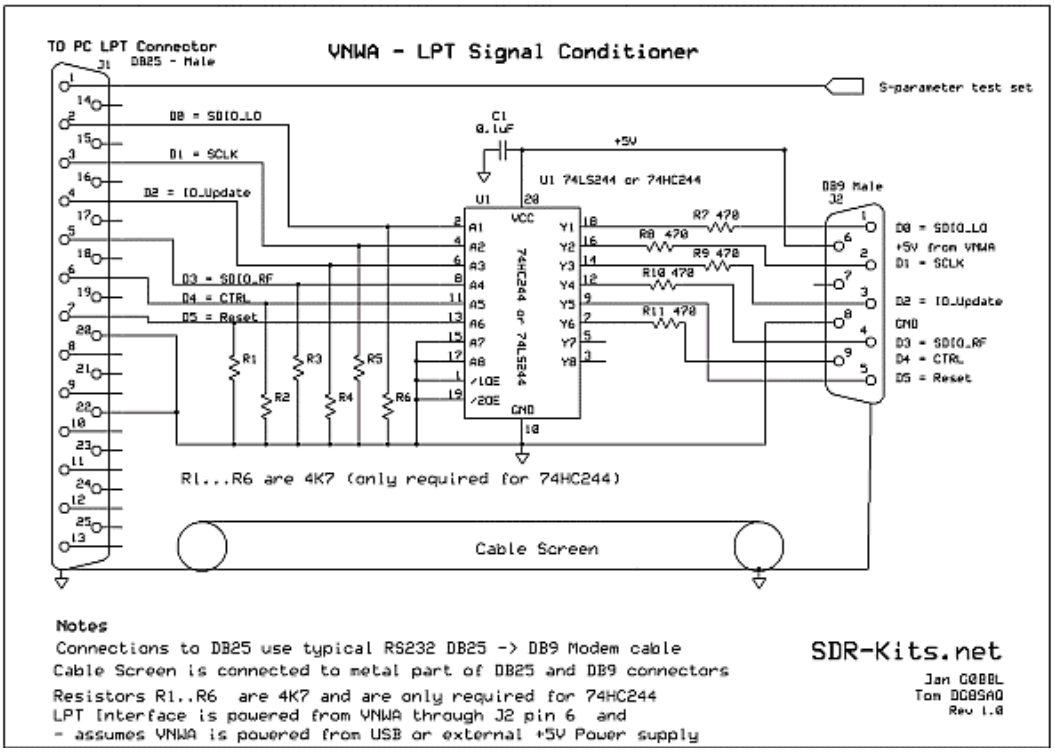
Es ist wichtig, "einen sicheren Weg" zu wählen, so dass sich der VNWA nicht den USB Universal Host Controller teilen muss, von dem er bedient wird, einem anderen externen USB-Gerät.
Die USBView.exe ist das Werkzeug für die Analyse, wie Sie Ihren PC intern konfiguriert haben.

Kurt Poulsen, OZ7OU, 10/02/2013

**Known Issues**

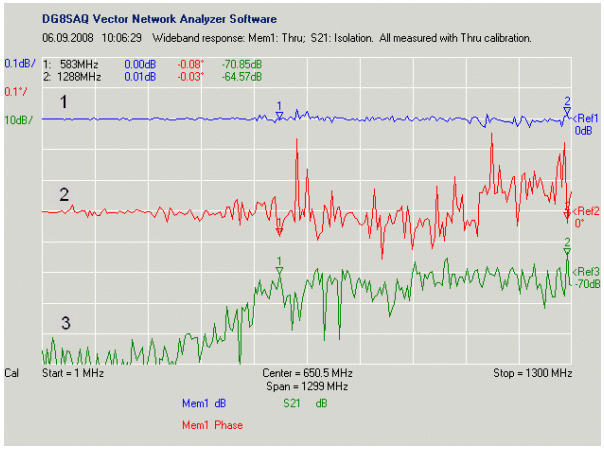
**LPT Signal Conditioner**

**Anmerkung :** Ich habe äußerst langsame Signalanstiegs-Zeiten auf einigen neuen PCI LPT Schnittstellenkarten beobachtet. Das ist ein Problem den VNWA kontrollierend. Wenn Sie auf unzuverlässigen Kommuntikation zwischen PC und VNWA in der LPT mode stoßen, Sie könnten den folgende Signalkonditionierer brauchen, der die Digitalpulse schärft.



## Dynamic Range Considerations

Eine Frage wird häufig gestellt, was ist der erreichbare Dynamische Bereich (**dynamic Range) und Genauigkeit (accuracy)** des VNWA bei Transmissionsmessungen.
Das folgende Bild, aus einer meiner QEX Veröffentlichungen genommen, kann als Referenz dienen:




Die blauen und roten Spuren zeigen die Übertragungseigenschaften des Thru Kalibrierungsstandard. Die grünen Spuren zeigen den gemessenen Rauschpegel mit offenem RX Input.
Alle Messungen wurden nach einer Thru Kalibrierung durchgeführt (es keine Crosstalk Calibration wurde durchgeführt). Das höchstmögliche Sweep Zeit von 100ms/Frequency-point wurde verwendet. Der VNWA wurde über eine USB mit Strom versorgt, gesteuert via LPT, das on Board Schaltnetzteil des VNWA war aktive und die on-Board 16 bit SoundMAX Soundkarte meines IBM R52 Notebook mit Line-in und angesetzter Docking Station wurde benutzt. Ich benutzte eine Auto-Clock Rate, um auf den Breich über 500MHz zugreifen zu können.

**Wenn Sie die oben genannte angezeigte Dynamikbereich nicht reproduzieren können, können Sie die folgenden Punkte überprüfen:**

**1.** Haben Sie richtigen **Clock Multipliers** ausgewählt, um Ihren Frequenzbereich zu bedecken? Wenn Sie keine Angst vor dem Übertakten haben, verwenden Sie **Auto**.

**2. Kalibrierungsmessungen müssen Sie mit der niedrigsten Sweep-Rate** (=longest time per data point) **durchgeführt werden,** ansonsten wird das Rauschen von Ihrer Kalibrierungs Messung, spätere Messungen dominieren und Sie werden keine Rauschreduzierung sehen, wenn Sie später die Sweep Time erhöhen.

**3.** Um den höchstmöglichen, dynamischen Bereich zu erhalten, verwenden Sie die **langsamst mögliche Sweep-Zeit**.

**4.** Mit durchschnittlichen 16-Bit-Soundkarten wird der dynamische Bereich auf ungefähr 90 DB beschränkt. Jemand hat einen > 100 DB Dynamic Range Messung demonstriert auf dem Yahoo VNWA Reflector, mit einer Decent **24-Bit-Soundkarte**.

**5.** Ihr **VNWA muss angeschlossen und richtig zu den Kasten-Wänden verlötet werden**, um den höchstmöglichen dynamischen Bereich zu erreichen.

**6. Schlechte Lot-Punkte** auf dem VNWA Ausschuss könnten den dynamischen Bereich erniedrigen.

**7.** Wenn Sie Transmissionsmessungen mit hohem Dämpfungspegel durchführen wollen, können Sie einen Pufferverstärker zum TX-Anschluss hinzufügen. Natürlich wird das, zu einer Überlastung an niedrigen Dämpfungspegeln führen.

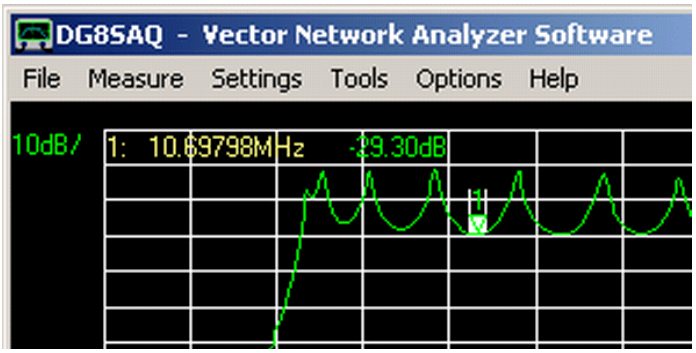
**8. Audio Crosstalk zwischen linken und rechten Audio Kanal** Ihrer Soundkarte kann auch Ihren dynamischen Bereich verringern. Der Grund ist, dass es immer das sehr starke Bezugssignal auf einem Kanal gibt, während das RX-Signal 90+dB tiefer sein könnte. Wenn die Soundkarte nur 70-dB-intercannel Isolation anbietet, werden Sie begrenzt auf einen dynamischen 70-dB-Bereich. Sie können testen die Interchannel Isolation und mehr mit der **RightMark Audio Analyzer Software** von http://audio.rightmark.org und einen Schleifentest ausführen mit demselben Audiokabel, dass Sie auf Ihrem VNWA verwenden. Außerdem ist das Software Spektrum nützlich für die Analyse der VNWA Audiosignale. Stellen Sie eine Links-Rechts-Ansicht nebeneinander, starten Sie die VNWA Software und gehen zum Audio-Test–Setup-Bildschrim. Wechseln Sie Thru- und Reflect Mode in der Audio Level Registerkarte und Sie werden den Einfluss der Stereo-Seperation sehen.

**Non-Transparent Markers**

**From Software version V34.0 on below issues should be fixed.**

**Status vor der Softwareversion V34.0**

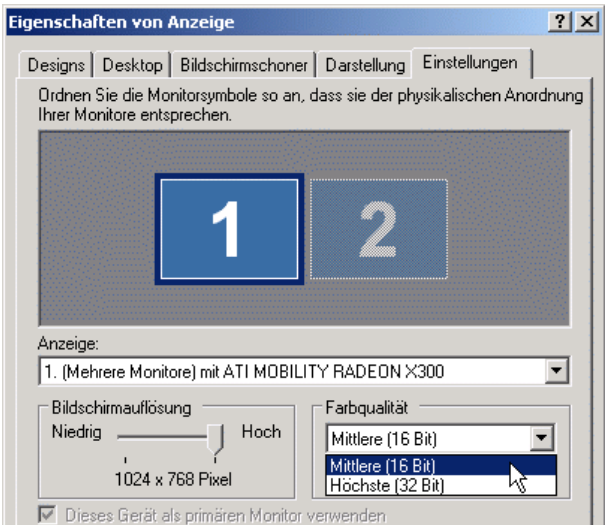
In einigen Fällen **werden** die **Trace Marker in transparenten Weise nicht angezeigt**, sondern eher mit einem weißen Kasten um sie, wie unten gesehen werden kann.




Die Hauptursache ist mir nicht klar. Eine Weise, das zu beheben, soll die Farbtiefe von Windows, über das Controlpanel, auf < 32 Bit zu reduzieren:

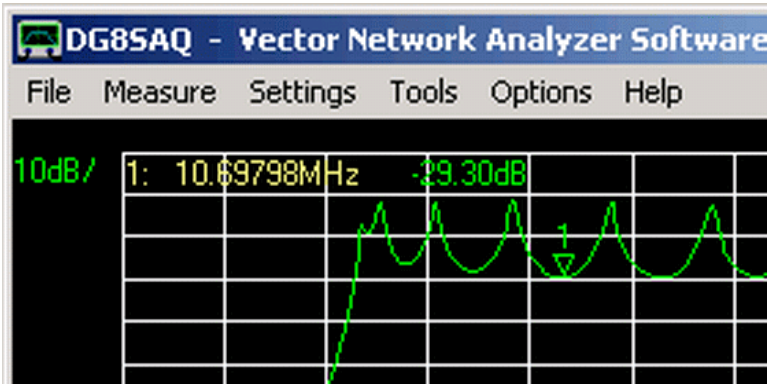



Wählen Sie eine Farbtiefe von 16 Bit aus:



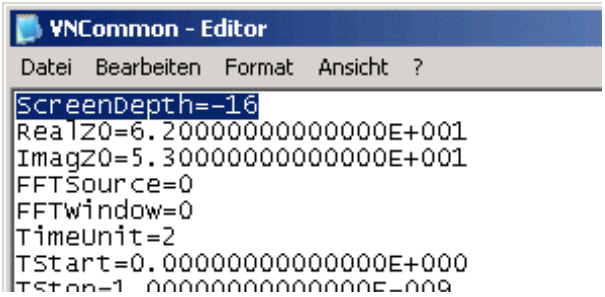

**Anmerkung :** Sie müssen **abschließen und die VNWA Software,** nach dieser Änderung, **neu starten**!

Jetzt werden die Marker richtig angezeigt:




Alternative kann **VNWA automatisch die Farbtiefe umschalten auf** 16 Bit, mit dem unteren Programm zu starten und stellen den ursprüngliche Wert bei Programmbeendigung wieder zurück.

Um diese verborgene Einstellung zu ermöglichen, müssen Sie die Datei manuell editieren, die **VNCommon.ini** im Programmverzeichnis, mit einem Text gefunden. Redakteur, z.B. mit dem Windows-Notepad:




Ändern Sie die erste Zeile zu
*ScreenDepth=16*

**Anmerkung : Es werden keine Leerzeichen innerhalb der Ini-Dateien erlaubt**.

Positive Werte geben die gewünschte Farbtiefe an. Mit negativen Werten wird der Befehl ignoriert.

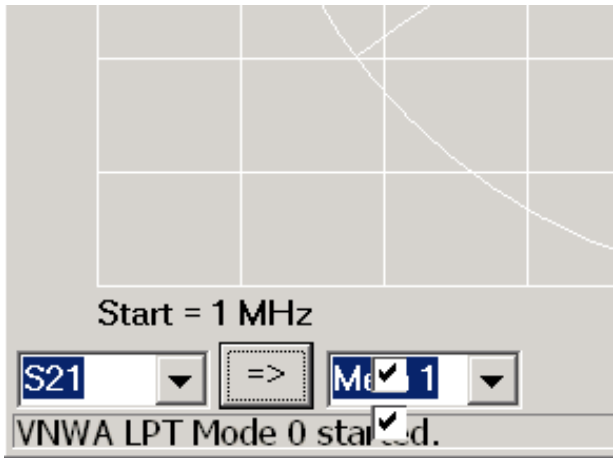
**Anmerkung :** Einige Monitore verlangen eine Zeit, um auf den Programm-Anfang zu synchronisieren, wenn eine automatische Umschaltung aktiviert ist.

**Controls Outside Window, Missing Controls**

**Von der Softwareversion V32 aufwärts, sollten frühere Problemen, erledigt sein. V32 aufwärts berücksichtigt *96dpi Schriftarten (Standard)***
**sowie *120dpi Schriftarten (= große Schriftarten).***
**Außerdem werden *beliebige Windows-Stile* unterstützt.**

**Status vor der Softwareversion V32**

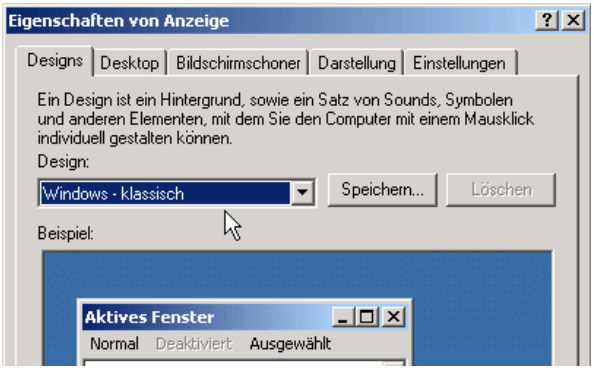
Für einige Display Settings, erscheinen Softwaresteuerungen in sonderbaren Positionen oder sogar überhaupt nicht, wie für den Fall wie gesehen werden kann, die zwei verfolgen ausgesuchten Checkboxes, in dem Beispiel unten:



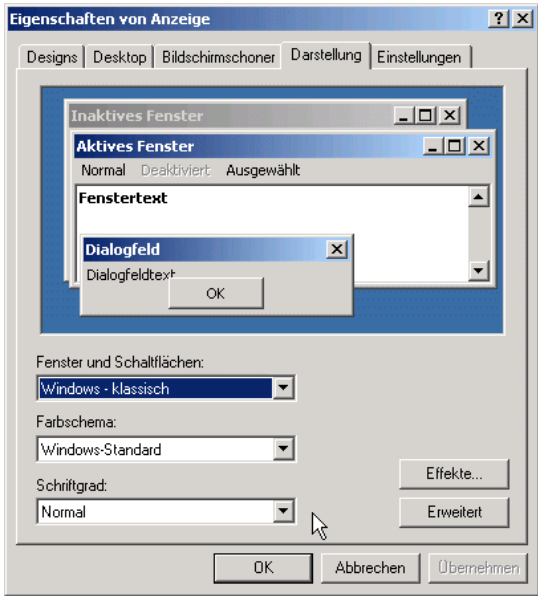

Das wird durch die Tatsache verursacht, dass VNWA für einen bestimmten Windows-Stil entworfen wurde und sich VNWA an dramatisch geändertem Stil nicht anpassen kann, wie vergrößertem Schriftgrad.

Um alle VNWA Windows auf eine richtige Weise anzuzeigen, wird es empfohlen, die folgenden Anzeige-Einstellungen in Windows-Control Panel zu wählen:



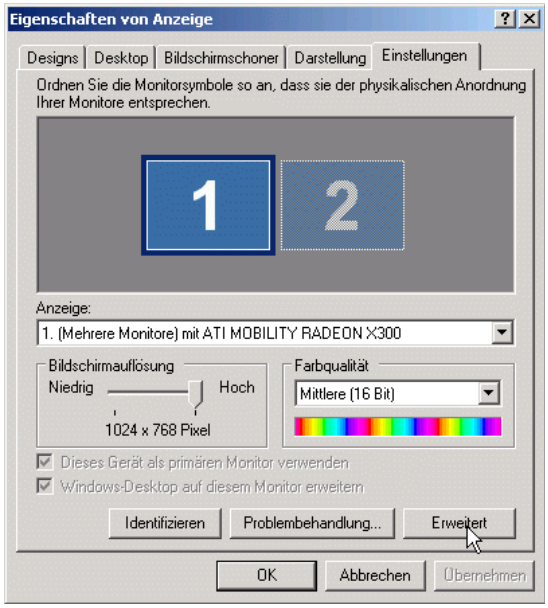




Ich verwende wirklich **Windows - Classic**, aber ich habe richtiges Äußeres mit dem **XP-Design** ebenso nachgeprüft.

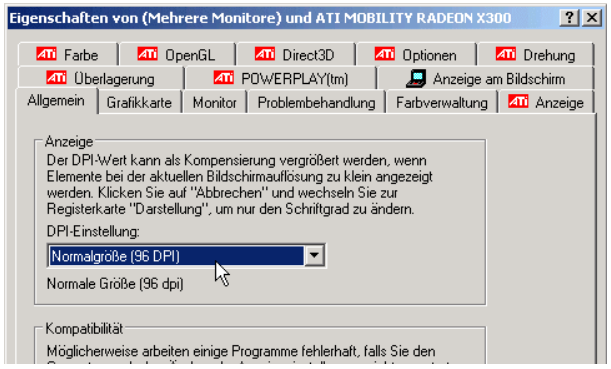



Eine wichtige Einstellung ist der **Schriftgrad**, siehe oben, links vom Maus-Pfeil eingegeben. Sie müssen das auf **normal** setzen. Wenn eine größere Schriftart ausgewählt wird, werden alle Steuerungen größer und passen nicht richtig auf das VNWA Fenster. Zur Zeit, kann VNWA keine verschiedenen Schriftgrade behandeln.

Es gibt eine andere Einstellung, die den Schriftgrad beeinflusst. Um darauf zuzugreifen, müssen Sie die **extended display settings** auswählen:



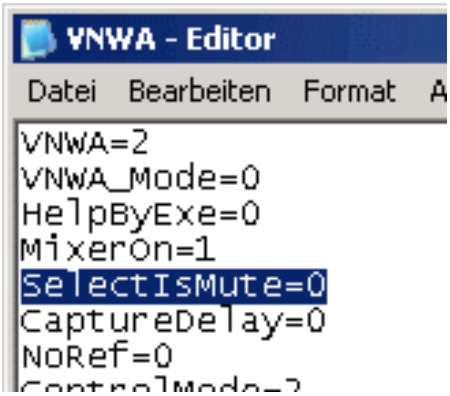

In den allgemeinen Anzeige-Einstellungen müssen die **DPI Einstellungen** auf **96 DPI** gesetzt werden!



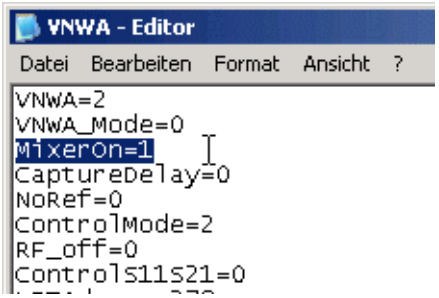
**Audio Issues**

### Windows Sound Mixer Issues

Beim Programm-Start, kann VNWA das Audio Capture Device auswählen und die Lautstärke-Regler auf die vorher gespeicherten Werte setzen.
Abhängig von den Soundkarten-Treibern scheitert dieses Verfahren manchmal z.B. für einige Treiber, **Capture Device ist *deactiviert anstelle von* activiert nach dem Programmstart**.
Eine Art, das zu heilen, ist die Datei **VNWA.ini zu editieren,** im Programmverzeichnis mit einem ASCII Editor wie Windows Notepad. Ändern Sie die Zeile "**SelectIsMute=0**" (siehe unten) zu "**SelectIsMute=1**". Die VNWA Software muss nicht laufen, wenn Sie diese modifizieren.




Eine alternative ist, **disable** den **Windows Sound Mixer komplett**.
Um dieses zu tun, müssen Sie die Datei **VNWA.ini editieren,** im Programmverzeichnis mit einem ASCII Editor wie Windows Notepad:



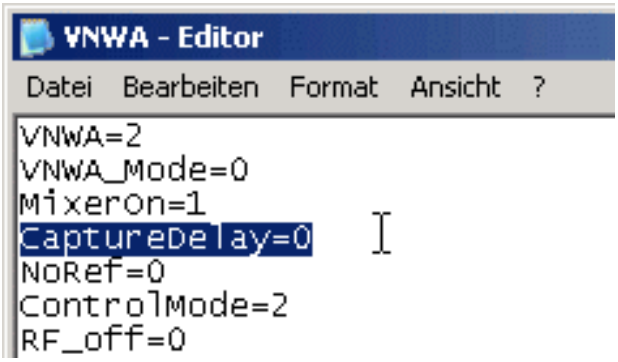

Ändern Sie die Zeile
*MixerOn=1*
zu
*MixerOn=0*

**Anmerkung : Es werden keinen Leerzeichen innerhalb der Ini-Dateien erlaubt**.

So tuend, wird VNWA keine Sound Settings mehr tun, abgesehen von der Auswahl des Capture Device. In diesem Fall, Sie müssen Sie das Capture Device manuell aktivieren und den Windows-Sound-Mixer benutzen oder eine gleichwertige Software von dem Hersteller der Soundkarte, um die Aufnahme-Volumina zu regulieren.
Beachten Sie, dass dieser Schalter keine Wirkung auf die Windows-Vista haben wird, weil **die Mixer immer disabled sind, in Vista**.

### Capture Startup Issues

**Einige Soundkarten schwächeln im Volumen beim Capture Start.** Klar ist das Gift für dieses genaue Mess-System, weil die Messergebnisse um die Start-Frequenz, diesem Fall, zweifelhaft sind.
Die versteckte Capture Delay Software schaltet einen Umweg, um dieses Problem zu umgehen. Um es zu aktivieren, müssen Sie die Datei, die **VNWA.ini editieren,** im Programmverzeichnis mit einem ASCII Editor, wie das Windows-Notepad:




Erhöhen Sie die Zahl in der ***CaptureDelay*** Zeile. Ein Wert von 100 meint, dass die aktuelle Messung um 100 Millisekunden verzögert wird, nach der Öffnung des Capture Device. Natürlich werden die Sweep-Rates für continuous Sweeps dadurch verlangsamt bei dem angegebenen Wert.

**Troubleshootings**

**Frequenty Asked Questions**

**Q1:** Was bedeutet "No Sync Found"?
**A1:** Während ein Sweep startet, erkennt der VNWA den Synchronisations-Implus nicht.
Mögliche Ursachen:

- Es ist ein falsches Sound-Device/Audio-Codec gewählt.
- Die VNWA-Sound-Devices sind vertauscht ( nur VNWA3E )
- Es ist der falsche Audio-Codec-Channel für den Reference-Channel gewählt.
- Das Sound-Device ist nicht richtig konfiguriert für den Stereo-Gebrauch. ( nur Vista und W7 )
- Der externe System-Takt ist ausgewählt, aber es ist keine externeTaktquelle angeschlossen.
- Defekt in der Audio-Kette. ( sehr unwahrscheinlich)

Mögliche Lösung:
Laden Sie die neuste Software-Version herunter oder zumindest VNWA36.3.0, öffnen Sie Options-Setup und drücken Sie die Auto-Setup-Taste, ganz unten auf der Registerkarte Audio-Settings. Dies sollte automatisch alle Audio-Codec-Setup-Probleme beheben.

**Q2:** Was bedeutet „Overload“
**A2:** Während der Datenerfassung ist wenigstens eines der Audio-Codec- Eingänge in die Sättigung gefahren worden.
Mögliche Ursachen:

- Die Codec-Recording Level-Einstellung ist zu hoch.
- Der Codec stimmt nicht mit der gewählten VNWA-Hardware überein.
- Die Sweep Startfrequenz ist unterhalb 25 KHz gewählt.

Mögliche Lösung:
Laden Sie die neuste Software-Version herunter oder zumindest VNWA36.3.0, öffnen Sie Options-Setup und drücken Sie die Auto-Setup-Taste, ganz unten auf der Registerkarte Audio-Settings. Dies sollte automatisch alle Audio-Codec-Setup-Probleme beheben für alle Standardmessungen > 25 KHz.
Für Startfequenzen unter 25 KHz, lesen Sie auf der Seite „Very Low Frequency Measurements“ nach. Reduzieren Sie die Codec-Recording Levels manuell ( für Breitband-Durchläufe mit Start-Frequenz 0 Hz )oder reduzieren Sie die Codec-Sample-Rate ( für schmalbandige Audio-Durchläufe).

**Q3**: Warum sehe ich eine Kaskade von „Range Check Errors“ Fehlermeldungen?
**A3**: Dies weist auf ein USB-Kommunikationsproblem zwischen PC und VNWA-Controller hin
Mögliche Ursachen:

- Ein gebrochenes USB-Kabel.
- Der PC liefert nicht genügend Gleichstrom.
- Der USB-Anschluss wurde getrennt, während eines VNWA-Durchlaufs (sweep).

Mögliche Lösung:
Versuchen Sie es mit einem anderen Kabel, einem anderen USB-Anschluss, einem USB-Hub mit einer eigenen Stromversorgung zwischen VNWA und PC.

Q4: Was bedeutet der Fehlercode „Error code x on node y“
A4: Dies weist auf ein USB-Kommunikationsproblem hin zwischen PC und VNWA Audio Codec(s). Dieser Fehler wird vom Windows-Audio-Treiber herausgegeben und die VNWA-Software kann dies nur erkennen, aber nicht vermeiden.
Mögliche Ursachen:

- Ein gebrochenes USB-Kabel.
- Der PC liefert nicht genug Gleichstrom für die Codecs.
- Der USB-Anschluss wurde getrennt, während eines VNWA-Durchlaufs (sweep).

Mögliche Lösung:
Versuchen Sie es mit einem anderen Kabel, einem anderen USB-Anschluss, einem USB-Hub mit einer eigenen Stromversorgung zwischen VNWA und PC.

**Verification of proper operation**

Beachten Sie, dass der VNWA keine vom Benutzer einstellbaren Komponenten oder einstellbare Firmware-Einstellungen enthält. Daher ist keine regelmäßige Neukalibrierung erforderlich, um die Messgenauigkeit zu erhalten.
Wenn Sie Zweifel am ordnungsgemäßen Betrieb Ihres VNWA haben, können Sie den letzten Inbetriebnahme-Test wiederholen und mit den Messblättern vergleichen, die Sie zusammen mit unserem Gerät beim Kauf erhalten haben.
Der Test ist im Kapitel "VNWA Final Commissioning Test" beschrieben.

Ein detaillierteres Testverfahren wird im Folgenden beschrieben. Dies ist eine systematische Schritt-für-Schritt-Anleitung, um das richtige Zusammenspiel des VNWA und der entsprechenden Software zu überprüfen. Das Verfahren erkennt sowohl Hardwareprobleme als auch fehlerhafte Softwareeinstellungen.

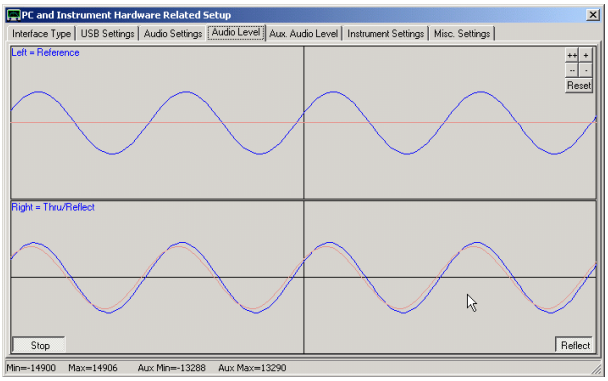
**0. Führen Sie ein unterstütztes Betriebssystem aus?**
- NICHT unterstützt: Win95 und älter
- teilweise unterstützt: Win98, Win98SE, WinME (USB-Mode nur, NICHT LPT Weise)
- Völlig unterstützt: Win2000, WinXP, Win-Vista, Win 7
- Die folgenden Betriebssysteme verlangen spezielle Einstellungen: Windows-Vista, Windows7. Befragen Sie die Vista/Win7 Information im Helpfile.
- Zurzeit ist es nicht möglich, unsignierte LPT und LibUSB Treiber für Vista 64 Bit und Windows7 64 Bit zu installieren

**1. Starten Sie eine neue Installation** der neusten, veröffentlichten VNWA Software, die im VNWA Forum von Yahoo gefunden werden kann
http://groups.yahoo.com/group/VNWA/, section "Files", folder "DG8SAQ

**2. Starten Sie die Software und führen Sie die Einstellung, wie beschrieben, in der Section " Getting Started“ durch.**
Die Tests nehmen an, dass nichts angeschlossen ist, an den VNWA-Testports, es sei denn, es ist anders vermerkt.
Außerdem sollten alle Kalibrierungen entfernt sein, es sei denn, es ist anders vermerkt.
Die Software soll im VNWA mode ausgeführt werden, NICHT in der Spektrum-Analysator-Mode.
Averaging muss ausgeschaltet werden.
Alles Obengenannte, wird für eine saubere neue Installation, automatisch durchgeführt.
Überprüfen Sie das Folgenden:
- richtige Soundkarte und Capture Device ausgewählt?
- richtiger Referenzkanal ausgewählt?
- Audio Level auf ungefähr 50 % des maximalen Levels?
- zeigt der Audiolevel-Screen, dass zwei Sinuswellen dafür Reflektion und eine Sinuswelle für Thru?
- Auto Clock Multipliers ausgewählt, wenn das Overclocking gewünscht wird?

Eine erste einfache Funktionsprüfung an der vorherbestimmten Testfrequenz von 5 MHz kann im Setup – **Audio Level Registerkarte** durchgeführt werden.

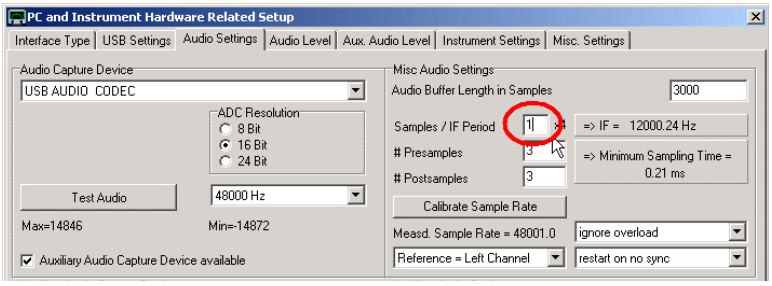
**2.a)** Drücken Sie den **Test Audio** Button und vergewissern Sie sich, dass Sie R**eflect** ausgewählt haben, und nichts an den VNWA TX Port angeschlossen haben. Sie sollten zwei ähnliche Sinusschwingungen sehen. Eine Sinusschwingung ist das Referenz-Signal, das andere ist das Reflektions-Signal, das in Phase zum Referenz-Signal des offenen TX-Ports ist:



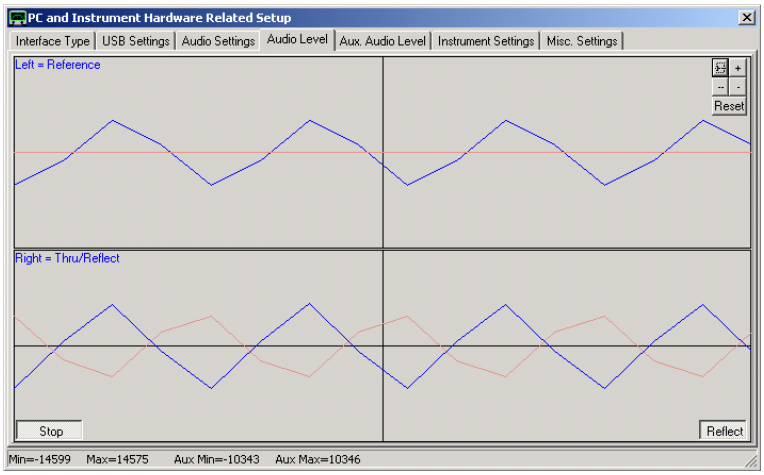

Beachten Sie, dass Sie beim VNWA3E eine schwach rote Sinuskurve zusätzlich sehen, die das Referenzsignal ist (und eine gerade Linie für das Thru-Signal), die mit dem zweiten eingebauten Codec abgetastet wurde. Diese Signale können mit größerem Detail in der AUX. Audio Level Registerkarte beobachtet werden.

Beachten Sie, dass die Main-und Aux-Referenz-Signale nicht in perfekter Synchronisation bleiben, weil die Codecs auf leicht unterschiedlichen Sampling Rates laufen können.

Beachten Sie, dass die Sinus-Wellen im obigen Screenshot mit der Standardeinstellung von 10x4 Samples per IF Periodabgetastet wurden, die sie glatt und sinusähnliche macht. Wenn Sie die Anzahl der Samples pro Periode auf 1x4 setzen, was für ultraschnelle Sweeps erforderlich ist ...

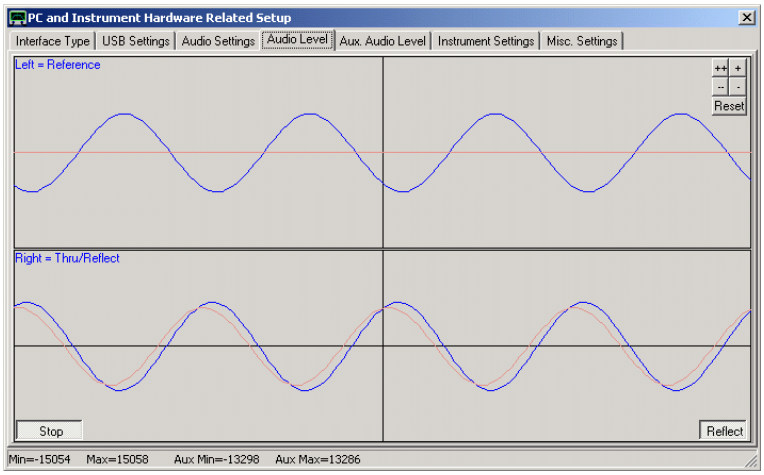



... werden die Sinus-Wellen eher dreieckig oder trapezförmig aussehen...

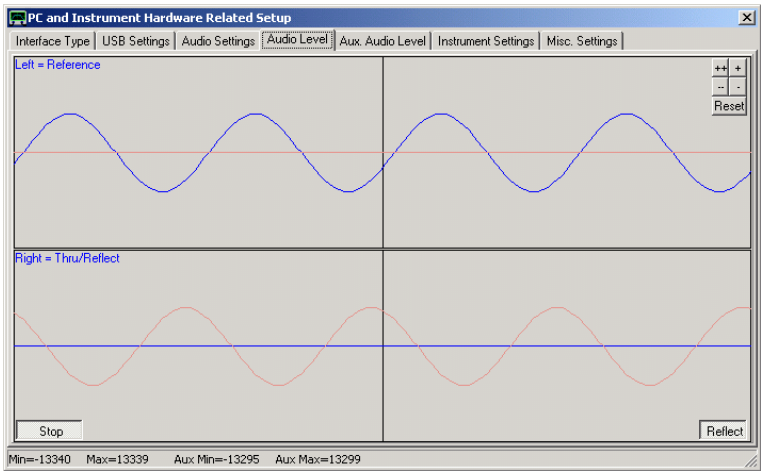



**... Das ist völlig in Ordnung!** Sie sind noch Sinuswellen, die angenähert in dem Diagramm mit 4 geraden Linien die 4 abgetastet Datenpunkte pro Periode verbinden. Sie können auch die Tests mit dieser Einstellung machen.

**2.b)** Als nächstes schließen Sie einen Short an der VNWA TX-Port an. Dies führt dazu, das das blaue Reflect Signal phasenverschoben wird, um 180 ° zum den blauen Reference Signal, wie unten zu sehen ist:

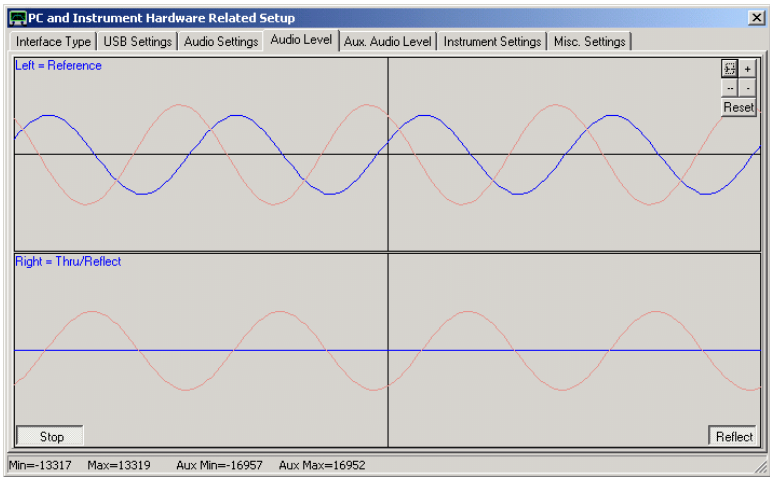



**2.c)** dann schließen den 50-Ohm-Load an den TX-Anschluss an. Da die Last die ganze Ereignis-Leistung absorbiert, wird das reflektierte Signal Null sein:

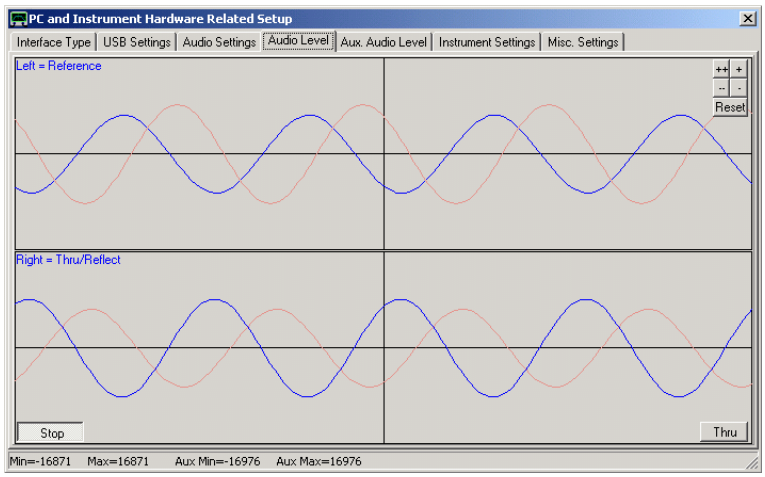



Mit den oben genannten Tests haben Sie nachgeprüft, dass die Reflektions-Brücke richtig arbeitet. Vom letzten Image (Load) können Sie ableiten, dass wirklich der linke (=obere) Kanal der Bezugskanal ist, der sich nie ändert.

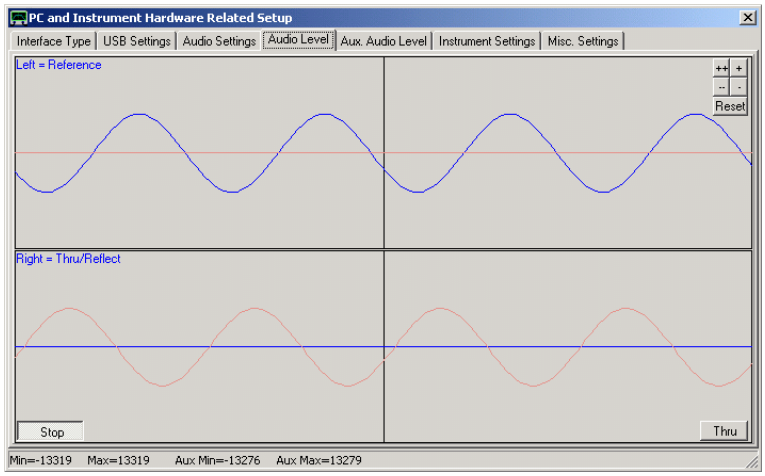
**2.d)** Verbinden Sie den TX-Port und den RX-Anschluss mittels eines kurzen koaxialen Kabels. Weil der RX-Port entworfen wurde, eine 50 Ohm Impedanz zu haben, sollten Sie dasselbe Ergebnis wie in c) oben erhalten, außer dass sie zwei hellrote Sinuswellen jetzt sehen sollten.




**2.e)** Als nächstes betätigen Sie den Button, um die Reflektion von **Thru** zusehen. Oben erscheint eine blaue Sinusschwingung wieder, die das Thru-Signal ist, welches transmitted ist durch das Coax Kabel von d). Thru- und Referenzsignal scheinen außer Phase zu sein, was von keiner Relevanz ist, für die richtige Funktion des VNWA:




**2.f)** Trennen das Coax Kabel zwischen TX und RX-Port. Sie sollten sehen, das obere blaue und das untere rote Thru-Signal verschwinden, weil kein Signal mehr in den RX- Port eingespeist wird:



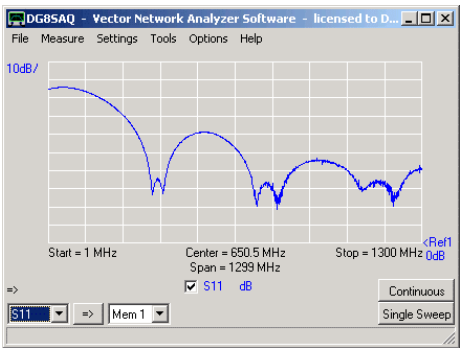

Tests d)-f) beweisen, dass die RX-Signalkette richtig arbeitet.

**Anmerkung :** Wenn Sie immer dieselbe Sinusschwingung auf beiden Kanälen sehen, dann nimmt Ihr Betriebssystem (Vista, Windows7) an, dass Ihr Sound Device mono ist. Sie müssen Windows beauftragen, es als ein Stereogerät, in diesem Fall, zu öffnen.

### 3. Proper Operation of Audio Capture

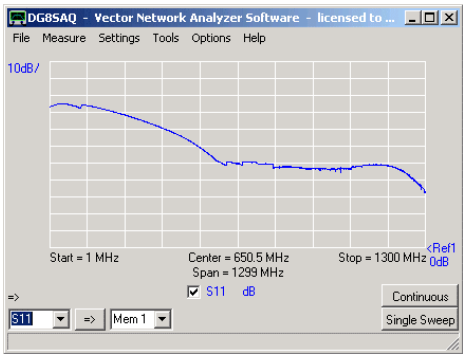
**Wichtig:** Die folgenden Tests 3.a)... 4.a) müssen **OHNE KALIBRIERUNG** oder mit **calibration switched off** durchgeführt werden, ansonsten werden die Ergebnisse Quatsch sein!

**3.a1)** Gehen zu **Options-Setup-Misc Settings**, und tick **"do not Normalize to Reference Channel"**, Beachten Sie dass die Phasen-Information, dieser Einstellung verloren geht, und das Smith-Chart Sinn keinen Sinn macht. **Schließen Sie Setup**, entfernen Sie alle Stecker von den TX und RX-Ports, zeigen Sie S11 nur in der dB-Mode an und führen Sie ein einzelnes Sweep durch, mit ungefähr 1 ms pro Datenpunkt und 1000 Datenpunkte. Die **default Clock Multipliers von 10/11** verwendend, sollte das Ergebnis seien, wie unten zu sehen:




Dips erscheinen an den ganzzahligen Vielfachen der DDS Clock Frequencies, d. h. **n*10*36MHz** und **n*11*36MHz**, wo die DDS Output Power zu Null wird. Um diese Signal Dips zu überwinden, **select Auto Clock Multipliers** aus.
**Warnung:** Sie verwenden- **Auto Clock Multipliers**- **auf eigenen Gefahr**. Indem Sie so tun, **wählen Sie select to severely Overclock** your DDSes **aus ,** von den erlaubten 400 MHz bis auf 750 MHz.

**3.a2)** derselbe Test wie in a1), aber unter Verwendung von Auto Clock Multipliers, sieht dann so aus:

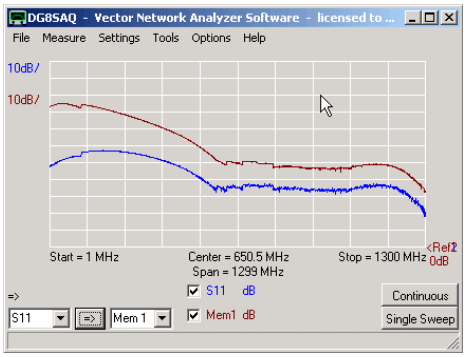



Die Dips sind weg, und Sie sehen Schritte, wo die Clock Multiplier Values, geschaltet wurden.

**Alle folgenden Ergebnisse wurden erhalten, durch Verwendung von Auto Clock Multipliers.**

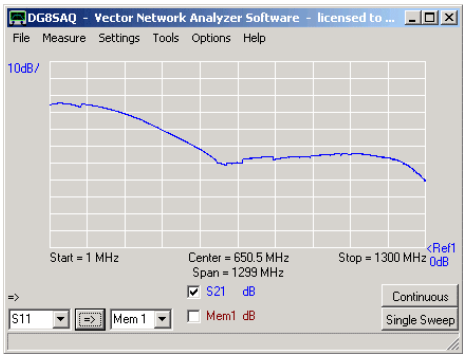
Speichern Sie das Sweep in a2) zu Mem1, zeigen Sie Mem1 ebenso an und wiederholen Sie das Sweep mehrere Male, um nachzuprüfen, ob das Ergebnis stabil und wiederholbar ist.
Dieser Plot zeigt direkt die verfügbaren Signalamplitude in ADC Readings. Beachten Sie, dass der gezeigte Plot für eine 16 Bit Soundkarte gültig ist. Wenn eine 24-Bit-Soundkarte verwendet wird, werden die Amplituden um einen Faktor 256 höher sein. Beachten Sie auch, dass die Steps in den Trace die richtige Operation der **Auto Clock Multipliers-Switching** prüfen, wenn ausgewählt.

**3.b)** dann schließen an den 50-Ohm-Load an den TX-Port und wiederholen das Sweep:



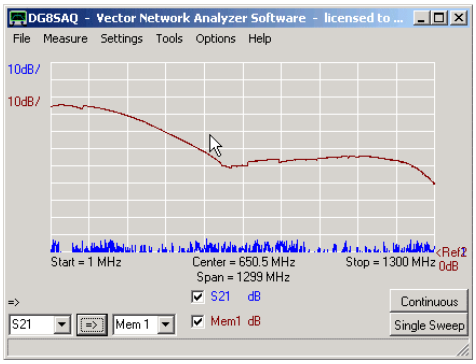

Der Trace sollte in der Amplitude kleiner geworden sein. Der Unterschied zwischen dem vorherigen Trace (Open) und dem gegenwärtigen Trace (Load) ist die Richtwirkung der VNWA-Brücke. Der oben genannte Plot beweist, dass die Brücke brauchbar ist. Wenn Sie keinen Trace-Änderung sehen, beim Load Sweep, könnten Sie einen Fehler gemacht haben, bei der Auswahl des richtigen Audiokanals als Bezugskanal, oder Sie könnten die falsche Polarität ausgewählt haben, für den S11/S21-Schalter.

**3.c)** dann verbinden Sie den VNWA TX-Port mit dem RX-Port, mittels eines koaxialen Kabels. Wählen Sie S21 aus und tun Sie einen Sweep:




Das Ergebnis sollte dem S11-Ergebnis mit dem offenen TX-Port ähnlich sein. Die Spur zeigt das verfügbare Signal in Transmission.
Speichern Sie das Sweep zu Mem1, zeigen Sie Mem1 zum Vergleich an und wiederholen Sie das Sweep mehrere Male, um Stabilität und Wiederholbarkeit nachzuprüfen.

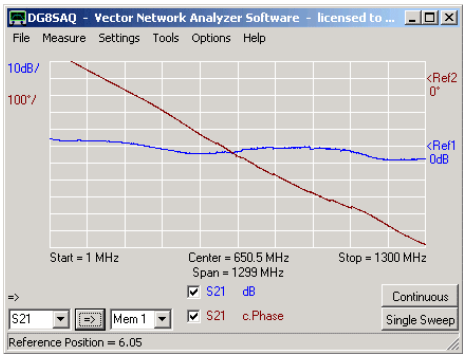
**3.d)** Als nächstes entfernen Sie das koaxiale Kabel von TX zu RX vollständig und sweep wieder:




Dieser Test zeigt den rauschenden Untergrund des RX. Der erreichbare dynamische Bereich in Transmission, ist die vertikale Entfernung zwischen den beiden Traces. Beachten Sie, dass der Test bei einer hohen Sweep-Rate durchgeführt wurde und so der Rauschpegel ziemlich hoch ist.
Dieser Test prüft, dass der RX brauchbar ist.

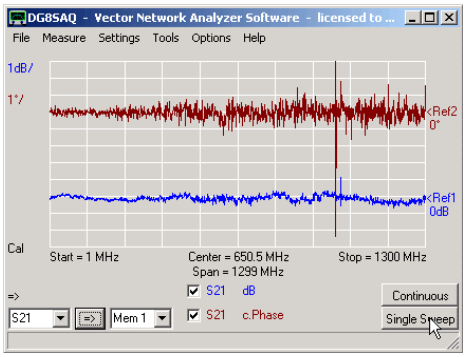
**4. Richtige Operation der Kalibrierung**
Für die folgenden Tests müssen Sie **abwählen "don't normalize to reference channel"** in den Setup-Misc Settings.

**4.a)** verbinden Sie den TX-Port mit dem RX-Port und tun ein S21-Sweep. Jetzt sollte das Ergebnis ähnlich aussehen:



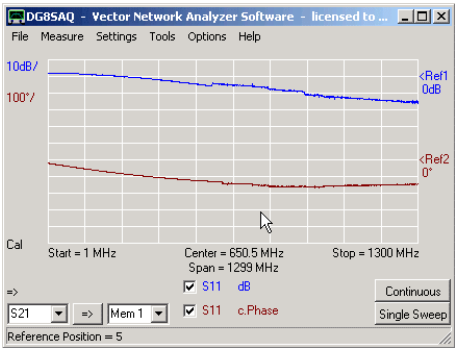

Die Amplitude sollte um 0dB sein, und es sollten Phasen-Informationen zur Verfügung stehen.
Dies beweist, das die Reference-Signal Kette brauchbar ist. Wiederholen Sie das Sweep mehrere Male, um nachzuprüfen, dass das Ergebnis stabil und wiederholbar ist.

**4.b)** dann tun Sie eine Thru-Kalibrierung (Thru only, no Crosstalk, no Thru Match Calibration!) und wiederholen das S21-Sweep nach der Thru-Kalibrierung. Sie sollten zwei Geraden für die Amplitude und die Phase bekommen:



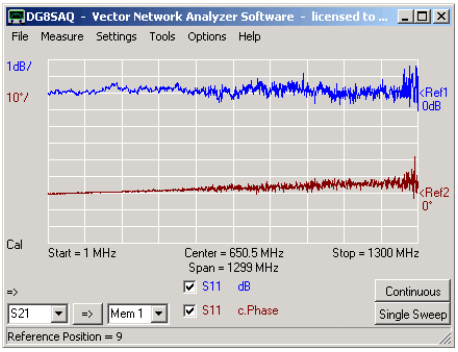

Wiederholen Sie das Sweep mehrere Male, um nachzuprüfen, dass das Ergebnis stabil und wiederholbar ist.

**4.c)** Als nächstes entfernen Sie das koaxiale Kabel, zeigen S11 an und führen ein Sweep durch. Beachten Sie, dass Sie noch keine Reflektionskalibrierung durchgeführt haben. Das ist, was Sie etwa bekommen sollten, eine Amplitude um 0dB und eine ziemlich konstanter Phase:




Das prüft, dass das **Normalizing** auch für das reflektierte Signal arbeitet. Wiederholen Sie das Sweep mehrere Male, um nachzuprüfen, dass das Ergebnis stabil und Wiederholbar ist.

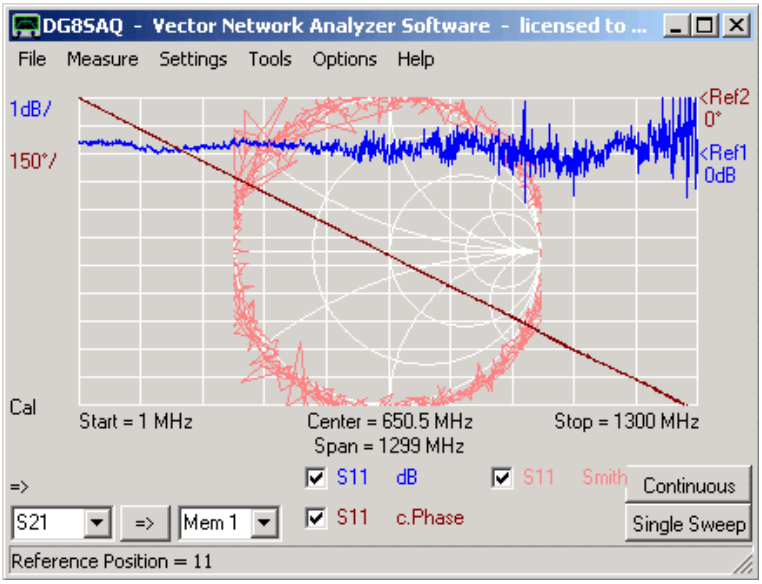
**4.d)** Als nächstes führen eine SOL-Kalibrierung durch und wiederholen Ihr Sweep mit dem offenen TX-port. Sie sollten zwei horizontale Linien mit 0dB und 0 ° erhalten:



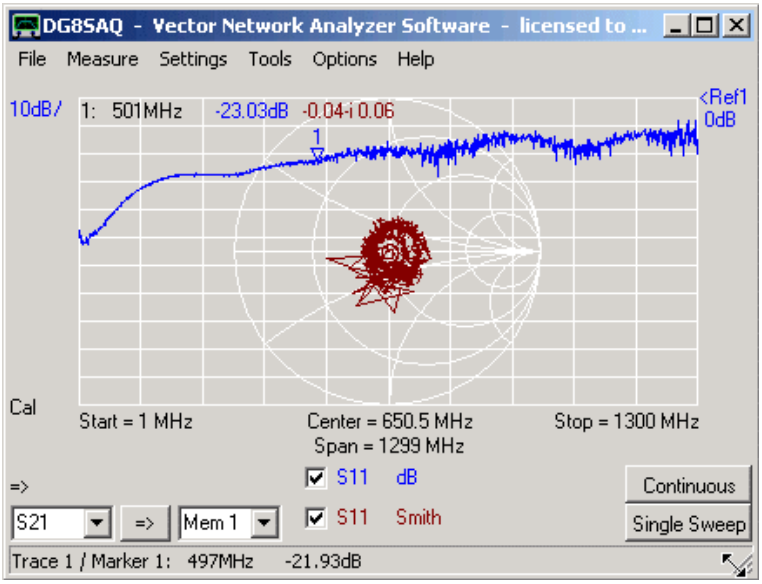

Das prüft, ob die Reflektionskalibrierung brachbar ist. Sie sollten auch nachprüfen, dass Sie reproduzieren können, die Reflections Coefficients Ihrer anderen zwei cal Standards (Short, Load).
Wiederholen Sie das Sweep mehrere Male, um nachzuprüfen, dass die Ergebnisse stabil sind und wiederholbar.

**Anmerkung :** Für **Load** wird die Phase-Information willkürlich sein, weil der Reflexionskoeffizient einer idealen Last Null ist, der eine willkürliche Phase hat. Oder ausgedrückt in der Mathematik: 0*exp (j*ß) = 0 für jeden Winkel ß.
Also, die ganze Phasen-Information, die Sie für Load bekommen werden, ist Rauschen. Ignorieren Sie es einfach.

**4.e)** Als nächstes, schließen Sie an ein kurzes koaxiales Kabel (ungefähr 10 cm) an den TX Port und lassen das andere Kabelende offen. Sweep und beobachten Sie, dass Sie noch eine Magnitude von 0dB, aber einer geradlinigen Phase-Zunahme erhalten sollten, die zu einer kreisförmigen Trace im Smith-Chart führt:




**4.f)** Als nächstes verbinden Sie der TX-Port und den RX-Port mittels des kurzen Coax Kabels und führen ein S11-Sweep durch. So, Sie messen den Eingangsreflexionskoeffizienten des RX-Ports:




Der RX Reflexionskoeffizient sollte besser sein als-20db bis zu 500 MHz.

**Wenn Ihre Tests an einem bestimmten Schritt scheitern, zitieren Sie bitte den genauen Schritt, an dem das Testverfahren scheiterte.**

**USB Probems**

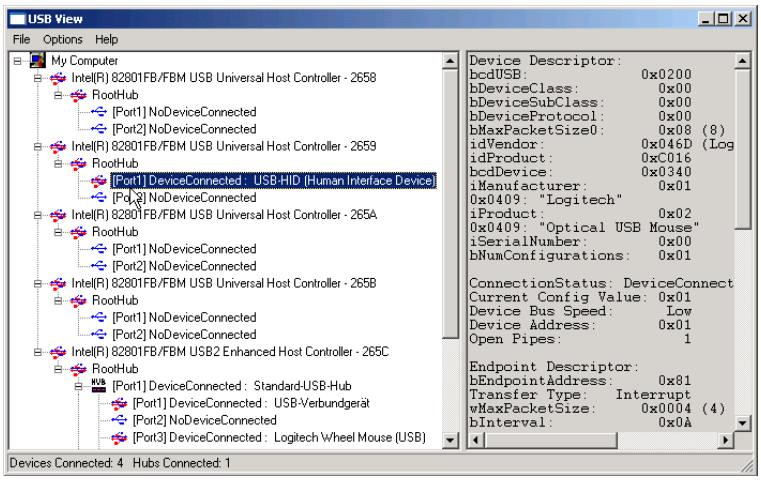
**USB Troubleshooting Guide**

Mit dem Microsoft Utility **"USB View"**, ist es möglich, Probleme von USB-Devices zu entdecken. Im Falle dass der DG8SAQ USB_VNWA device durch Windows nicht richtig entdeckt wird, tun Sie das folgende Diagnose-Verfahren.

Troubleshooting procedure

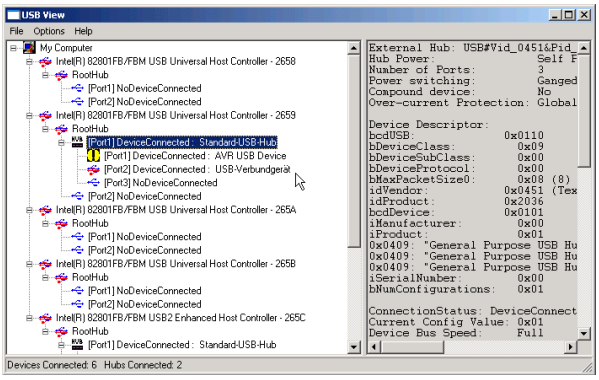
1. Laden Sie das Utility von Microsoft "USB View" herunter.

2. Starten Sie "USB View" und finden Sie den USB outlet in der "USB View", wo Sie Ihre USB_VNWA-Interface durch z.B einstecken wollen. das Einstecken eines bekannten guten USB-Geräts wie eine Maus oder ein Memorystick. Stellen Sie sicher, dass Sie die Optionen "Auto Refresh" und "Config Descriptors" aktivieren. Im unteren Beispiel wird eine USB_HID Maus entdeckt. Das graue Feld gibt rechts mehr Details über das hervorgehobene USB-Device. Das ist Beweis, dass Ihre USB-PC-Schnittstelle arbeitet.




3. Stecken Sie Ihr USB_VNWA-Interface in selben USB-Ausgang ein und beobachten Sie die Änderung in der "USB View". Wie gesehen, unten sollten die folgenden Geräte entdeckt werden:
- ein Standard-USB Hub
- ein AVR USBDevice (der VNWA Controller)
- ein USB-Audiocodec

Überzeugen Sie sich, die Anzeige von "USB View" nach dem Wiederhineinstecken refreshed wird.




Wenn mindestens ein der oben genannten Geräte weigern, sich betriebsbereit zu zeigen, dann haben Sie wahrscheinlich ein Hardware-Problem, auf Ihrer USB_VNWA-Schnittstelle oder, wenn das AVR Gerät weigert,

sich zu zeigen, kann es sich um einem fehlerhaften Flash-Speicher handeln. Siehe folgende Seite, wie man man mit einem fehlerhaften Flash Memory umgeht.

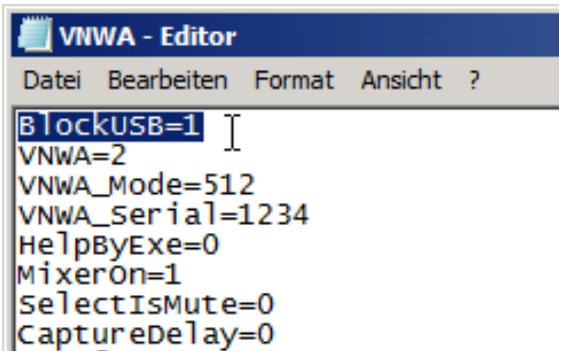
Wenn die oben genannten Tests positiv waren und sich Windows noch immer weigert, ein neues Gerät zu erkennen, dann könnten Sie ein Windows-Treiberproblem haben. Sie könnten versuchen, den Treiber manuell von Windows Control Panel zu installieren.

**Recovering Corrupted Flash Memory**

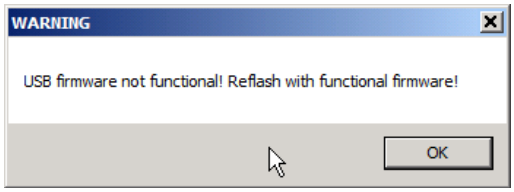
Wenn ein Spannungsfehler oder ein PC-Kräsch während des Flashing, einer neuen VNWA Firmware, auftritt, wird die Firmware fehlerhaft und nicht mehr funktionieren. Da der USB-Kern der Firmware einigermaßen geschützt wird, gibt es noch eine Chance, dass die Firmware über USB wieder hergestellt werden kann. Wenn der USB-Kern, noch völlig funktionsfähig ist, wird das AVR-Gerät in USBview wieder erscheinen in der vorherigen Abteilung.

### Case 1: VNWA2 or VNWA3, AVR device still shows up in usbview:

Wenn die Firmware fehlerhaft ist, wird der VNWA vielfache Fehler beim Programm-Start ausgeben. Um diese Fehlermeldungen zu vermeiden, öffnen Sie die Datei **VNWA.ini** mit einem Texteditor (z.B. notepad.exe), und fügen die Zeile "BlockUSB=1" hinzu:



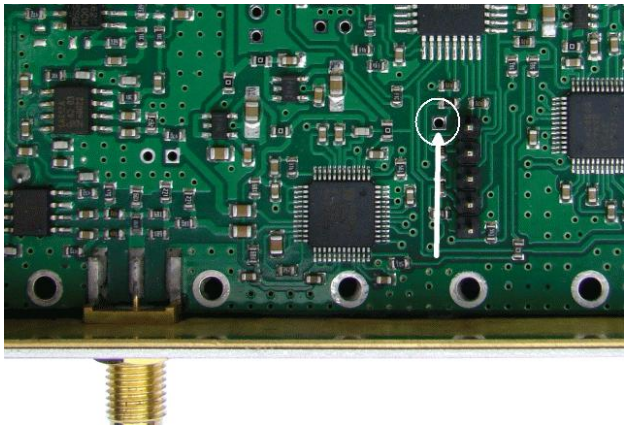

Speichern und schließen Sie VNWA.ini und starten Sie die VNWA Software wieder. Eine Nachricht sagt, dass die Firmware nicht funktionell ist, wird dieses anzeigen:




Bestätigen Sie, und der VNWA wird starten. Da alle USB-Funktionen außer Reflashing und Rescanning des Busses jetzt blockiert werden, wird keine Fehlermeldungen mehr ausgegeben. Gehen Sie gerade zur "Setup" - "USB-Settings" und versuchen Sie, die Firmware zu reflashen mit der Version, die zuvor scheiterte.
Wenn Sie Glück haben, wird sich Ihr VNWA wieder normal verhalten, nach dem Schließen und Wiederstarten der VNWA Software. Dieses Verfahren hat sich erfolgreich, in einem Fall, bereits erwiesen!

### Case 2: VNWA3, AVR device no longer shows up in usbview, but USB core routines are still intact:

Da die Kernroutinen einigermaßen schreibgeschützt sind, gibt es eine Chance, dass sie noch intakt sind, auch wenn das AVR Gerät nicht mehr auf dem USB-Bus auftaucht.
Von der Firmware 5.12 (fünf Punkt zwölf!) aufwärts, können Sie den USB-Kern zwingen, den wahrscheinlichen verdorbenen Initialisierungscode auszulassen und den folgenden Testpunkt durchzuführen, um sich während der Power-ein zu gründen:



**Es wird empfohlen, ein Testkabel mit einer Krokodilklemme auf einem Ende und einer spitzen Testspitze auf dem** anderen, zu verwenden. Trennen Sie VNWA vom Computer. Dann befestigen Sie den Krokodilklemme am Messinggehäuse, während Sie die Testspitze auf den oben gekennzeichneten Testpunkt drücken.
Während Sie das tun, Schließen Sie den VNWA wieder an den Computer an. Jetzt können Sie das Testkabel entfernen. Verwenden Sie USBview, um zu überprüfen, ob diese Messung die USB-Verbindung des AVR USB-Geräts wieder hergestellt hat. Wenn diese Messung erfolgreich war, **starten Sie nicht VNWA Software** sofort, sondern gehen wie oben beschrieben, im Fall 1 weiter.
Wenn dieses Verfahren das Problem nicht behoben hat, wie beschrieben, folgen Sie der Beschreibung im Falle 4.

**Case 3: VNWA2, AVR device no longer shows up in usbview, device must be reprogrammed using an in circuit programmer (ISP):**

Die einfachste Weise, dieses Problem zu beheben, ist einen neuen AVR-Chip von SDR-Kits anfordern, um den Verdorbenen zu ersetzen, zu sehen im Bild unten. Wenn Sie den neuen Chip einfügen, stellen Sie sicher, dass keiner der Anschlüsse gebogen wird!



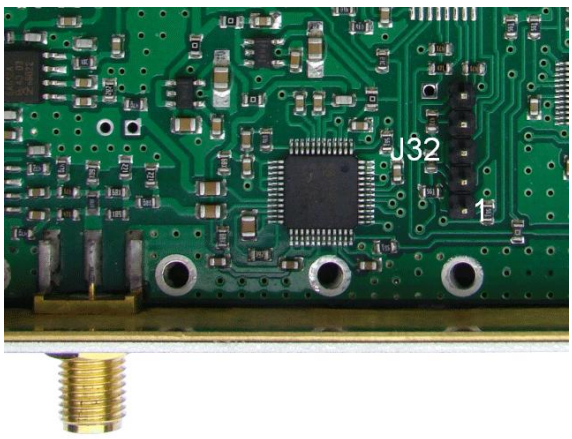

Wenn Sie einen Programmierer haben, um Atmel AVR Mikrocontroller zu flashen, können Sie selbst den Chip reprogrammmieren.

**WICHTIG:** Vor dem reflashing des AVR, lesen Sie das EEPROM aus, dann können Sie es nach dem reflashing wieder herstellen.
Der EEPROM enthält Ihren Lizenzschlüssel. Flashen Sie die neuste v4.* Firmware. Beachten Sie, dass die Firmware v4.15 (vier Punkt fünfzehn) neuer ist als v4.9 (vier Punkt neun). Nach dem Flashen, stellen Sie Ihren EEPROM mit den vorher gespeicherten Daten wieder her.

**Case 4: VNWA3, AVR device no longer shows up in usbview, device must be reprogrammed using an in circuit programmer (ISP):**

Normaler Weise müssen Sie Ihren VNWA3 an SDRKits zurücksenden, um es, in diesem Fall, reprogrammieren zu lassen.

Wenn Sie einen ISP Programmierer haben, um Atmel AVR Mikrokontroller zu flashen, können Sie jedoch Ihren VNWA selbst wiederprogrammieren. Das wird erreicht, in dem Sie den Programmierer an das VNWA3 ISP Interface J32 anschließen:



**J32 ISP Schnittstelle-Belegung:**
Pin 1: Ground
Pin 2: Reset
Pin 3: SCK
Pin 4: MOSI
Pin 5: MISO

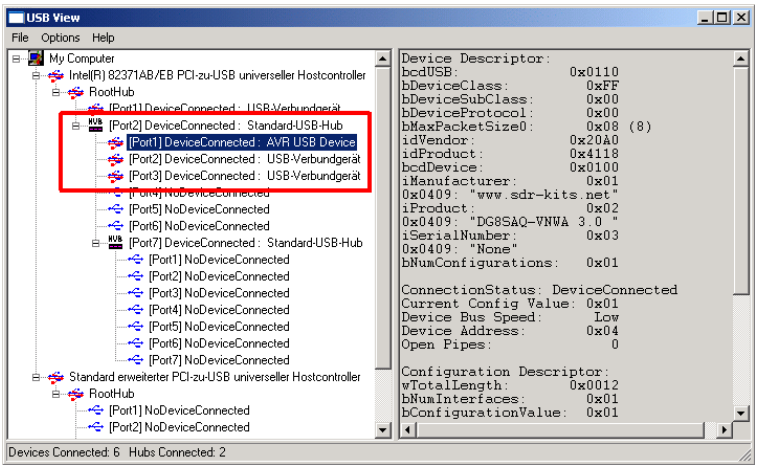
**WICHTIG:** Vor Reflashing des AVR, überzeugen Sie sich, den EEPROM ausgelesen zu haben, so können Sie es, nach der Reflashing, wieder zurück schreiben.
Der EEPROM enthält Ihren Lizenzschlüssel. Wählen Sie als Device Atmega328P in Ihrer Programmiersoftware aus. Lassen Sie die neuste v5.* Firmware flashen. Beachten Sie, diese Firmware v5.16 (fünf Punkt sechzehn) ist neuer als v5.9 (fünf Punkt neun). Nach dem Flashen, schreiben Sie das EEPROM zurück, mit den vorher gespeicherten Daten.

## Hardware Troubleshooting

Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie bestimmte VNWA- Handwareausfälle, ohne zusätzliche Testgeräte, diagnostizieren können.

### 1. Check Connectivity

Verwenden Sie USBview oder eine ähnliche Software, wie im Kapitel „USB Trobleshooting Guide“ beschrieben, um zu erkennen, dass die VNWA-Hardware mit Ihrem Computer verbunden ist.
Sie sollten sehen, dass der VNWA (AVR USB Device) und ein (VNWA2, VNWA3) oder 2 (VNWA3) Soundchips an denselben USB-Hub angeschlossen sind

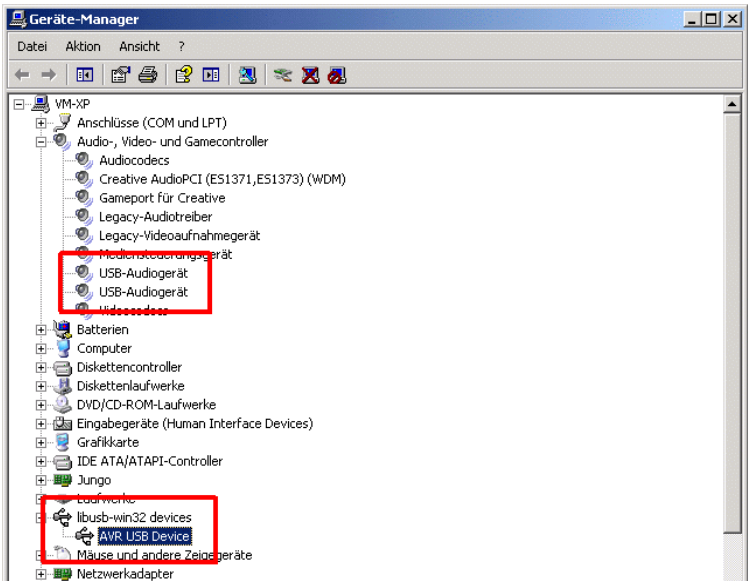



Beachten Sie, dass der obige Test keine VNWA-Software erfordert oder installierte Treiber.

Wenn dies gelingt, können Sie…..

### 2. Check if hardware drivers are properly installed.

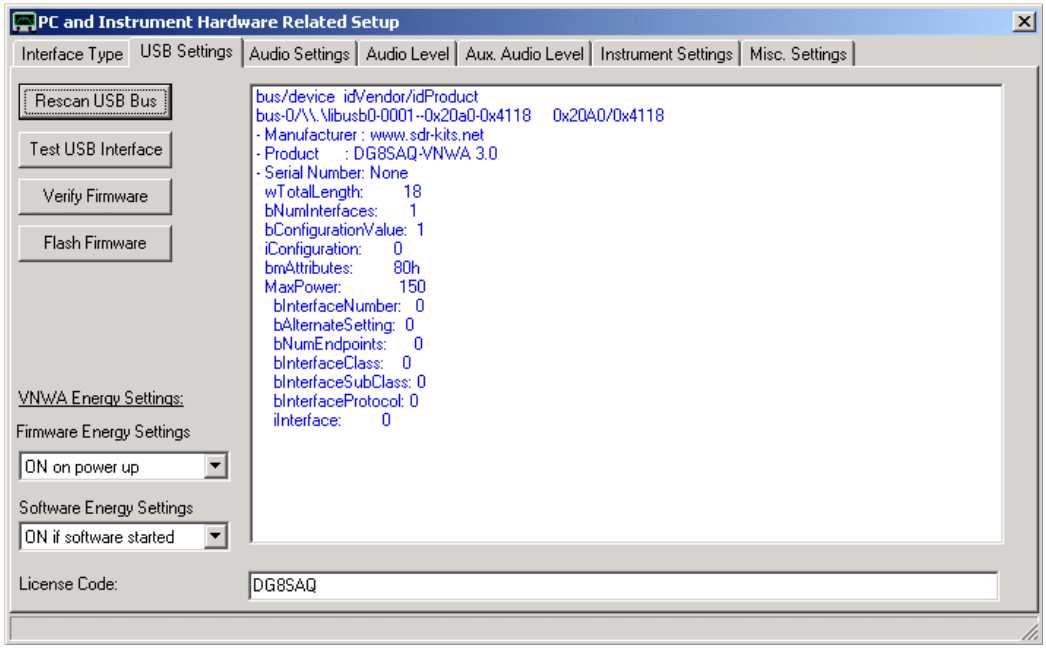
Öffnen Sie den Windows-Geräte-Manager und überprüfen Sie, dass beide, sowohl das VNWA-Gerät als auch das VNWA USB-Soundgerät(e), als betriebsbereit angezeigt werden.



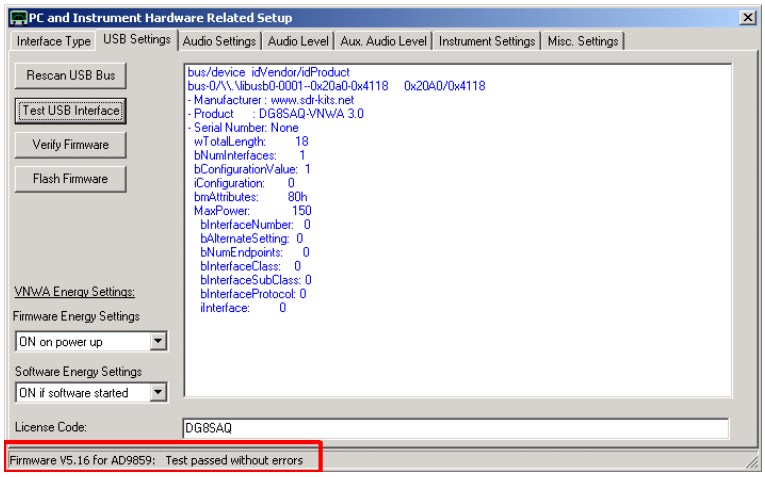

Wenn erfolgreich, dann können Sie….

3. Check if communication with the VNWA is possible.

Starten Sie die VNWA-Software und gehen Sie zu Options – Setup – USB Settings.
Stellen Sie sicher, dass Sie Ihren Lizenzcode richtig eingegeben haben.
Drücken Sie auf „Rescan USB Bus“.Sie sollten beobachten, ob Ihr VNWA erkannt wird.



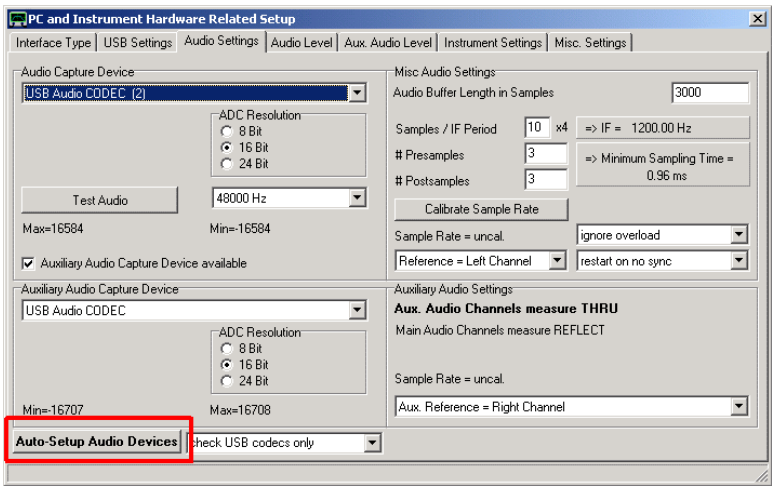

Drücken Sie als nächstes „Test USB-Interface“.Sie sollten einen blauen Fortschrittsbalken sehen, der den Ablauf des Tests anzeigt und nach Abschluss, Informationen über die Firmware und das Testergebnis ausgibt, in der unteren Statuszeile.




Wenn erfolgreich, dann können Sie….

## 4. Perform a total system test.

Öffnen Sie die Registerkarte Audio Settings und drücken Sie die Taste Auto-Setup Audio Devices.




Dieser automatische Setup-Vorgang dient auch als sensibler Hardwaretest. Folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm. Wenn das Setup erfolgreich war, ist Ihre VNWA-Hardware sehr wahrscheinlich in Ordnung.

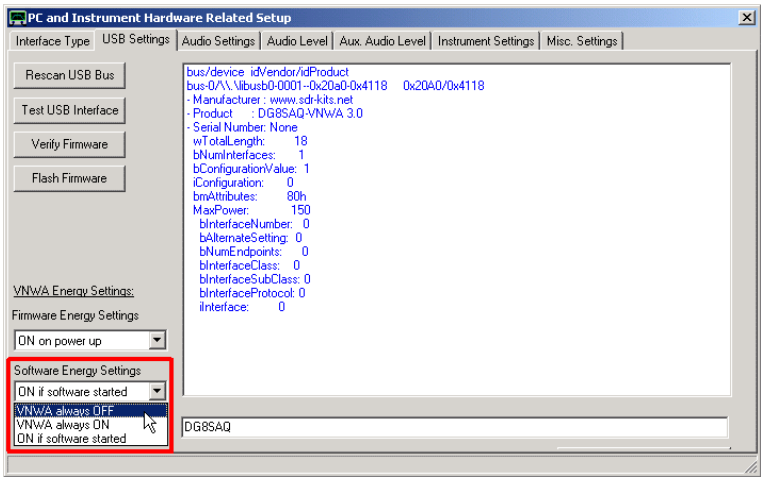
Eine fehl gelaufene Prüfung könnte mehrere Gründe haben:

a) Sie könnten vergessen haben, alle VNWA- RF- Ports vor dem Test zu trennen.
b) Sie könnten es versäumt haben, Ihre VNWA-Soundgeräte auf 48 KHz / Stereo zu stellen.
c) Sie treffen auf ein Hardware-Problem.

Die folgenden Tests befassen sich mit der Diagnose von Hardware-Problemen insbesondere…

## 5. Checking power supply

Gehen Sie zu  Options-Setup-USB Settings und wechseln Sie die Software Energy Settings zwischen AUS und EIN:




Beobachten Sie dabei die LED auf der Rückseite Ihres VNWA, die zwischen AUS und EIN wechseln sollte.



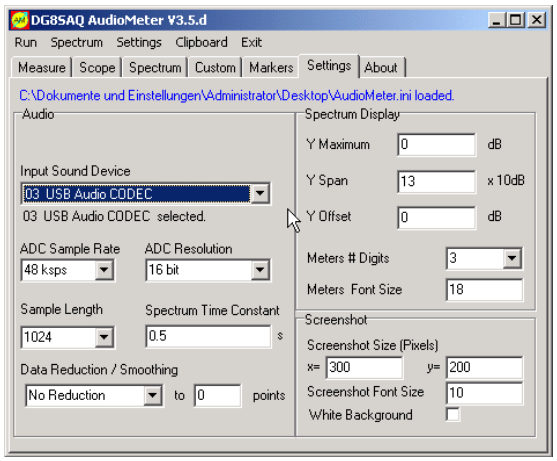

Wenn der Test durch geführt ist, stellen Sie sicher, dass Ihre Energy Settings auf „EIN“ stehen, wenn die Software startet.

## 6. Testing audio codec(s)

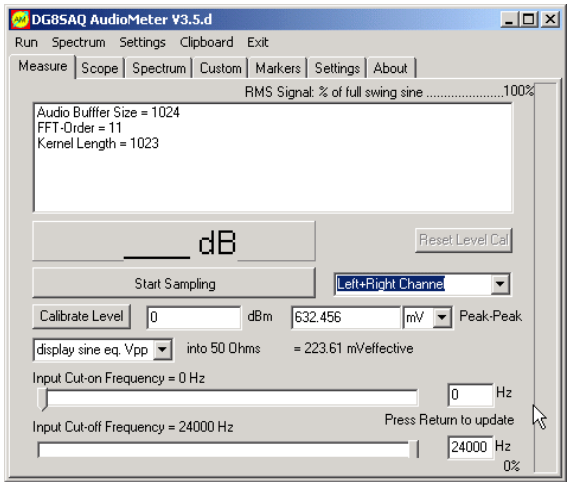
Stellen Sie sicher, dass Ihr VNWA mit dem PC verbunden ist, aber die VNWA-Software NICHT läuft und die VNWA Power-LED auf der Rückseite aus ist ( siehe vorherigen Test).
Benutzen Sie ein Koaxial-Kabel, um den VNWA TX-Port mit dem RX-Port zu verbinden!

Für diesen Test benötigen Sie die DG8SAQ AudioMeter3 Software, welche Sie herunterladen können von http://www.sdr-kits.net/DG8SAQ/AudioMeter3.zip.
Starten Sie es und wählen Sie die Einstellungen, wie im Folgenden beschrieben.

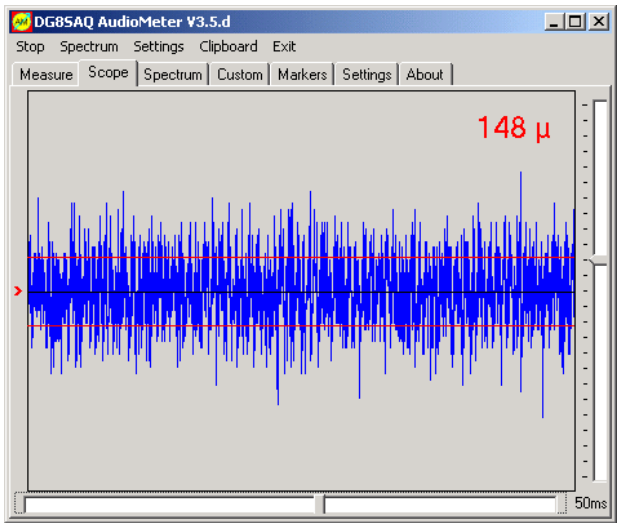
Wählen Sie ein Sound-Device, dass zu Ihrem VNWA gehört:




Wählen Sie „Left+Right Channel“ und stellen Sie sicher, dass die Schieber, im Bild unten, gesetzt sind, wie gezeigt:



Drücken Sie im Hauptmenü auf „Run“ und wechseln Sie zur Registerkarte „Scope“.
Benutzen Sie dort die Schieberegler, um die Zeitachse und die Amplitudenachse einzustellen.
Sie sollten einen niedrigen Rauschpegel sehen, der von der Soundkarte kommt.



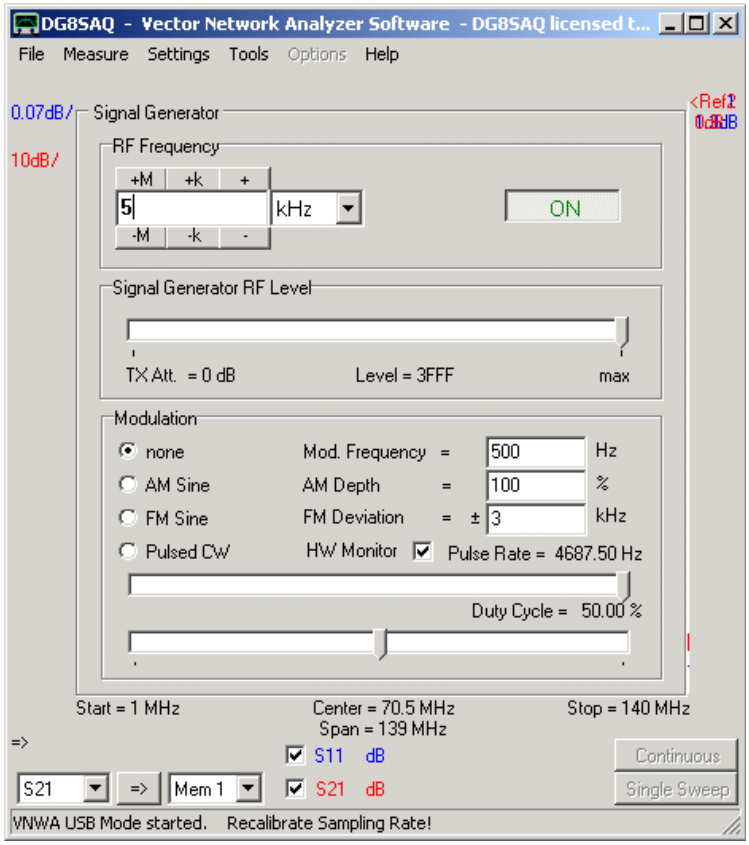

Wenn Sie einen VNWA3E haben, wiederholen Sie diesen Test mit dem zweiten Sound Device.

Wenn Ihre Audio Codec(s) funktionieren, können Sie…

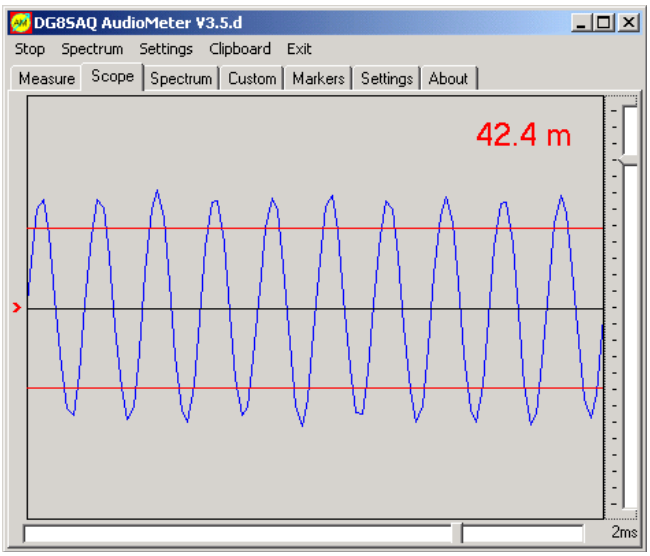
## 7.Test the RF-signal source

Stellen Sie sicher, dass Ihr VNWA RX-Port noch immer mit dem VNWA TX-Port verbunden ist.

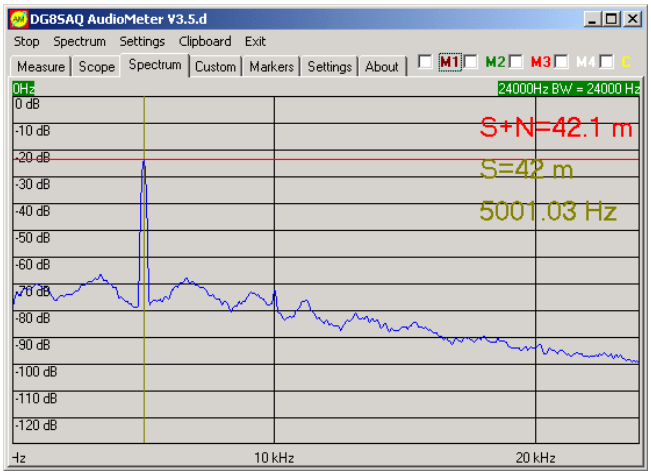
Mit der AudioMeter3-Software starten, wie im vorherigen Test, starten Sie die VNWA Software im „Signal Generator Mode“ und stellen Sie es so ein, dass es ein kontinuierliches 5 KHz-Signal mit einem maximalen Ausgangspegel erzeugt:




Jetzt sollten Sie ein starkes Signal im AudioMeter sehen:




Wechseln Sie zur Registerkarte Spektrum und Sie können beobachten, dass das Signal, welches Sie sehen, in der Tat bei 5 KHz zu finden ist:

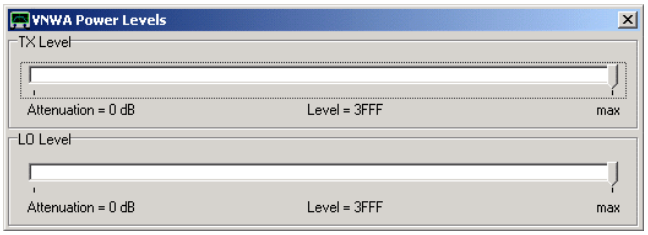



Wenn Sie einen VNWA3E haben, wiederholen Sie diesen Test mit dem zweiten Sound Device.

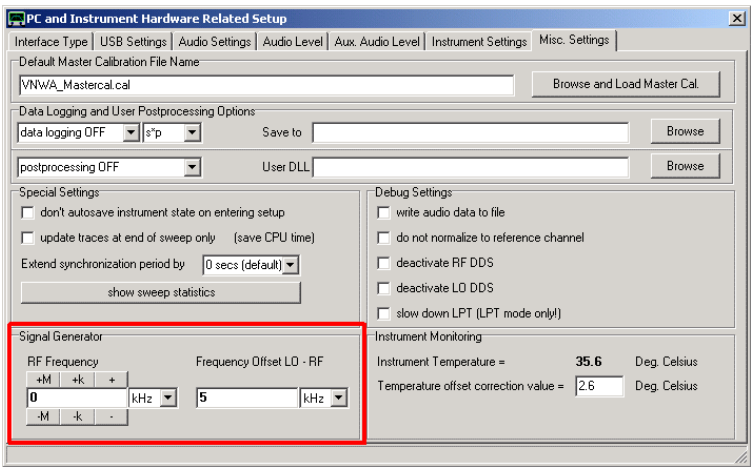
## 8. Test the LO signal source

Stellen Sie sicher, dass Ihr VNWA RX-Port noch immer mit dem VNWA TX-Port verbunden ist.

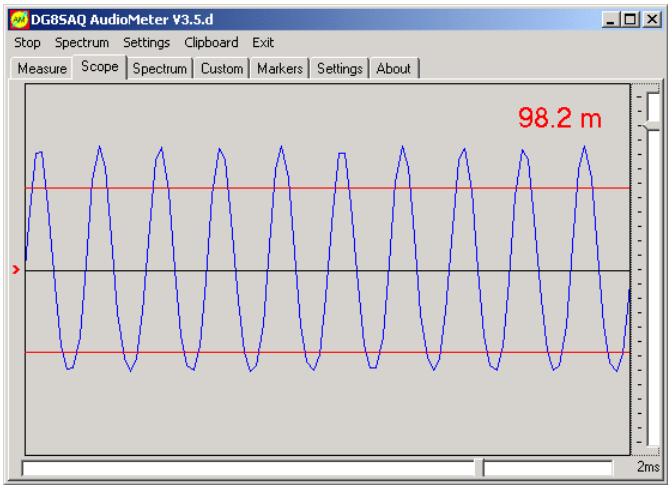
Kehren Sie zurück zum normalen VNWA Operation Mode, durch Schließen des Signalgenerators (Rechtsklick auf das Signalgenerator-Panel).
Dann öffnen Sie das Level Control Fenster durch Drücken der Taste „L“ oder über das Hauptmenü „Settings - Power Levels - Set Levels“:

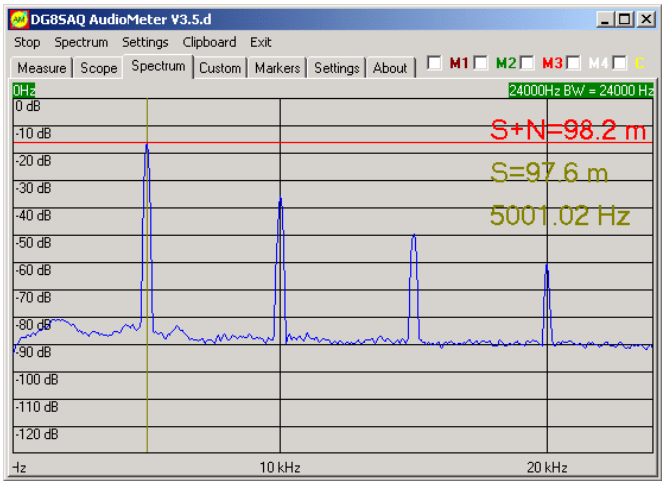



Stellen Sie sicher, dass beide Schieberegler auf Maximum stehen. Kehren Sie zurück zum VNWA Hauptfenster und öffnen Sie „Options – Setup – Misc. Settings“.
Dort setzen Sie **RF-Frequency** auf Null und **Frequency Offset** auf 5KHz:




Auch hier sollten Sie ein ziemlich starkes Signal bei 5 KHz im Audiometer sehen:




Wenn Sie einen VNWA3E haben, wiederholen Sie diesen Test mit dem zweiten Sound Device.

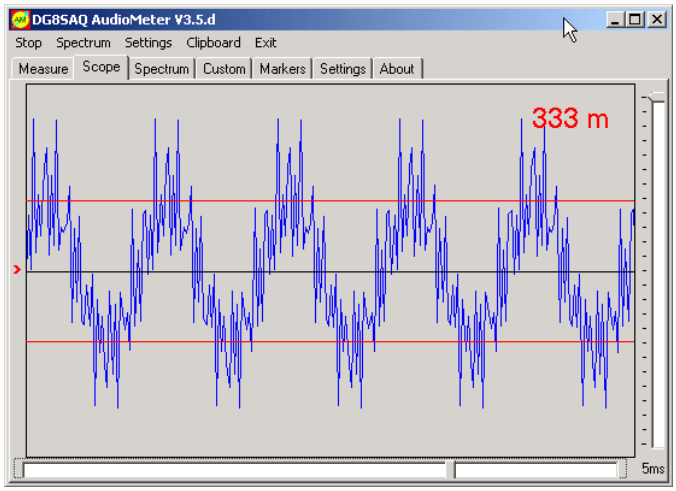
Wenn die RF- und LO- Signal-Tests bestanden sind, können Sie….

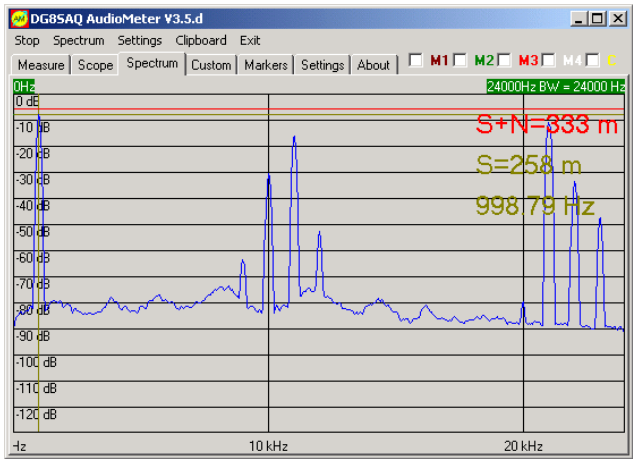
## 9. Test the mixers

Stellen Sie sicher, dass Ihr VNWA RX-Port noch immer mit dem VNWA TX-Port verbunden ist.

Setzen Sie in Setup / Misc. Setings **RF-Frequency** auf 10 KHz und **Frequency Offset** auf 1 KHz

Im AudioMeter sollten Sie eine starkes 1 KHz Signal sehen und eine starke 21 KHz Signalüberlagerung:

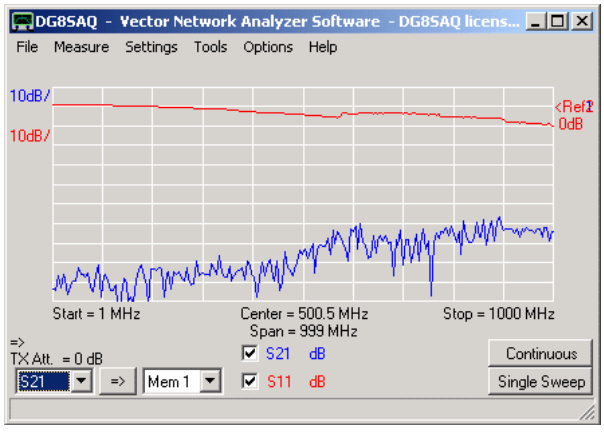


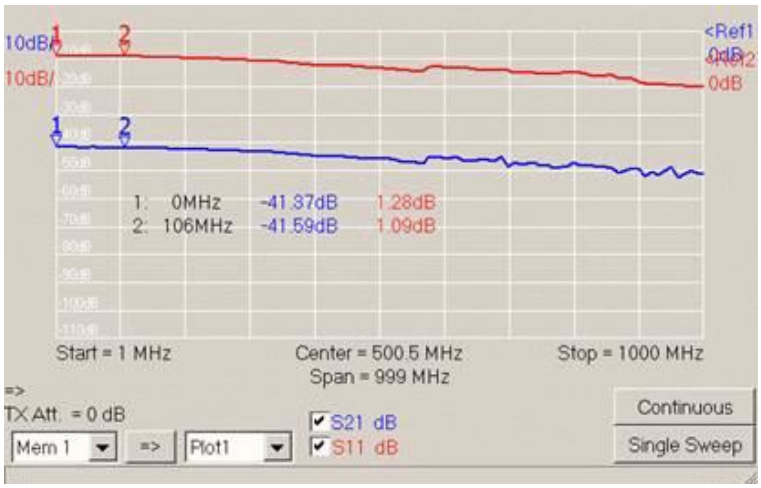

## 10.Checking the S11 / S21 switch performance

Für diesen Test müssen Sie die Verbindung zwischen TX und RX Ports trennen! Außerdem muss Ihr VNWA korrekt eingestellt sein.
Wenn Sie einen VNWA3E haben, müssen Sie den auxillary audio codec für diesen Test deaktivieren (disable).

Messen Sie den unkalibrierten S21 Response der offenen VNWA Ports. Der S21 Response sollte deutlich unter -60 dB liegen und mit zunehmender Frequenz ansteigen:




Wenn Ihr Open S21 Response einen deutlich höheren Level zeigt und *abnimmt* bei steigender Frequenz, wie im unteren Beispiel gezeigt, ist der S11/S21 Schalter (switch) warscheinlich gebrochen.


10dB/
10dB/
<Ref1
0dB
0dB
1: 0MHz -41.37dB 1.28dB
2: 106MHz -41.59dB 1.09dB
Start = 1 MHz
Center = 500.5 MHz
Span = 999 MHz
Stop = 1000 MHz
=>
TX Att. = 0 dB
S21 dB
S11 dB
Continuous
Single Sweep
Mem 1
=>
Plot1

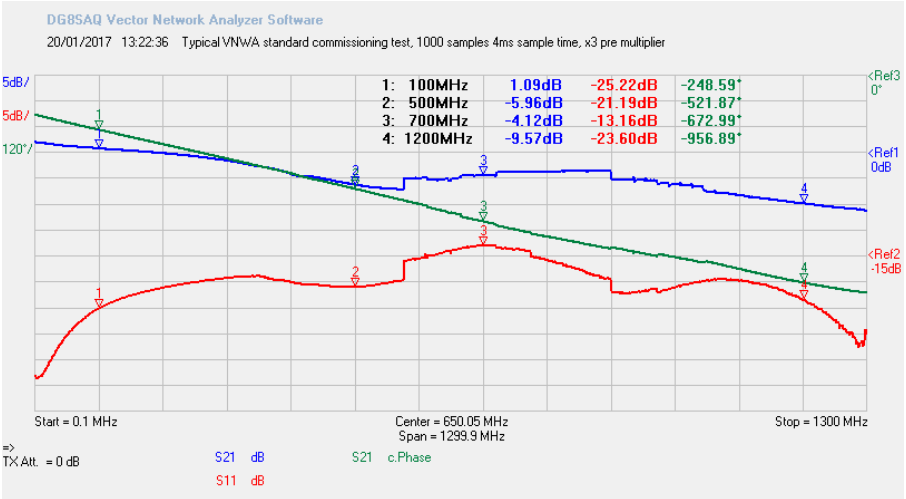
**VNWA FINAL COMMISSIONING TEST**

- Der VNWA enthält keine vom Benutzer einstellbaren Komponenten oder einstellbare Firmware-Einstellungen.
- Jeder zusammengebaute VNWA wird mit einem Standard "**Commissioning Graph**"geliefert, der die S11 und S21 Leistung zeigt, wenn der VNWA vor dem Versand des VNWA an den Kunden in Betrieb genommen und getestet wurde.
- Wann immer es für notwendig erachtet wird, kann die Leistung der VNWA überprüft und mit dem Original verglichen werden Inbetriebnahme des Graphen mit dem folgenden Verfahren:

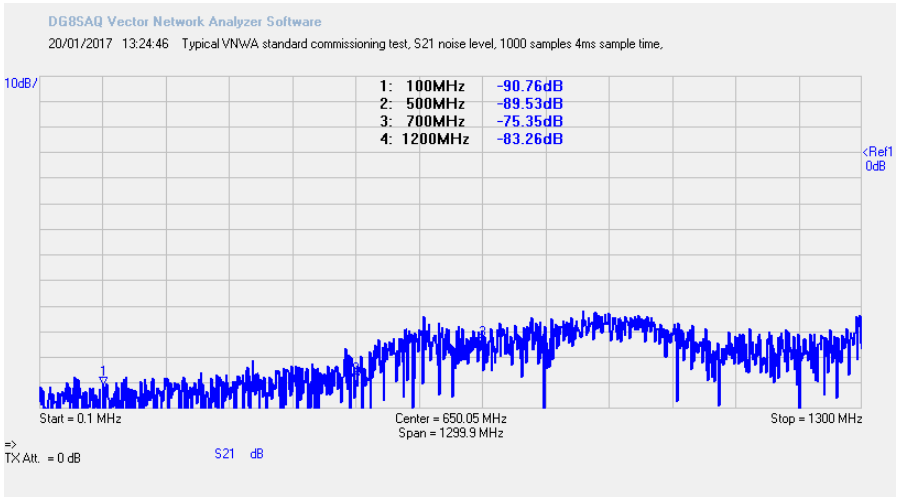
## VNWA Final Commissioning Test Procedure

- Starten Sie die VNWA-Anwendung wie gewohnt.
- Beachten Sie, dass diese Kalibrierung deaktiviert sein muss, da sie Hardwareprobleme maskieren würde
- Stellen Sie den Frequenzbereich auf 0,1 MHz bis 1300 MHz ein und stellen Sie den Sweep auf 1000 Punkte und eine sample time von 4 ms (4 Sekunden Gesamtlaufzeit) ein.
- Stellen Sie Trace 1 auf S21, um dB zu messen, Trace 2 auf S11, um dB zu messen, und Trace 3 auf S21, um C. Phase zu messen.
- Stellen Sie sicher, dass Trace Scales auf dieselbe Einheit / Div eingestellt sind, wie sie im Inbetriebnahmediagramm verwendet wurden.
- Verbinden Sie den TX-Port mit dem 20-cm-RG223-Kabel, das von den SDR-Kits geliefert wird (im Lieferumfang des VNWA seit 2015).
- Drücken Sie "Continuous Sweep" und vergleichen Sie das Diagramm, das mit dem Inbetriebnahmediagramm für Ihren VNWA erstellt wurde. Beide Graphen sollten identisch sein - Wenn es Unterschiede gibt, ändern Sie die Taktmultiplikatoren von "auto" und "3" zu "auto" und "auto" und prüfen Sie, ob die Skalen für die S11- und S21-Traces korrekt sind. Führen Sie den Test jetzt erneut aus.

Beispiel für eine Inbetriebnahmegrafik:




- Entfernen Sie als nächstes das RG223 Kabel zwischen TX und RX Port, ändern Sie S21 dB Scale auf 10dB / Div und entfernen Sie die S11 dB und S21 c.Phase Spuren.
- Stellen Sie erneut sicher, dass "Kalibrierung" und "Glättung" deaktiviert sein müssen, da die Kalibrierung Hardwareprobleme maskieren kann.
- Führen Sie den Test jetzt erneut durch, indem Sie einen Sweep ausführen. In der Regel sollte der in der folgenden Grafik gezeigte Rauschpegel angezeigt werden.




Unterscheiden sich die Ergebnisse Ihres VNWA von den mitgelieferten Inbetriebnahmediagrammen, wird ein Hardwareproblem vermutet.
Zur schnellen Überprüfung: Trennen Sie die Stromversorgung vom VNWA und messen Sie mit einem Multimeter den Widerstand (Ohm) am SMA TX-Anschluss zwischen Mittelstift und GND.
Für einen guten VNWA sollte dies zwischen 60 und 62 Ohm liegen.
Entsprechend sollten Sie beim Messen des SMA RX-Anschlusses ungefähr 50 Ohm am Multimeter sehen. Wenn diese Messungen unterschiedliche Werte ergeben, ist es wahrscheinlich, dass die VNWA-TX-Brücke und / oder der RX-Abschwächer durch HF oder DC-Überlast beschädigt worden sind.

Bei Verdacht auf Hardwareprobleme wenden Sie sich bitte an Support@SDR-Kits.net. SDR-Kits werden antworten und geben Ihnen eine RMA-Nummer und Versandanweisungen für Ihren VNWA .

**How to reduce CPU-load**

**Wenn Ihre CPU-Auslastung 100 % erreicht, während des Sweeps, sind die gesammelten Daten beschädigt!**

Hier sind einige Dinge, die Sie tun können, wenn Ihr PC zu langsam ist:

1) Reduziere die Audio Sampling Rate
2) Vergrößere den Audio Buffer Size
3) Anzeige nur so wenige Kurven, wie nötig, während der Messung
4) Verwende nur die kleinste Anzahl von den möglichen Datenpunkten
5) Schalte Progress-Bar und Progress-Display aus
6) Setze Display-Background Color auf "none"
7) Benutze die kleinstmögliche Linienweite für Traces und Grid-Lines

Da der VNWA selbst keine Intelligenz besitzt, die ganzen Daten aufzunehmen und die Analyse sowie die Grafik müssen durch den PC, zur gleichen Zeit, verarbeitet werden! Die zusätzliche Intelligenz im DG8SAQ USB_VNWA Interface reduziert die Host-PC CPU Auslastung beträchtlich.

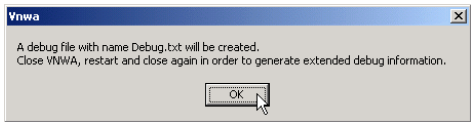
## Generation Debug Output

Die VNWA Software lässt Sie **eine Fehlersuchprogramm-Datei (debug file) erzeugen**, die Information über Ihre Windows-Version, Ihre VNWA Hardware und ihren Status gibt.

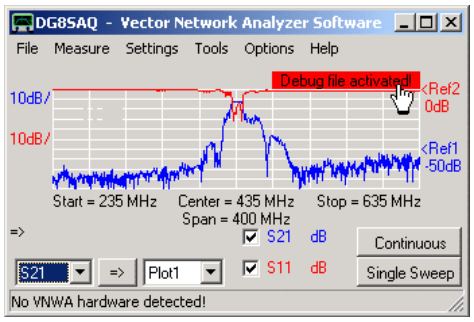
> Der einfachste Weg, ein Softwareproblem zu melden ist, die VNWA Software automatisch eine debug info email compilieren zu lassen. Dieses kann getan werden via das "Help/About-System Info-Tab".

Die **Fehlersuchprogramm-Ausgabe (Debug Output)** wird manuell **aktiviert**, einfach durch erzeugen eines leeren Textfiles, mit dem Namen **Debug.txt** im VNWA Programmverzeichnis , während die VNWA Software **NICHT LÄUFT**.

Wechselweise können Sie **ctrl-d** drücken, während die VNWA Software läuft und das VNWA Hauptfenster im Vordergrund steht. Wenn noch keine Fehlersuchprogramm-Datei besteht, wird sie geschaffen, und gemäß werden Nachrichten angezeigt:

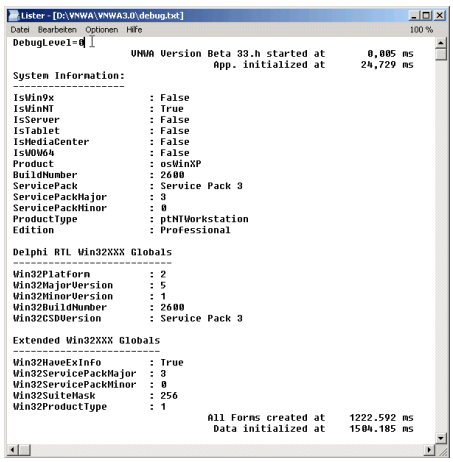



Beachten Sie, dass der Debug Mode noch nicht aktiviert wird. Um ihn zu aktivieren, beenden Sie die VNWA Software, wie oben in der Nachricht gezeigt.
Als nächstes, starten Sie den VNWA und beobachten Sie das rote Label, welches anzeigt, dass der VNWA im Debug-Mode läuft.

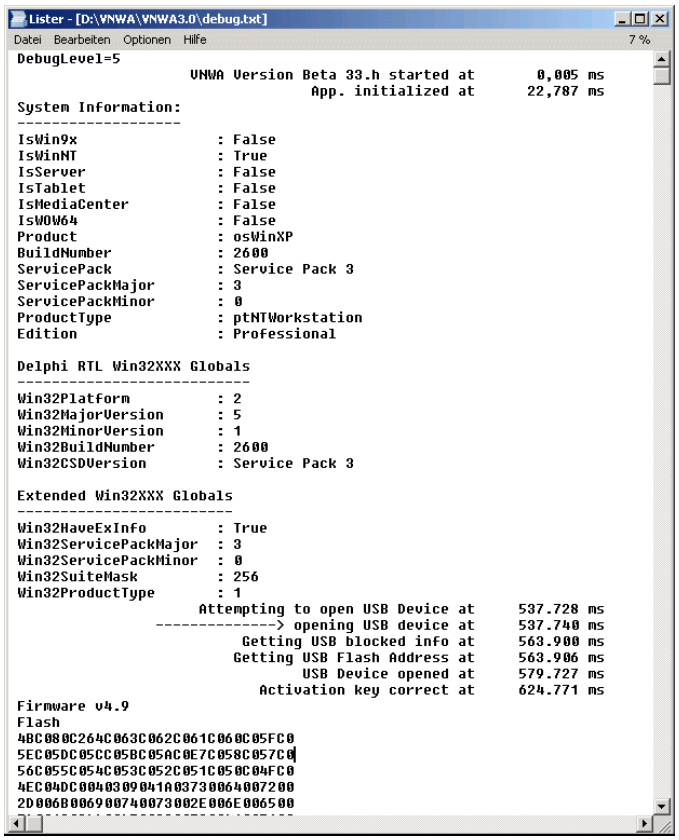



Beachten Sie, dass der VNWA im Debug Mode sehr langsam läuft, dieser Debug Mode sollte normalerweise vermieden werden. Der Debug mode kann deaktiviert werden, entweder durch Rechtsklicken auf das Debug Label und auswählen, exit Debug mode, oder durch manuelles Entfernen des Debug Files.

Wenn der VNWA einmal im Debug mode läuft, beenden Sie VNWA sofort wieder und beobachten Sie die jetzt modifizierte Datei Debug.txt:



Für die **extended Debug Information**, editieren Sie die Datei Debug.txt mit einem Texteditor (z.B. Notepad) und ändern Sie die erste Zeile davon Debuglevel=1 zu **Debuglevel=5**. Schließen Sie die Datei und starten und beenden Sie die VNWA Software wieder. Das Das Debug File ist jetzt beträchtlich angewachsen. Außer Ihrer System- und Software-Versions-Info enthält es Ihre Firmware und eine Auflistung der ganzen USBs Kommunikation:




Dieses extended Debug Iinfo ist für die Fehlersuche sehr wertvoll.

**T-Check**

Der T-Check ist ein schneller Test, der von R&S erfunden wurde, um eine Anzeige zu geben, ob ein kalibrierter VNA angemessen Ergebnisse erzielt.
Siehe für mehr Details hier: **Rohde & Schwarz T-Check.**
https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl_downloads/dl_application/application_notes/1ez43/1ez43_0d.pdf

**Anhang:**

**VNWA 3 & 3E - Firmware 5.16 oder 5.19 zu Firmware 5.22 Upgrade-Prozedur.**

Dieses Dokument beschreibt eine Prozedur, wie ein VNWA 3 oder 3E mit einer bestehenden Firmware 5.16 oder 5.19 upgegradet wird zu Firmware 5.22.

Firmware Upgrades werden entweder durchgeführt , wenn Sie aufgefordert werden, durch:

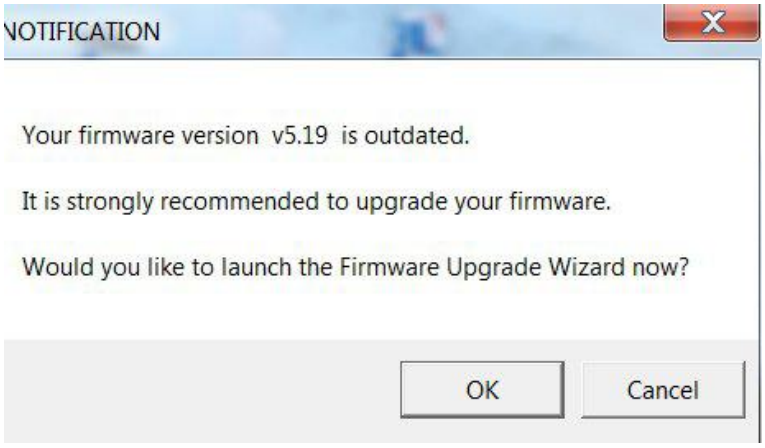
**i) Automatic Firmware Upgrade – Wizard –** siehe unten:

**ii) Manual Firmware Upgrade Procedure** – Siehe Seite 7 später.

Beide Prozeduren sind in diesem Dokument illustriert.
Benutze die Manual Firmware Upgrade Procedure, um eine fehlgeschlagene 5.21-5.22 Firmware-Upgrade neu zu starten.
Stellen Sie, vor der Durchführung des Firmware Upgrades, sicher, Sie haben:
1. das Ladegerät angeschlossen, falls Sie einen batteriebetriebenen Laptop haben
2. reduzieren Sie die PC-Auslastung, durch Abschalten aller anderen Windows Applikationen
3. entfernen Sie die USB-Kabel von Ihrem PC, die nicht benötigt werden für VNWA-Upgrade.

**A. AUTOMATIC FIRMWARE UPGRADE – Der Assistent**

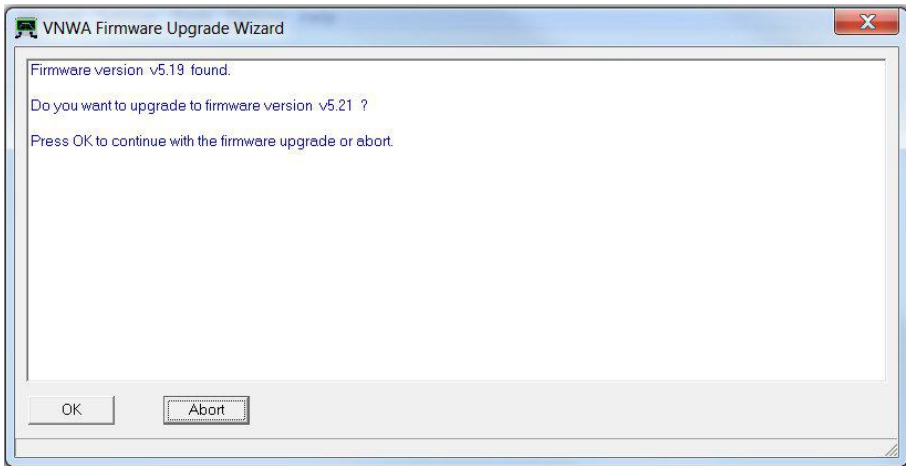
Von der VNWA Software Version VNWA35.5 an, wird die VNWA Firmware Version, bei jedem Programmstart, automatisch geprüft. Wenn ein Firmware Update erforderlich ist, bietet die Software an, den automatischen Firmware-Update-Assistenten zu starten:



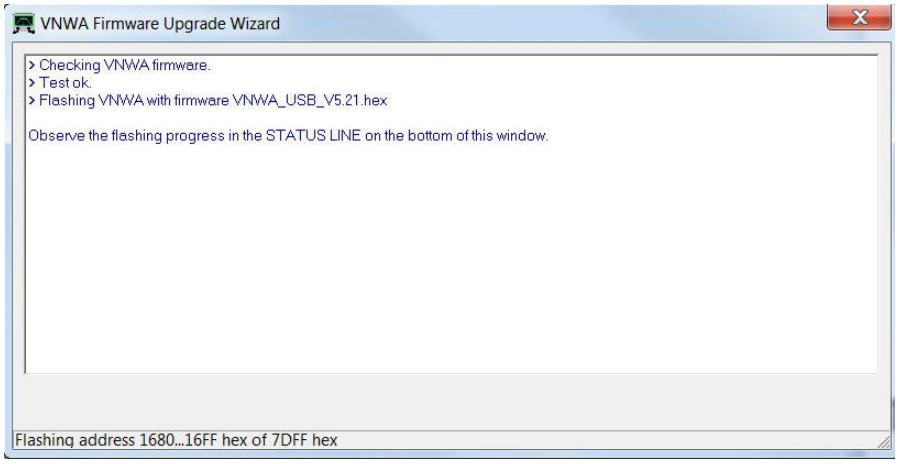

Beachten Sie, dass der Assistent Sie automatisch führt, durch die erforderlichen Schritte, um Ihre Firmware upzugraden.
Der Assistent überwacht auch Ihre Aktionen, durch überprüfen, ob Sie die Anweisungen folgen und Deaktivierung falscher Eingaben.

Zusammengefasst, wenn Sie ein Firmware-Update mit dem Assistenten durchführen, wird es selbsterklärend und absolut sicher sein. Wenn Sie zustimmen, einen Upgrade-Prozess zu starten, kopiert der Assistent automatisch die richtige Firmware in Ihren VNWA, voraus-gesetzt Sie haben den VNWA installiert mit dem automatischen Selbstinstallierer. In diesem Fall weiß die Software, wo sie die Firmware-Dateien suchen muss. Wenn diese nicht gefunden werden, an der vermuteten Stelle, werden Sie aufgefordert, die Stelle der Firmware-Hex-Datei manuell einzugeben.

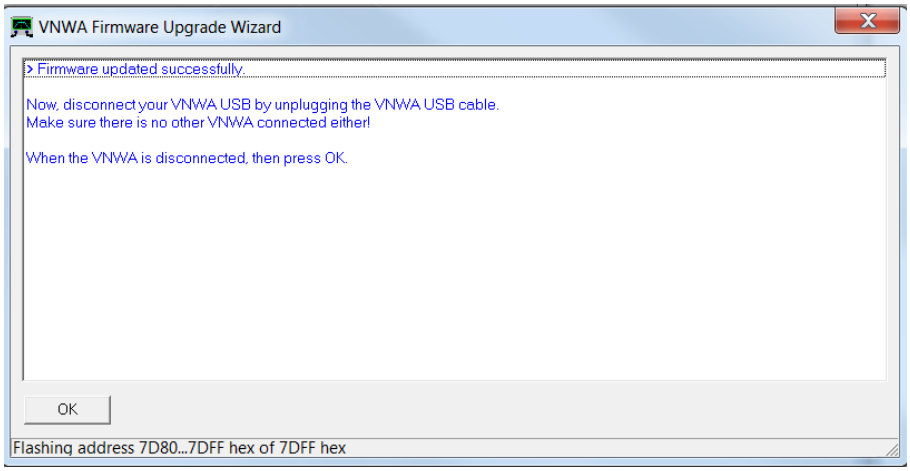
**B.** Nach drücken von **"OK"**, startet der Assistent:



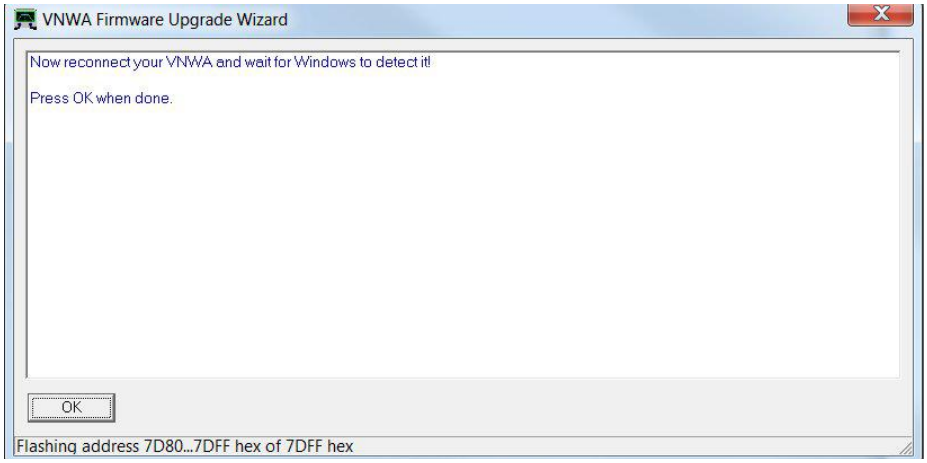

**C.** VNWA Flashing mit 5.21 hex läuft – Monitor STATUS Zeile am Boden dieses Fensters.



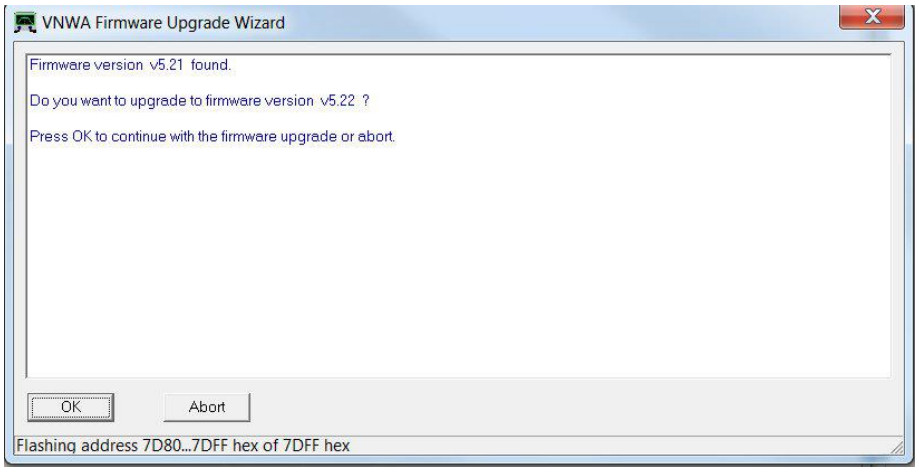
**D.** Flashing Komplett. Jetzt Neustart des VNWA durch entfernen des VNWA USB Kabels.
Warten Sie 5-8 Sekunden und drücken Sie “OK”



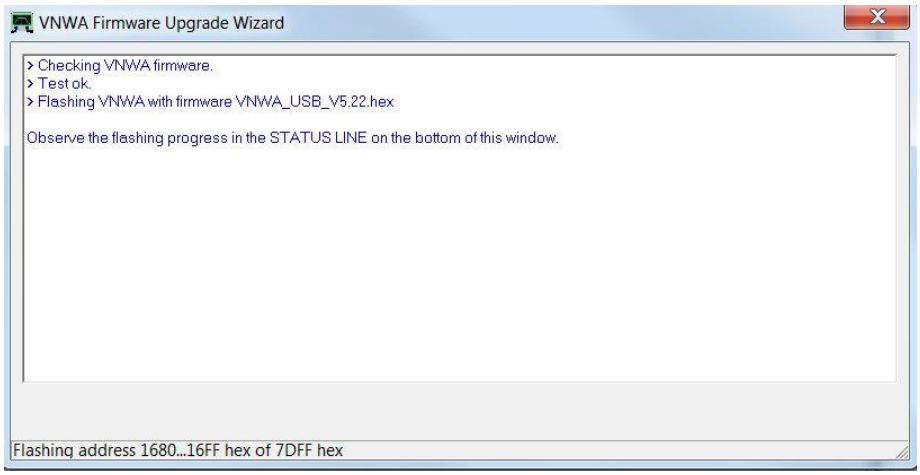

**E.** Jetzt verbinden Sie Ihren VNWA wieder und warten bis Windows ihn erkannt hat! (warte etwa 5-20 Sekunden)
Im Falle das Windows ihn NICHT erkennt, starten Sie den VNWA noch einmal neu, durch entfernen des USB-Kabels, 5-8 Sekunden warten und wieder verbinden des USB -Kabels an den VNWA.
Drücken Sie **OK,** wenn der VNWA erkannt ist.



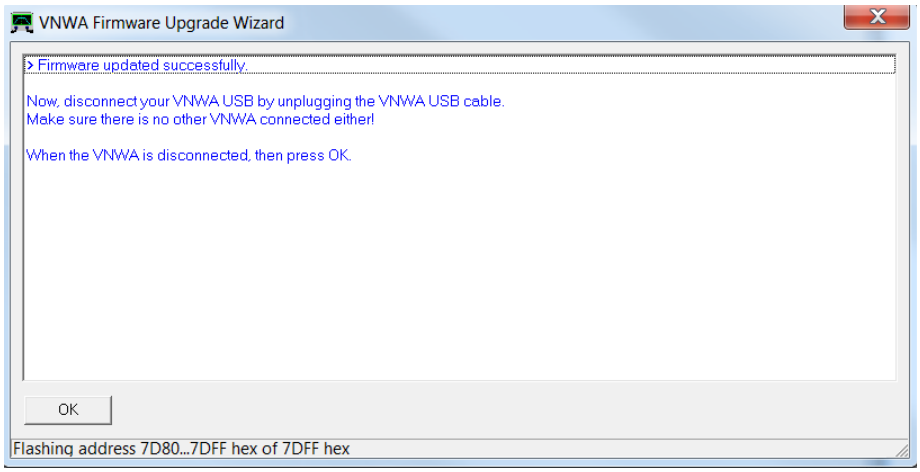
**F.** Der VNWA ist jetzt upgraded auf v5.21.
Bemekung: Dieses ist eine **non-functional interim firmware,** zu ermöglichen das Upgrade zur v5.22 Firmware
Drücken Sie **"OK"** um fortzufahren.



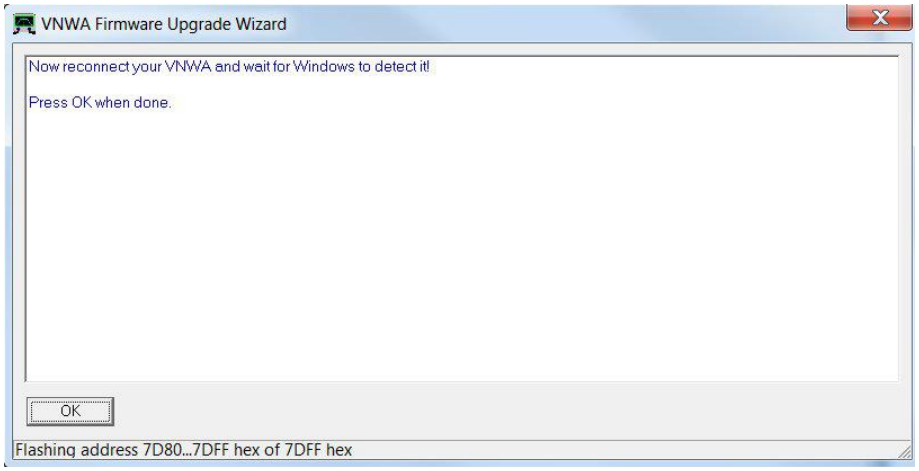

**G.** Flashing firmware 5.22 läuft, Monitor STATUS Zeile am Boden dieses Fensters.



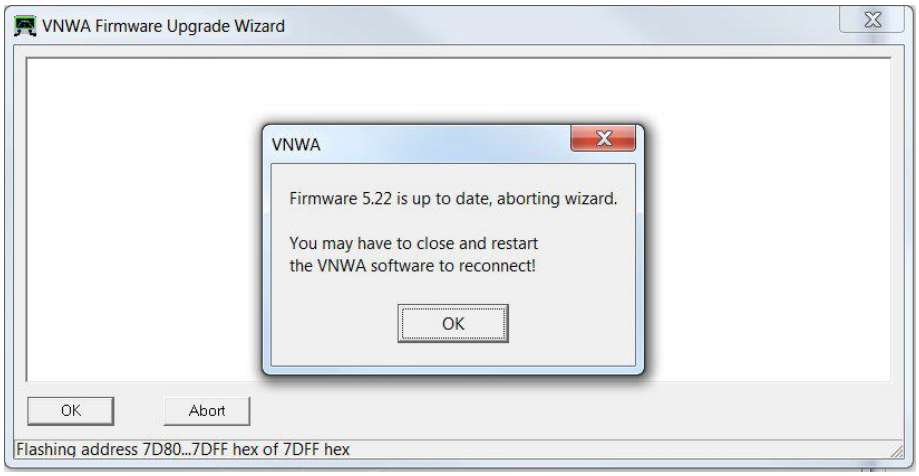
**H.** 5.22 Firmware updated erfolgreich! Entfernen Sie jetzt das VNWA Kabel, warten Sie 5-8 Sekunden und drücken Sie "**OK**"




**I.** Verbinden Sie das VNWA USB Kabel, warten Sie 5-8 Sekunden und drücken "**OK**"



**J.** Firmware 5.22 ist auf dem neuesten Stand – Beendigung des Assistenten.
Jetzt ist der Flashing Process abgeschlossen, Sie müssen nur noch die VNWA-Software schließen und wieder neu starten.

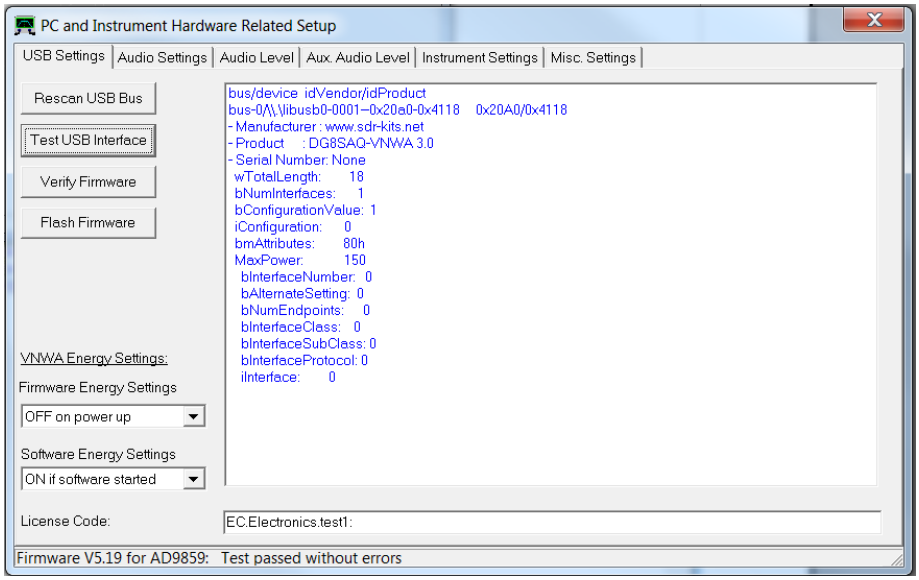



**ENDE DER AUTOMATISCHEN FIRMWARE PROZEDUR**

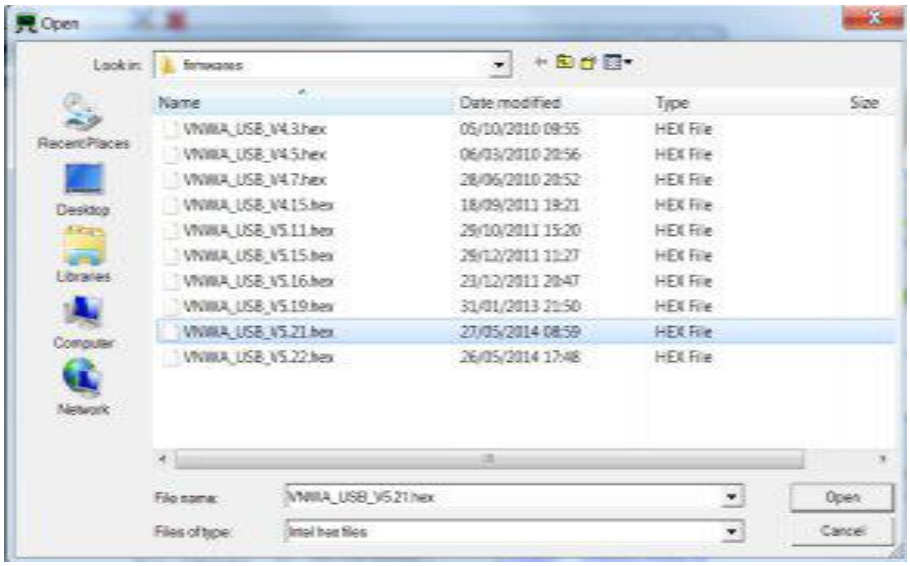
**B. Manuelle Firmware Upgrade Prozedur und Wiederherstellen der Firmware 5.21 zu 5.22**

Dieses Dokument beschreibt die Prozedur, wie ein VNWA 3 oder 3E mit der bestehenden Firmware 5.16 oder 5.19 upgraded wird zur Firmware 5.22, durch Benutzung der konventionellen Methode. Sie soll auch die Wiederherstellung eines VNWA unterstützen, welcher nach einem Upgrade zu 5.21 nicht ansprechbar ist, aber nicht, um auf 5.22 zu aktualisieren.

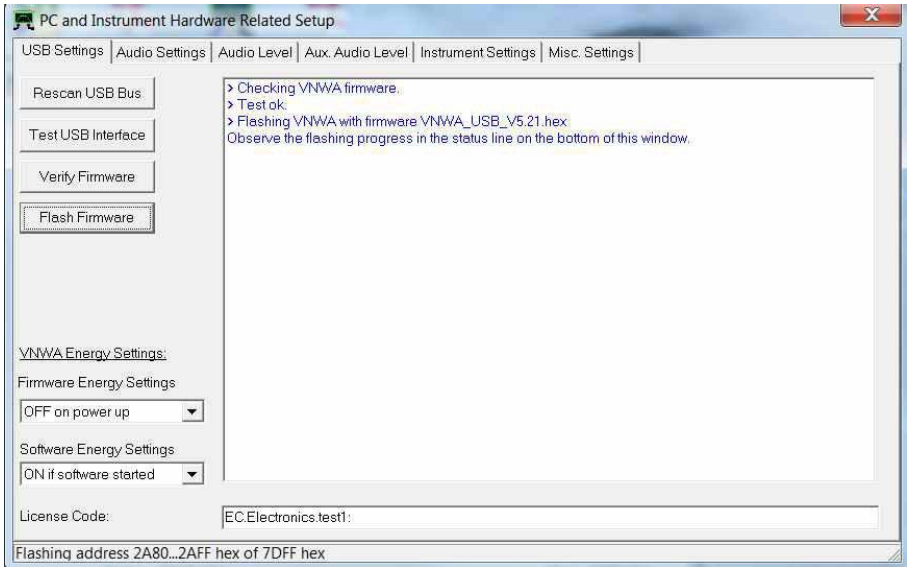
**1.** Schalten Sie ihren VNWA an und starten Sie die bestehende VNWA Applikation, welche entweder die Version 36.4.0 oder 36.3.0 sein sollte. Gehen Sie zu “Options”, wählen Sie “Setup” und “USB Settings”
Drücken Sie “Rescan USB Bus” und “Test USB Interface” und der folgende Bildschirm wird angezeigt.



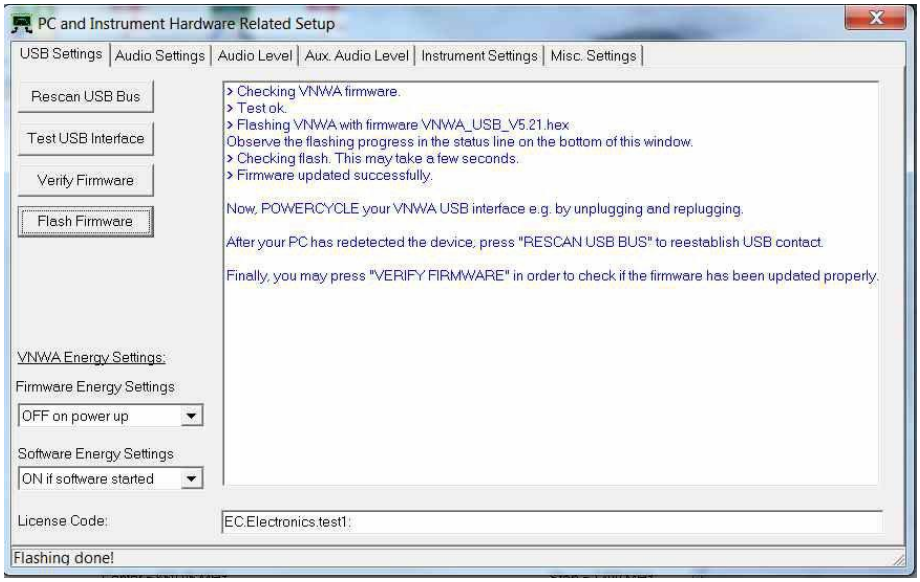

**2.** Als nächstes wählen Sie “Flash Firmware” und dann Firmware **5.21** aus der angezeigten Liste.




**3. Open** und der 5.21 Flash sollte jetzt starten, wie in der STATUS LINIE zu sehen ist, am Boden des Bildschirmes.

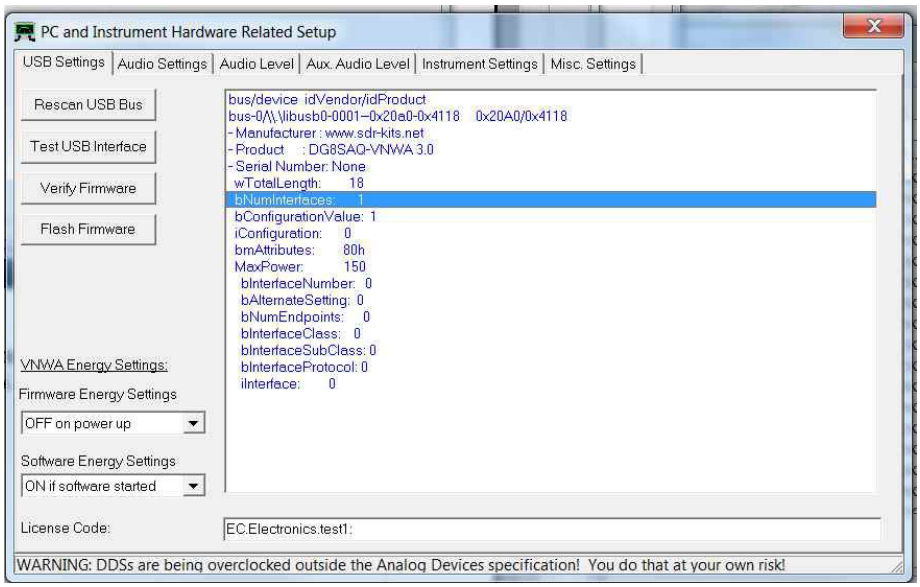


**4.** Nach ca. einer Minute ist der 5.21 Flash fertig – Lesen Sie die STATUS Information, auf dem Bildschirm unten.

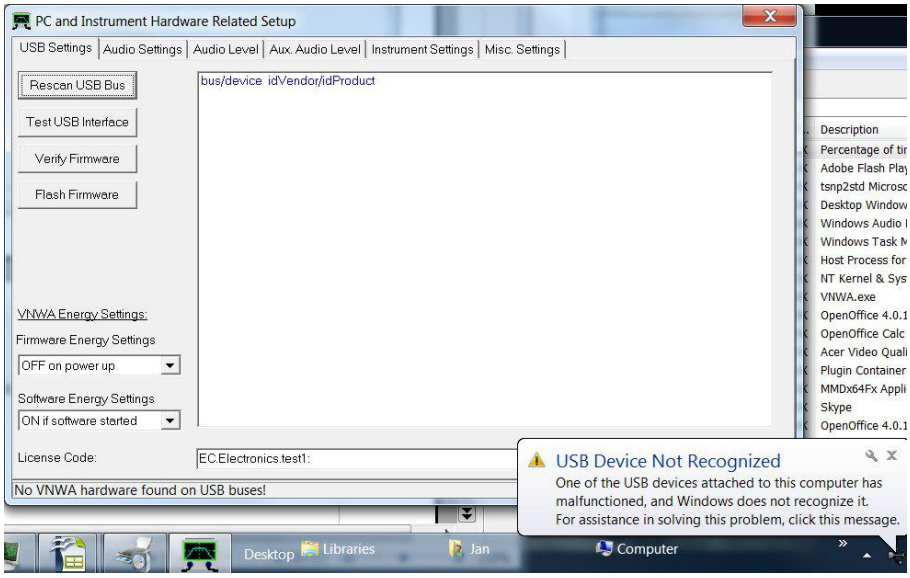



**5.** Jetzt entfernen Sie das USB Kabel vom VNWA und warten **5 to 8 Sekunden** bevor Sie das USB Kabel wieder auf der Rückseite des VNWA einstecken. **Warten Sie nochmals 5 Sekunden** und drücken Sie "**Rescan USB Bus**"

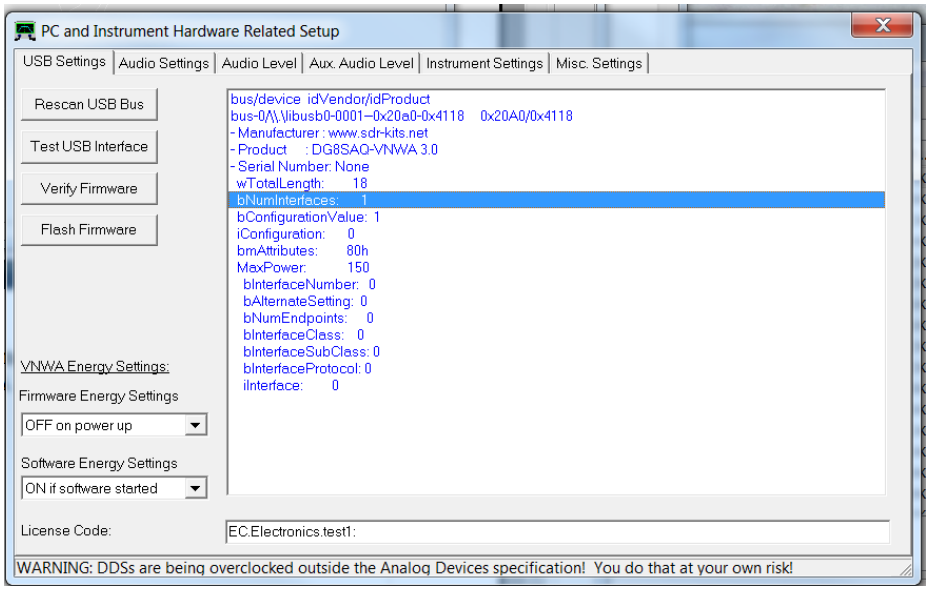
**a)** Wenn der VNWA erkannt wird, wie in Abbildung 5 gezeigt, dann fahren Sie mit **Schritt 8** fort.
**b)** Wenn der VNWA aber **NICHT** erkannt wird, sondern auf dem Fenster angezeigt wird "**USB Device Not Recognized**" wie in **Abbildung 6**. Dann fahren Sie fort mit **Schritt 6**.



**6.** Sobald der Flashing Prozess abgeschlossen ist, müssen Sie die VNWA-Software schließen und neu starten. Ein **zweiter VNWA reset** ist notwendig. Entfernen Sie das USB Kabel vom VNWA nochmals und warten **5 bis 8 Sekunden,** bevor Sie das USB Kabel wieder in den VNWA einstecken. Warten Sie weitere **5-8 Sekunden** sodass der PC sich wieder mit dem VNWA verbinden kann und drücken Sie "**Rescan USB Bus**"

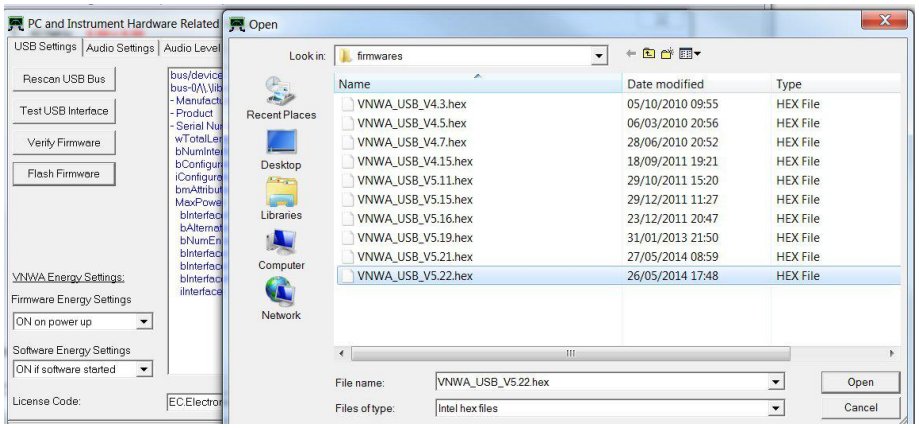



**7.** Sobald der Bildschirm wie unten angezeigt wird, wird jetzt der VNWA geflasht auf Firmware 5.21.
Dies ist **KEIN FUNKTIONSFÄHIGES PROGRAMM.** Es erkennt nicht den **VNWA-Lizenzcode**. Sein Zweck ist nur die Vorbereitung für das anschließende Upgrade auf die Firmware 5.22. Fahre fort mit Schritt 8, zum Upgrade von Firmware 5.21 zu 5.22.

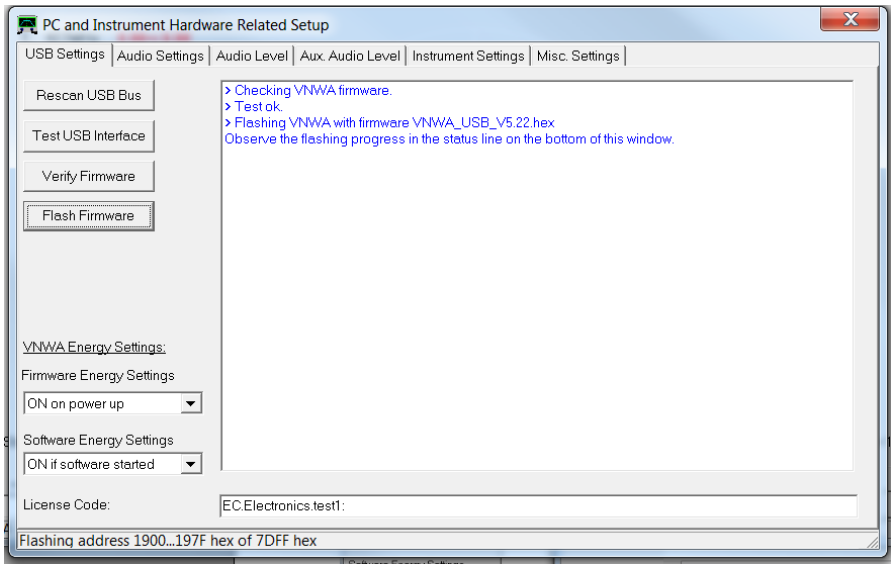


**Flashing VNWA 3 3E Firmware von 5.21 zu 5.22**

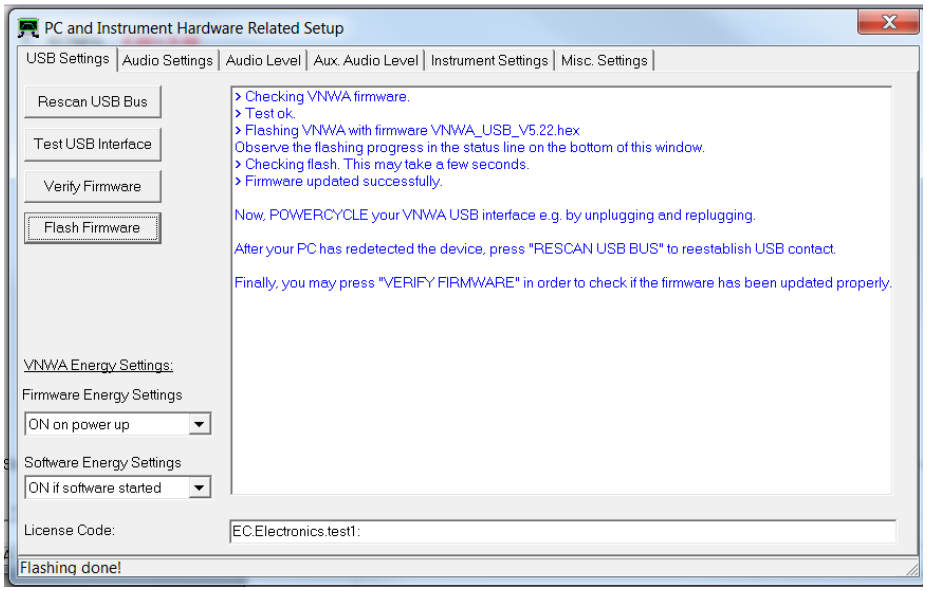
**8.** Nachdem die 5.21 Firmware installiert ist und der VNWA erkannt wurde vom PC drücke "**Flash Firmware**" und wähle VNWA_USB_V5.22.hex, wie gezeigt. Drücke "Open" um diese Datei auszuwählen.



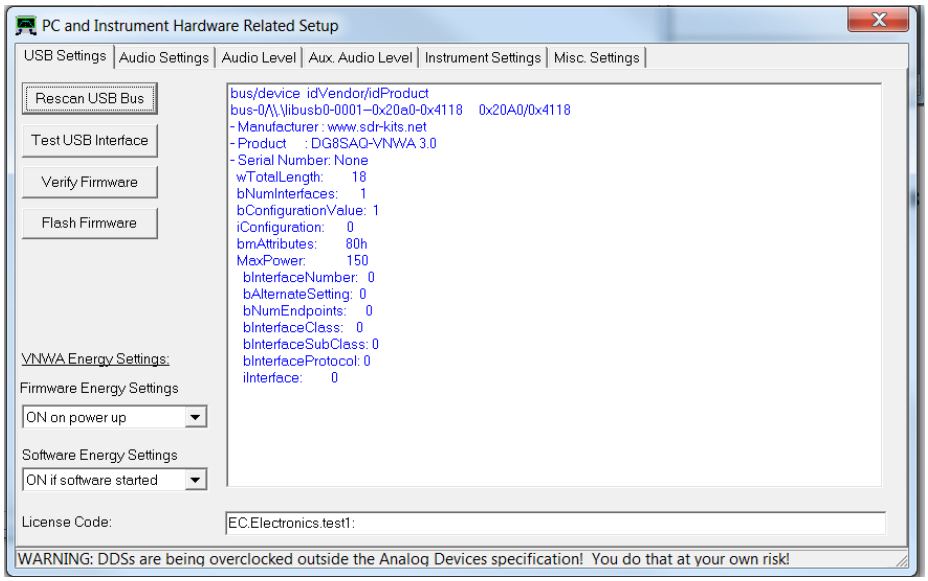

**9.** Flashing zu 5.22 läuft jetzt, wie zu sehen auf der Statuszeile auf den Boden des Bildschirmes.



**10.** Flashing zu 5.22 ist fertig. Der VNWA neu gestartet werden ( Spannungsunterbrechung).

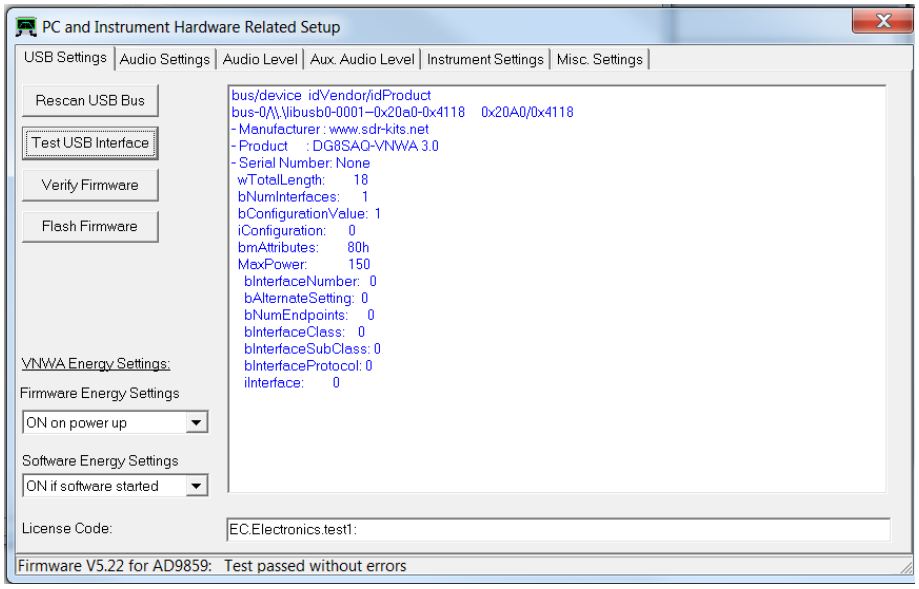



**11.** Jetzt Neustart des VNWA – Entferne das USB Kabel vom VNWA und warte **5 to 8 Sekunden** bevor das USB Kabel wieder in VNWA eingesteckt wird. **Warte weitere 5 Sekunden** und drücke “**Rescan USB Bus**” und der Bildschirm unten wird angezeigt. Wenn dieser Bildschirm **NICHT** angezeigt wird, dann **neustarte** den VNWA ein zweites Mal, bis der Bildschirm wie unten angezeigt wird.



**12.** Jetzt prüfe den VNWA – drücke “**Test USB Interface**” Der VNWA Lizenzcode sollte erkannt werden, wenn richtig eingegeben und die Status-Zeile auf dem Bildschirm zeigt :

***Firmware 5.22 for AD9859: Test passed without errors.***




**ENDE der manuellen Firmware Upgrade Prozedur**.

**Inhaltsverzeichnis**


| | Seite |
|---|---|
| Index | 1 |
| Software Updates | 1 |
| General | 1 |
| Disclaimer | 1 |
| Prerequesites | 2 |
| Overview | 3 |
| VNWA Hardware | 4 |
| Functional Principle | 5 |
| VNWA2 LPT Interface | 6 |
| VNWA2 USB Interface | 7 |
| VNWA3 | 9 |
| VNWA3E | 11 |
| Getting Started | 15 |
| Start up Procedure | 15 |
| Installation | 16 |
| Automatic driver and software installation | 16 |
| Manual software and driver installation | 17 |
| Driver Compartibillty Table and Driver Installation | 18 |
| Example 1: Installation the LIBUSB driver on Windows XP (English screenshots) | 19 |
| Example 2: Installation the LIBUSB driver on Windows 7 (Mostly English screenshots) | 22 |
| Example 3 Installing the LIBUSB driver on Windows XP (german screenshot) | 26 |
| Example 4: Installation the LIBUSB driver on Windows 7 (German screenshot) | 28 |
| Manual Installing the VNWA application | 32 |
| Discription of Files in Installation Folder | 33 |
| Firmware upgrates | 35 |
| Automatic firmware upgrates-The Wizard | 35 |
| Manually upgrating VNWA firmware to 4.14 | 37 |
| General manual firmware upgrade procedure | 40 |
| Software Updates | 43 |
| VNWA Software Updates | 43 |
| Configuration | 44 |
| Automatic Configuration of Software for Usage with a DG8SAQ VNWA (Autosetup) | 44 |
| Manuell Configuration of Software for Usage with a DG8SAQ VNWA | 54 |
| Configuration and running the VNWA application under Windows Vista or Windows7 or 8 | 59 |
| Vista / Windows 7 / Windows 8 help file issues | 60 |
| Vista / Windows LPT mode issues | 62 |
| Vista / Windows 7 / Windows 8 audio issues | 64 |
| Configuration the Software for use an N2PK VNA | 69 |
| Setting up the Display | 71 |
| Display Settings and Measurement | 71 |
| Memory spaces | 75 |
| Calibration | 77 |
| Instrument Calibration | 77 |
| Calibration Standard Setup | 78 |
| Performing a Calibration for a Two Port S-Parameter Measurement | 84 |
| Master Calibration | 88 |
| Low Loss Capacitor Calibration | 90 |
| Measurement | 95 |
| Example: A simple one port measurement | 98 |
| Example: Simple two port measurements and their interpretations | 106 |
| Principles of 2-Port Device Parameters and their Measurement | 107 |
| Practical Example on Performing a 2-Port Measurement | 110 |
| Interpretation and Usage of 2-Port Measurements | 126 |
| Time Domain Analysis | 146 |
| Time Domain Measurements | 146 |
| VNWA Main Menu Functions | 147 |
| File | 147 |
| File | 148 |
| File – Exit | 148 |
| File – Save Screen | 149 |
| File- Print | 150 |
| File – Export Data | 151 |
| File – Import Data | 153 |

File – Import Data – s3p –from 3 s2p Files…… 156
File – Save…… 157
File – Retrieve…… 158
File – Retrieve-Calibration: The Calibration File Manager…… 159
File – Retrieve-Instrument State – The Instrument State Manager..... 160
File – Software Updates…… 162
Measure…… 164
Measure…… 164
Measure – Direction…… 165
Measure – Enforce Sweep…… 166
Measure – Calibrate…… 167
Measure – S- Parameter…… 168
Measure – Power sweep…… 170
Measure – Port Extensions..... 176
Settings…… 178
Settings - Frequency Range…… 179
Settings – Diagrams…… 181
Settings – Diagrams – Zoom…… 182
Settings – Diagrams – Display…… 183
Settings – Diagrams – Display – Traces…… 184
Settings – Diagrams – Display – Grid Options…… 186
Settings – Diagrams – Display – Storage Screen…… 191
Settings – Diagrams – Display – Transparent Screen…… 193
Settings – Diagrams – Marker Captions…… 195
Settings – Sweep (VNWA)…… 196
Settings – Sweep ( Spectrum Analyser – SA)…… 199
Settings – Sweep (N2PK-VNA)…… 201
Settings – Power Levels…… 202
Settings – Avarage, Peak, Hold, Autosave…… 204
Settings – Avarage, Peak, Hold, Autosave…- Averaging/Peak Hold…… 205
Settings – Avarage, Peak, Hold, Autosave…- Autosaving…… 207
Settings – Avarage, Peak, Hold, Autosave…- Smoothing…… 208
Settings – Time Domain…… 210
Settings – Calibration Kit…… 211
Tools…… 215
Tools…… 215
Tools – Matching Tools…… 216
Tools – Restore Unmatched…… 217
Tools – Copy Display Buffer Data to S2P Buffer…… 218
Tools – Crystal Analysator…… 219
Tools – 3-Port Analyser…… 220
Tools – Specification Tester…… 221
Tools – Complex Calculator…… 228
Tools – Realtime Expression Evaluator…… 230
Tools – Optimizer..... 235
Tools – Custom Plotter..... 239
Tools – Virtual Keyboard…… 243
Tools – ASCII-Import-Tool..... 245
Tools – Data Client..... 247
Tools – Configure Tools…… 249
Options…… 250
Options…… 250
Options – Select Instrument…… 251
Options – Operation Mode…… 252
External Bridge Mode…… 253
RF-IV Mode…… 254
Spectrum Analyser and Tracking Generator Mode…… 256
Signal Generator Mode…… 259
Frequency Meter Mode…… 264
Frequency Meter Postprocessing dll…… 270
Calbration VNWA System Clock using Frequency Meter…… 271
Options – Setup (VNWA)…… 274
VNWA Setup…… 274
VNWA Setup – Interface Type Tab…… 276
VNWA Setup – USB Setting Tab…… 277
VNWA Setup – Audio Setting Tab…… 279
VNWA Setup – Audio Level Tab…… 281
VNWA Setup – Aux. Audio Level Tab…… 283
VNWA Setup – Calibrate System Timing Tab…… 284

VNWA Setup – Instrument Setting Tab…… 285
VNWA Setup – Misc. Setting Tab…… 288
Options – Setup (N2PK-VNA)…… 292
Options – Screensaver…… 293
Options - Preset…… 294
Help…… 295
Help – Help…… 296
Help – Configure Help…… 297
Help – Home…… 298
Help – About…… 299
VNWA Additional Funktions…… 302
LCR Meter…… 302
Zoom Functionality…… 304
Marker Summery…… 306
Cursor…… 316
Multiple VNWA Support…… 319
Keyboard Shortcuts…… 321
Instrument Accuracy Considerations..... 323
Sweeping…… 331
Sweep Modes…… 331
Ultrafast Sweeping…… 333
Simultaneous Capture with two Sound Cards…… 335
Special Topics…… 338
How to measure Impedances – GeneralConsiderations…… 338
Time Domain Measurements…… 340
Introduction to Time Domain Messurements…… 341
Time Domain Reflectometry: Impulse Response…… 347
Time Domain Reflectometry: Step Response…… 350
Time Domain Gating and inverse FFT…… 352
Tuning Filters in Time Domain…… 355
Custom : Trace data manipulation…… 357
Measuring RF-ID Tags…… 367
Renormalized Smith chart…… 374
Importing and Manipulating a Background Image…… 375
Extracting calibration kit parameters…… 379
Matching tool: Performing a matching analysis…… 381
Matching Network Tutorial…… 344
Crystal Analyser: Extracting Resonator Model Parameters…… 388
3-Port Analyser: Analysing balanced components…… 396
Characterizing a Ballon…… 399
Error correction models…… 402
S-parameter test set…… 403
Controlling an S-parameter test set via dll plug-in…… 404
Immunity of Impedance Measurements to interference…… 405
Measuring Antenna Radiation Patters…… 407
Very Low Frequency Measurements…… 410
Interfacing Zplots…… 412
Remove-controlling the VNWA…… 414
Controlling The VNWA via TCP / IP..... 416
Controlling the VNWA by Windows Messages…… 421
Controlling the VNWA by a Script File…… 425
Virtual VNWA-Instrument..... 427
VNWA Virtual Demo Device..... 428
VNWA Data Client..... 434
VNWA RC Client..... 438
Binary S-Parameter file format…… 440
User Data Postprocessing…… 441
Pascal/Delphi UserDLL example…… 444
Borland C++ Builder UserDLL example…… 446
MS Visual C++ UserDLL example…… 448
Optimizing USB Traffic for Modulator Use…… 450
Known Issues…… 455
LPT Signal Conditioner…… 455
Dynamic Range Considerations…… 456
Non-Transparent Markers…… 458
Controls outside window, Missing Controls…… 460
Audio Issues…… 462
Troubleshootings…… 464
Frequenty Asked Questions…… 464

Verification of proper operation…….. 465
USB Probems…….. 472
USB Troubleshooting Guide…… 472
Recovering Corrupted Flash Memory…….. 475
Hardware Troubleshooting…… 478
VNWA Final Commissioning Test..... 487
How to reduce CPU-load…… 489
Generation Debug Output…….. 490
T-Check…… 492
Anhang: VNWA 3 & 3E - Firmware 5.16 oder 5.19 zu Firmware 5.22 Upgrade-Prozedur…… 493