Installation und Konfiguration der PC-Software VNWA zur Nutzung mit dem FA-VA5

FA-LESERSERVICE

Die Installation der Software VNWA wird in der Bedienungsanleitung des Bausatzes FA-VA5 bereits in Kurzfassung erläutert. Die nachstehende Beschreibung ist deren Ergänzung in Form einer Schritt-für-Schritt-Anleitung zu sehen. Darüber hinaus enthält sie Hinweise zur Einrichtung der Benutzeroberfläche und zur Messwertdarstellung.

Die von Thomas Baier, DG8SAQ, für den vektoriellen Netzwerkanalysator VNWA3 entwickelte Windows-Software *VNWA* lässt sich auch zur Messwertdarstellung und Steuerung des FA-VA5 nutzen und wertet den Antennenanalysator noch einmal erheblich auf. Beide zusammen bilden dann einen vollwertigen Zweipol-Messplatz bis 600 MHz.

Bevor die erste Messung gestartet werden kann, müssen jedoch noch die Treibersoftware für den Anschluss des FA-VA5 an die USB-Schnittstelle des PC und die VNWA-Software auf dem Computer installiert und eingerichtet werden.

Das nachstehende Beispiel bezieht sich auf eine Installation unter Windows 10 (64 Bit). Bei einer anderen Betriebssystemversion ist sinngemäß vorzugehen.

Hinweis: Wer als einfacher Nutzer ohne Administratorrechte auf seinem PC arbeitet (was im Normalfall schon aus Sicherheitsgründen zu empfehlen ist), bekommt während der Software-Installation ab und zu ein Meldungsfenster mit der Frage eingeblendet, ob er Änderungen am PC-System zulassen möchte, verbunden mit einer entsprechenden Warnung. Zur Fortsetzung der Installation ist dann das Administrator-Passwort in das entsprechende Feld einzutragen und auf den Button *OK* bzw. *Ja* oder *Weiter* zu klicken.

■ Installation der Treibersoftware für den PC-Anschluss des FA-VA5

Die aktuelle Treibersoftware für den USB-UART-IC ist auf der Website des Bauelementeherstellers *Silicon Labs* zu finden (Bild 1): *www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers*.

Wer z.B. einen Treiber für Windows 7 oder Windows 8 braucht, wählt diesen im entsprechenden Abschnitt aus (siehe Bild 2). Der Start des Downloads wird durch Anklicken des blau gefärbten Links auf der Internetseite eingeleitet. In Bild 3 ist dies der Windows-10-Treiber. Daraufhin öffnet sich ein weiteres Fenster, in dem man wie in Bild 3, Schritt 2 den Radiobutton bei *Datei speichern* setzt und anschließend auf *OK* klickt (Schritt 3).

Nach Abschluss des Downloads befindet sich die Datei *CP210x_Universal_Windows_Driver.zip* im Verzeichnis *Downloads* des PC. Diese markiert man mittels Mauszeiger und Klick auf die linke Maustaste (Bild 4). Ein Rechtsklick öffnet das in Bild 4 dargestellte Kontextmenü, aus dem man den Befehl *Alle extrahieren* auswählt und das Ganze mit der linken Maustaste startet. Daraufhin wird die genannte Zip-Archivdatei entpackt und im Verzeichnis *Downloads* automatisch ein neu-

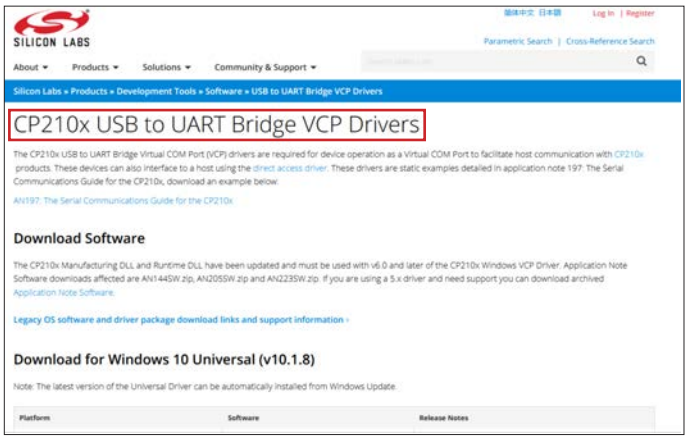


Bild 1: Der Chiphersteller Silicon Labs bietet im Internet aktuelle Treibersoftware für seine Produkte an; hier solche zur Einrichtung virtueller COM-Ports (VCP).

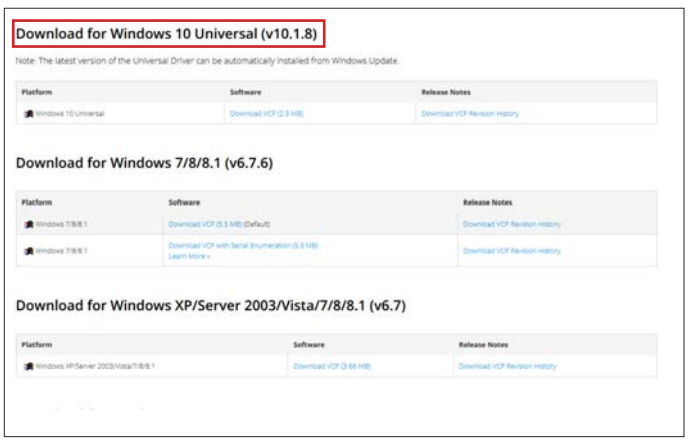


Bild 2: Ganz oben auf dieser Internetseite befindet sich der Windows10-Treiber, der im vorliegenden Beispiel benötigt wird, darunter sind Treiberprogramme für andere Betriebssysteme (Ausschnitt).

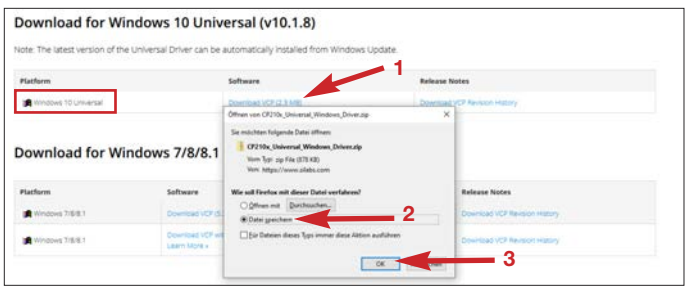


Bild 3: Nach dem Mausklick auf den Download-Link (Pfeil) öffnet sich das kleinere Fenster.

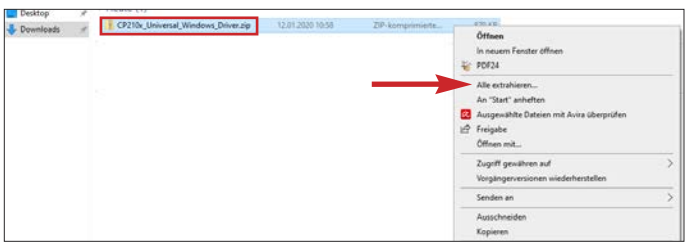


Bild 4: Das Entpacken des Treibersoftware-Pakets geschieht im Download-Verzeichnis auf dem PC.

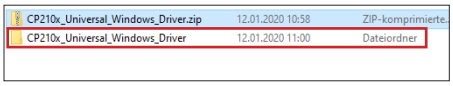


Bild 5: Beim Entpacken der Zip-Datei wird ein neues Unterverzeichnis angelegt.

es Unterverzeichnis angelegt (Bild 5). Dieses hat die gleiche Bezeichnung wie die Zip-Datei, nur der Suffix fehlt.
Im neuen Verzeichnis befinden sich die zur Treiberinstallation benötigten Dateien. Zwei haben die Dateiendung *exe* und sind somit ausführbar. Für das vorliegende 64-Bit-System wird die Datei mit *x64* im Namen gebraucht, sie ist in Bild 6 eingerahmt. Diese Datei ist durch Doppelklick zu starten und damit auszuführen. (Die Datei mit *x86* im Namen würde den Treiber auf einem 32-Bit-System installieren). Es öffnet sich daraufhin das Fenster des Installationsassistenten (Bild 7), in dem auf den Button *Weiter* geklickt wird. Das Installationsende signalisiert schließlich das Fenster mit einem Inhalt wie in Bild 8. Ein Klick auf den Button *Fertig stellen* schließt das Ganze ab.
Das Betriebssystem ist jetzt mit der neuen Treibersoftware ausgestattet und würde beim Anschluss dazu passender Hardware diesen Treiber zuordnen und aktivieren. Deshalb ist als Nächstes der FA-VA5 mit dem PC per USB-Kabel zu verbinden. Dieses muss auf der einen Seite einen fünfpoligen Mini-USB- und auf der anderen Seite einen USB-A-Anschluss besitzen. Ersterer kommt in die Buchse am FA-VA5 und der andere an einen freien USB-Port am PC. Solche Kabel sind handelsüblich und wahrscheinlich bei jedem Funkamateur oder Elektroniker vorhanden.

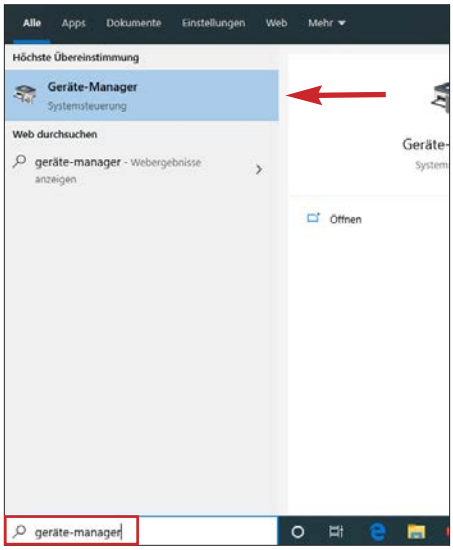


Bild 9: Über das Windows-Suchfeld links unten kommt man schnell zum Ziel (Pfeil).

Der Analysator braucht nicht eingeschaltet zu werden, da er nun über den USB-Anschluss seine Betriebsspannung erhält. Falls er trotzdem eingeschaltet ist, so ist dies nicht weiter schlimm. Der Mikrocontroller des FA-VA5 erkennt die vom USB-Anschluss eingespeiste Spannung und deaktiviert in diesem Fall den internen Schaltregler der Batteriestromversorgung. Es fließt dann nur noch ein minimaler Batteriestrom.
Windows wird nun den FA-VA5 als neues USB-Gerät registrieren, den installierten Treiber zuordnen und einen virtuellen COM-Port einrichten. Dieser kann über den Windows-Gerätemanager verifiziert werden. Wer ihn unter Windows 10 nicht gleich findet, erreicht ihn sehr einfach durch Eingabe des Begriffs *geräte-manager* in das Windows-Suchfeld unten links auf dem Bildschirm (Bild 9).
Öffnet man den Gerätemanager sollte sich unter *Anschlüsse COM & LPT* (Bild 10) der installierte Treiber von *Silicon-Labs* zeigen. Im Beispiel in Bild 11 belegt er den virtuellen Port *COM3*. Die Nummer des belegten COM-Ports sollte man sich für die spätere Einrichtung der Software *VNWA* vorsichtshalber merken.

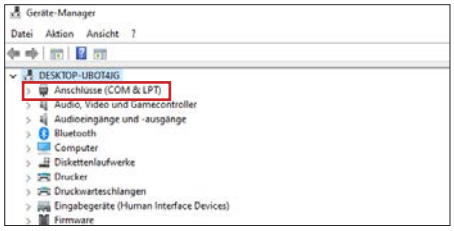


Bild 10: Ganz oben in der Geräteliste befinden sich auch die seriellen Schnittstellen.

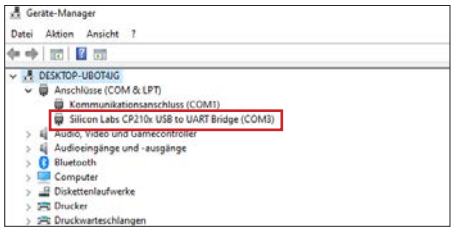


Bild 11: Der installierte virtuelle COM-Port heißt hier im Beispiel COM3.

Achtung! Falls Windows kein neues USB-Gerät erkennt und deshalb beim Anschluss des FA-VA5 nicht reagiert, kann dies am Kabel liegen. Reine 5-V-Ladekabel für elektronische Geräte sind für den Anschluss ungeeignet, da ihnen die beiden Leitungen zur Datenübertragung fehlen. Äußerlich sind sie leider oft nicht von vollwertigen USB-Kabeln zu unterscheiden. Hier hilft das Auswechseln gegen das richtige Kabel.
Wenn alles wie beschrieben funktioniert, werden FA-VA5 und PC wieder getrennt.

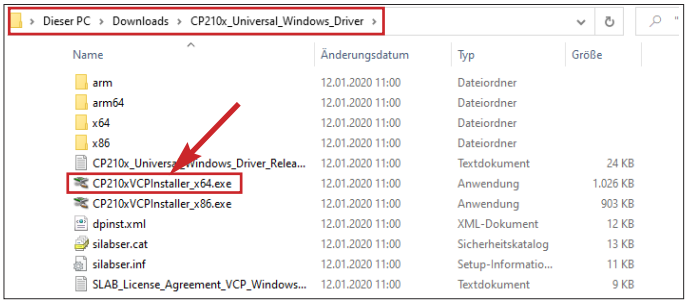


Bild 6: Inhalt des Ordners *CP20x…* mit der Treibersoftware

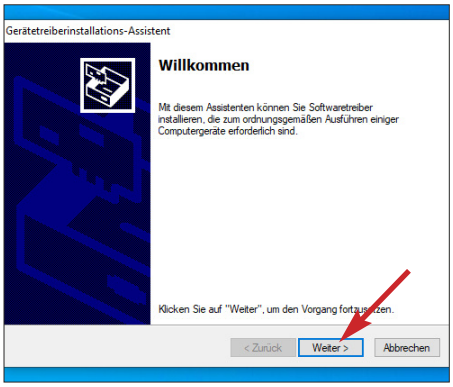


Bild 7: Im ersten Fenster des Teiber-Installationsassistenten ist auf *Weiter* zu klicken.

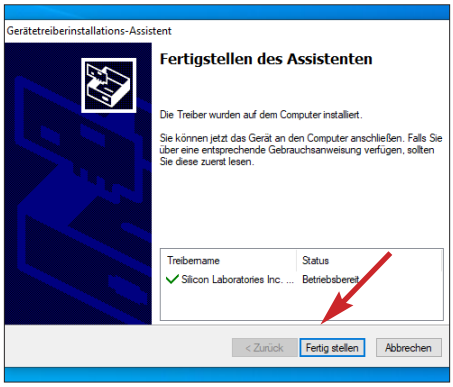


Bild 8: Nach erfolgter Installation erfolgt die Fertigmeldung des Assistenten.

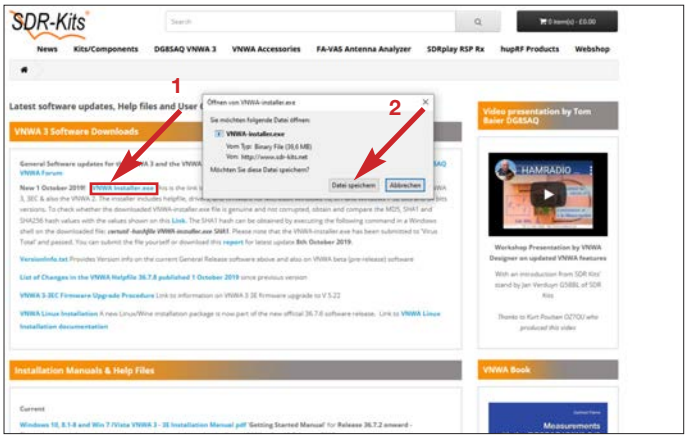


Bild 12: Nach dem Anklicken der Verknüpfung zum Downloadlink für VNWA öffnet sich ein Fenster, in dem *Datei speichern* zu wählen ist.

■ Installation der Software VNWA

VNWA kann in der jeweils aktuellen Version kostenlos von *www.sdr-kits.net/DG8SAQ/vnwaupdate.php?path=installer&source=Sdr-kits* heruntergeladen werden.

Bild 13: Im Ordner Downloads auf dem PC findet sich nach Herunterladen die Datei *VNWA-Installer.exe*.

Man erreicht den Link zum Download auch über die Internetseite *www.sdr-kits.net* → *DG8SAQ VNWA3* → *Software & Documentation* (Bild 12). Die betreffende Datei heißt *VNWA-installer.exe* und ist eine ausführbare Datei, welche bereits alle für die Anbindung des FA-VA5 erforderlichen Software-Bibliotheken enthält. Nach dem Klick auf die Verknüpfung zum Download-Link öffnet sich ein Meldungsfenster wie in Bild 12. Man klickt hier auf *Datei speichern*.

Nach dem Herunterladen der *exe*-Datei befindet sich diese ebenfalls im Ordner Downloads auf dem PC (Bild 13) und ist anschließend auszuführen. Dazu wird sie markiert und per Doppelklick gestartet.

Die folgende Installation ist, wie bei Windows-Software üblich, menügeführt. Zunächst könnte es aber erst einmal sein, dass Windows mit einer Meldung wie in Bild 14 aufwartet. Dann ist dort auf *Weitere Informationen* zu klicken. Daraufhin präsentiert sich ein Meldungsfenster mit dem *Button Trotzdem* ausführen (Bild 15), der anzuklicken ist. Daraufhin öffnet sich das erste Fenster des Installationsassistenten, in dem nur der Button *Next* anzuklicken ist (Bild 16).

Die Lizenzvereinbarung (engl. *License Agreement*) im nächsten Fenster sollte man akzeptieren, sonst lässt sich die Software nicht installieren. Deshalb ist der Radiobutton bei *I accept the agreement* zu setzen (Bild 17).

Erst dann ist der Button *Next* aktiv. Nach dem Klick darauf öffnet sich ein Fenster, das den Installationspfad vorschlägt (Bild 18). Diesen sollte man unverändert lassen. Mit einem Mausklick auf *Next* gelangt man ins nächste Fenster (Bild 19), in dem man ebenfalls den Vorschlagswert stehen lässt und auf *Next* klickt.

Bild 14: Nach dem Start des Teiber-Installationsassistenten erscheint ein Fenster, in dem man auf *Weitere Informationen* klickt.

Bild 15: Im darauffolgenden Fenster wählt man *Trotzdem ausführen* und muss dann ggf. das Administratorpasswort eintippen.

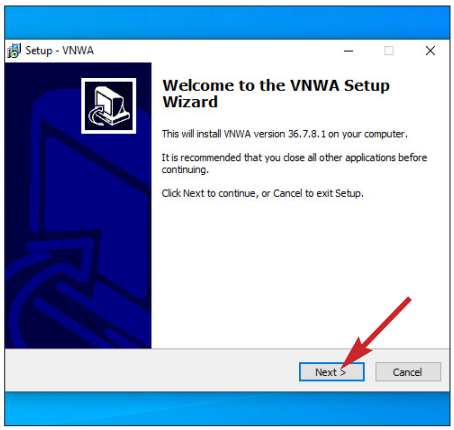


Bild 16: Im ersten Fenster des Teiber-Installationsassistenten ist lediglich auf *Next* zu klicken.

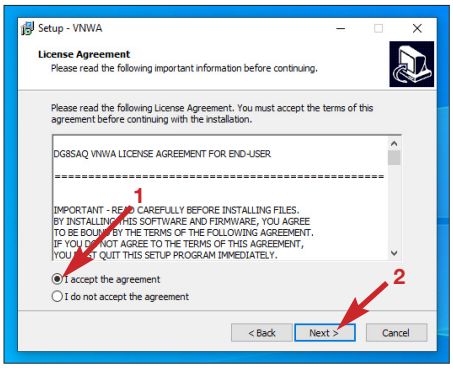


Bild 17: Im nächsten Fenster ist der Radiobutton bei *I accept the agreement* zu setzen (1) und auf *Next* zu klicken (2).

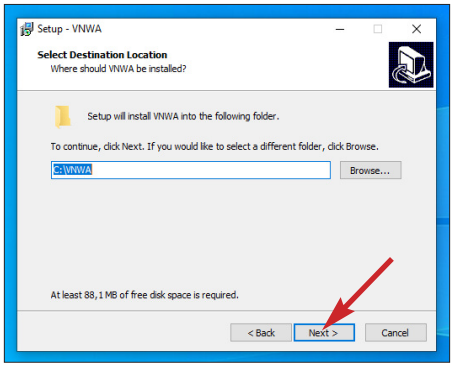


Bild 18: Der vorgeschlagene Pfad bleibt unverändert, es ist nur auf *Next* zu klicken, …

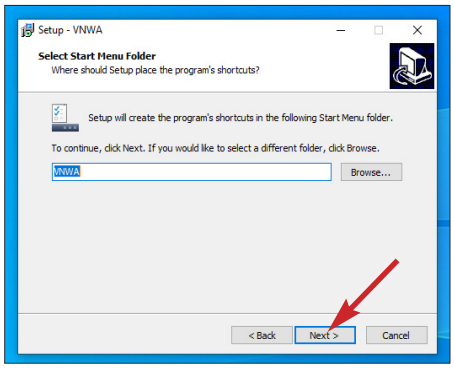


Bild 19: …gleiches geschieht im nächsten Fenster.

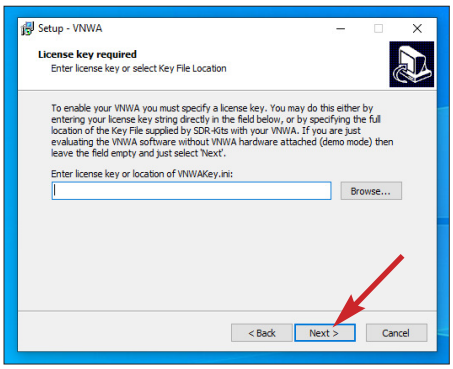


Bild 20: Es muss hier kein Lizenzschlüssel eingegeben werden (siehe Text).

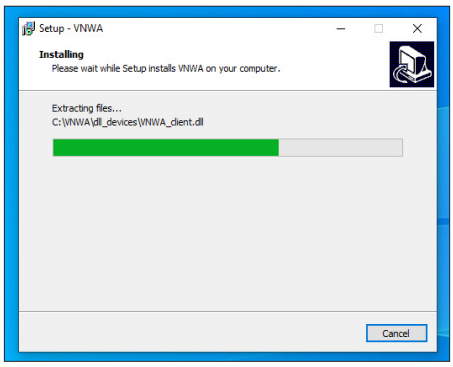


Bild 21: Nun beginnt das Entpacken der Installationsdateien.

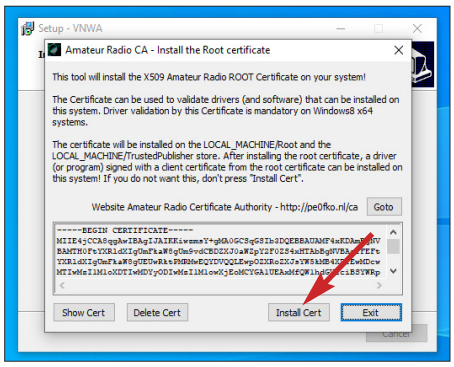


Bild 22: Ein Mausklick auf *Install Cert* startet die Installation des Windows-Zertifikats.

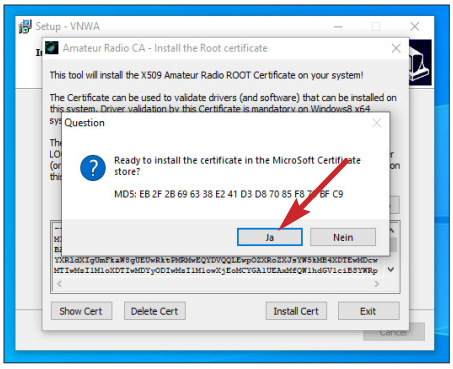


Bild 23: Die von Mikrosoft geforderte Installation eines Zertifikats ist mit einem Klick auf *Ja* zu starten. Dazu öffnet sich ein weiteres Fenster.

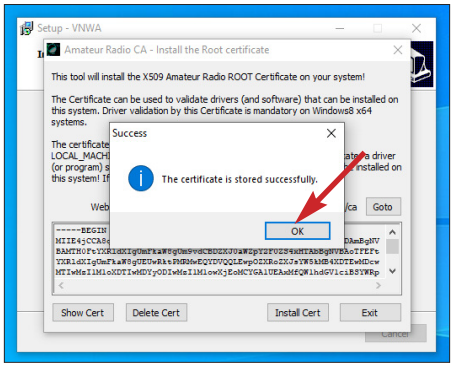


Bild 24: Kurze Zeit später wird die erfolgreiche Installation des Zertifikats gemeldet. Diese bestätigt man mit einem Mausklick auf den Button *OK*.

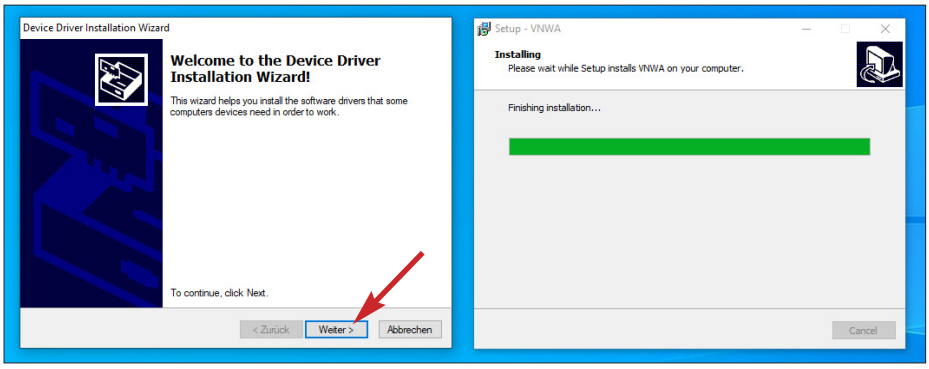


Bild 25: Den Fortgang der Installation stößt man mit einem Kick auf den Button *Weiter* an.

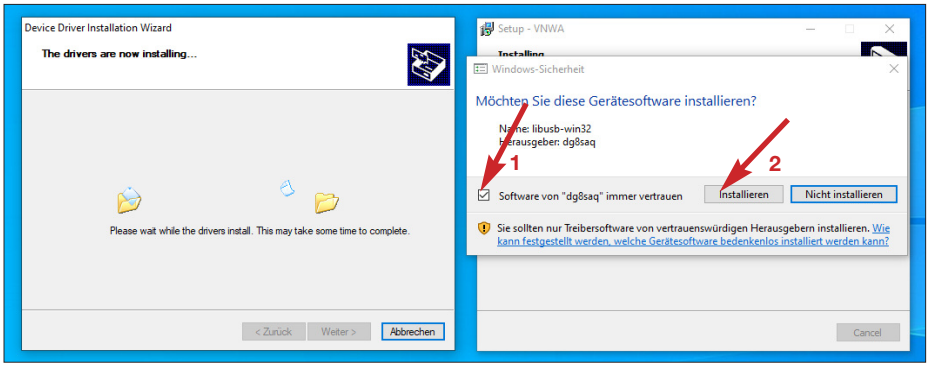


Bild 26: Vor der Installation von weiteren VNWA-Softwarekomponenten erscheint ein Fenster mit einer Nutzerabfrage, die man mit einem Häkchen bei *Software von dg8saq immer vertrauen* und einem Klick auf *Installieren* beantwortet.

Das nun folgende Fenster fordert zur Eingabe eines Lizenzschlüssels auf (Bild 20). Diese ist für Anwender, welche die Software VNWA nur mit dem FA-VA5 betreiben möchten, nicht erforderlich, da die Nutzung des Programms ausschließlich zu diesem Zweck kostenlos ist. Aus diesem Grund kann hier, ohne dass man etwas in das Abfragefeld eintippt, einfach auf *Next* geklickt werden, um ins nächste Fenster des Installationsassistenten zu gelangen. Nun startet das Entpacken der Dateien, dessen Verlauf vom grünen Fortschrittsbalken begleitet wird (Bild 21).

Windows 10 erwartet bei der Installation ein Software-Zertifikat. Darauf macht das nächste Fenster aufmerksam (Bild 22). Man klickt deshalb hier auf den Button *Install Cert*. Im sich daraufhin öffnenden Fenster gemäß Bild 23 beantwortet man die gestellte Frage nach der Installationsbereitschaft mit *Ja* und bestätigt schließlich die erfolgreiche Installation mit *OK* (Bild 24).

Im nächsten Installationsfenster (Bild 25) wird auf *Weiter* geklickt, um mit der Installation von Treibersoftware fortzufahren. Im danach eingeblendete Fenster mit der Frage, ob man die betreffende Software installieren möchte, kann man den Haken bei *Software von dg8saq immer vertrauen* setzen. Anschließend klickt man auf *Installieren* (Bild 26).

Mit je einem Mausklick auf den Button *Fertig stellen* und kurze Zeit später auf *Finish* ist die Softwareinstallation abgeschlossen (Bilder 27 bis 29).
Auf dem Desktop ist nun ein neues Symbol zu sehen, das die Bezeichnung *VNWA* trägt.

■ Anbindung des FA-VA5 an VNWA

Bevor mit *VNWA* gearbeitet werden kann, muss die Kommunikation zwischen FA-VA5 und PC-Software funktionieren. Dazu ist der FA-VA5 in den USB-Modus zu versetzen. Sofern die Default-Einstellung vom Nutzer im Menü des FA-VA5 unter *Einstellungen → USB-Auto Modus* nicht geändert wurde, wechselt der Analysator beim Einstecken des USB-Kabels automatisch in den USB-Modus. Ansonsten kann Letzterer jederzeit über das Hauptmenü manuell selektiert werden.
Der FA-VA5 ist nun mittels USB-Kabel an den PC anzuschließen. Das Betriebssystem weist ihm daraufhin einen virtuellen COM-Port zu, im Beispiel ist es COM3 (siehe auch Abschnitt zur Installation der Treibersoftware). Dies geschieht automatisch im Hintergrund und dauert nur wenige Sekunden. Die Hardware ist nun einsatzbereit.

Erster Start der Software

Startet man die Software VNWA zum ersten Mal, erscheint ein Fenster mit einem Warnhinweis, der für Nutzer der originalen VNWA-Hardware bestimmt ist und deshalb ignoriert werden kann (Bild 30). Die Software „weiß“ ja schließlich noch nicht, dass sie mit einem FA-VA5 zusammenarbeiten soll. Ein Mausclick auf *OK* führt zum nächsten Fenster, das einige grundlegende Hinweise zur Softwarebedienung gibt, allerdings in Englisch. Diese werden ebenfalls mit *OK* quittiert.
Schließlich zeigt sich dann kurze Zeit später der noch rechte leer wirkende Einstiegsbildschirm von VNWA. Zunächst sollte man ihn auf ein bildschirmfüllendes Format bringen (Bild 34).

Einstellung des FA-VA5 als Hardware

In der linken unteren Ecke des Fensters meldet VNWA richtigerweise, dass keine Hardware erkannt wurde (Bild 32).
Hier muss daher der erste Konfigurationsschritt ansetzen. Ausgangspunkt dafür ist die Menüleiste von VNWA (Bild 33).

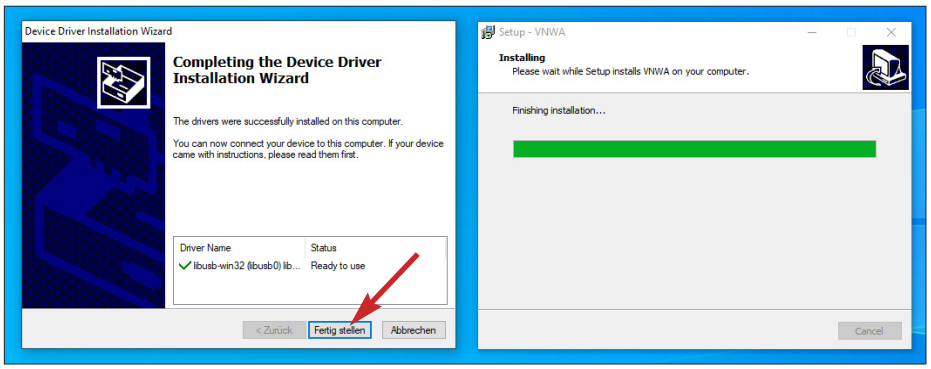


Bild 27: Die Meldung über den Abschluss der Treiberinstallation wird mit einem Mausklick auf *Fertig stellen* quittiert.

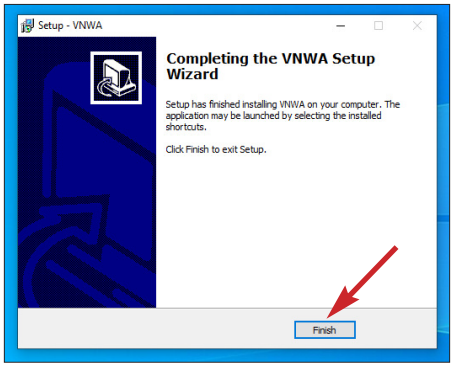


Bild 28: Der Installationsassistent erwartet zum Schluss noch einen Klick auf *Finish*.

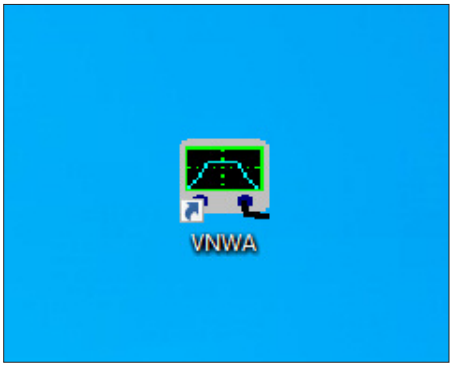


Bild 29: Auf dem Bildschirm ist ein neues Icon mit der Bezeichnung *VNWA* zu sehen.

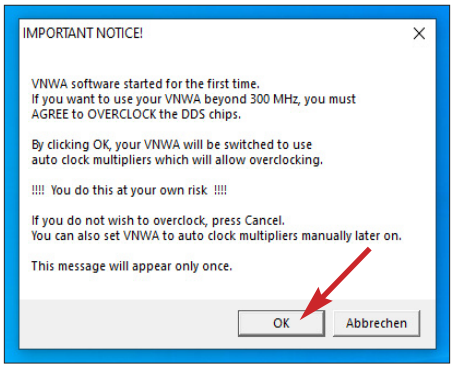


Bild 30: Dieser Hinweis gilt nicht für FA-VA5-Nutzer und wird mit *OK* quittiert.

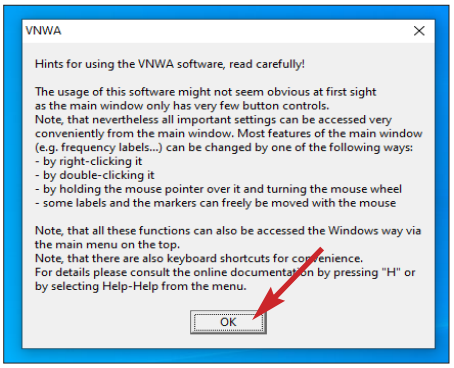


Bild 31: Auch die Hinweise zur Softwarebedienung beantwortet man mit Klick auf *OK*.

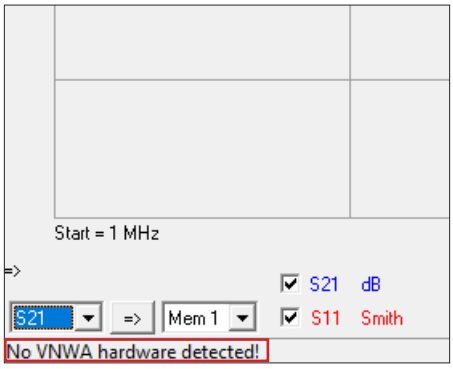


Bild 32: Nach dem ersten Start meldet VNWA, dass keine Hardware erkannt wurde.

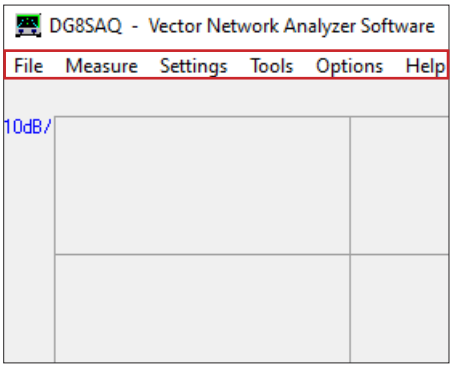


Bild 33: Über die Menüleiste lassen sich alle wichtigen Einstellungen erreichen.

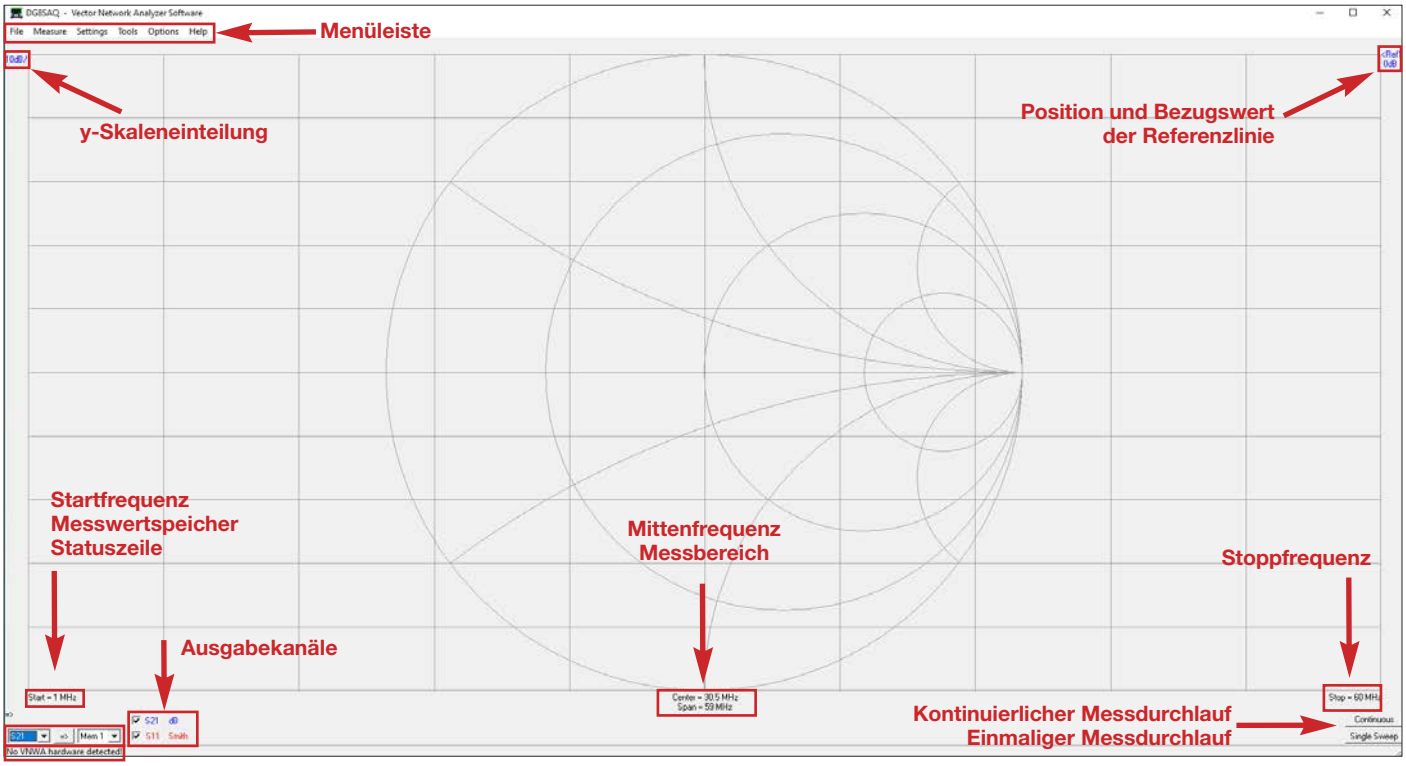


Bild 34: Der anfangs noch recht leer wirkende Einstiegsbildschirm von VNWA bietet reichlich Platz für spätere Messwertdarstellungen. Hier sind die Positionen der wichtigsten Bedienelemente und Parametereinstellungen markiert.

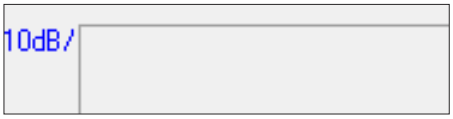


Bild 34a: Diese Angabe der y-Skaleneinteilung bedeutet 10 dB pro Teilstrich beim betreffenden Ausgabekanal.

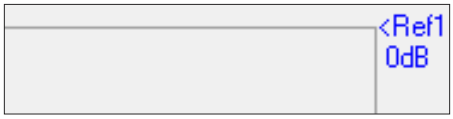


Bild 34b: Die Spitze des Winkels zeigt auf die Position der Referenzlinie; hier beim blau gefärbten Ausgabekanal mit 0 dB definiert.

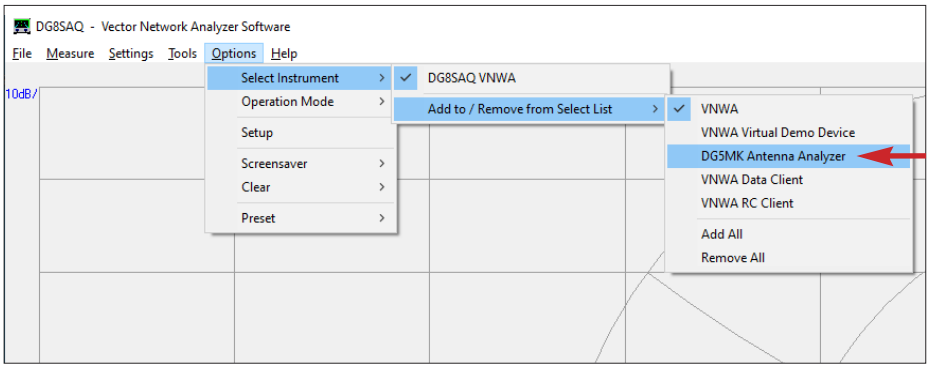


Bild 35: Über das Optionsmenü erfolgt zunächst die Aufnahme des FA-VA5 in die Auswahlliste der Hardware für VNWA.

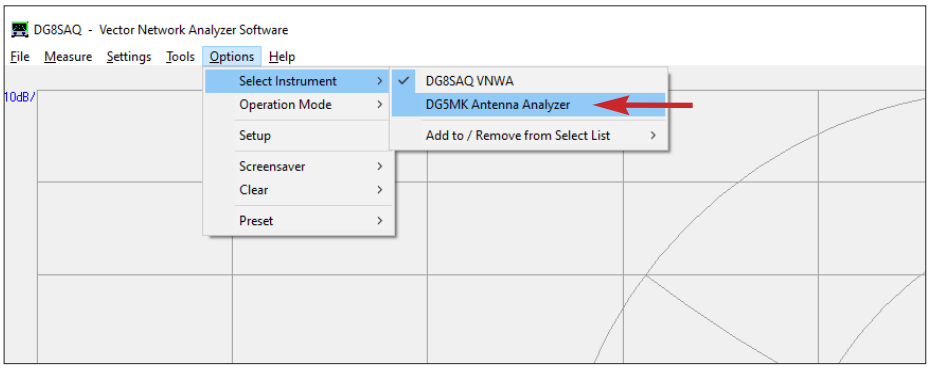


Bild 36: Anschließend wird der FA-VA5 der Software VNWA als Hardware zugeordnet.

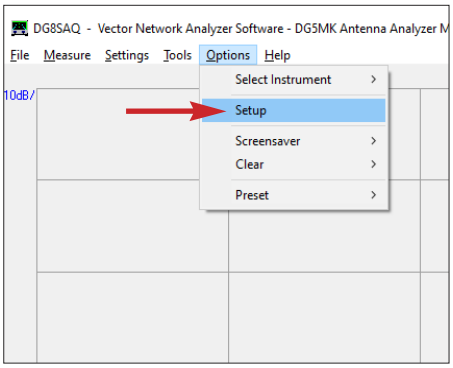


Bild 37: Zur Einstellung der Kommunikationsschnittstelle gelangt man über *Setup*.

Dort wählt man unter *Options* → *Select Instruments* → *Add to/Remove from Select List* → ***DG5MK Antenna Analyzer*** (Bild 35). Damit ist der FA-VA5 in die Liste der auswählbaren Geräte aufgenommen worden. Die eigentliche Auswahl geschieht dann mittels *Options* → *Select Instrument* → ***DG5MK Antenna Analyzer*** (Bild 36). Nun ist *VNWA* noch der über die Windows-Systemsteuerung ermittelte COM-Anschluss „mitzuteilen". Dies geschieht unter *Options* → *Setup* (Bild 37).

Ein neues Fenster öffnet sich (Bild 38) und der COM-Anschluss ist unter *Port* aus der Liste zu selektieren. Die erfolgreiche Verbindung zum FA-VA5 wird oben rechts mit einem grünen *connected* quittiert, ein blauer Schriftzug meldet die Firmware-Version des Analysators (Bild 39).
Damit ist die Anbindung des FA-VA5 an die Software *VNWA* abgeschlossen. Diese „merkt" sich übrigens nach dem Schließen des Programms alle Einstellungen. Deshalb ist der FA-VA5 beim nächsten Mal möglichst **vor** einem erneuten Programmstart und am gleichen USB-Anschluss in Betrieb zu nehmen.

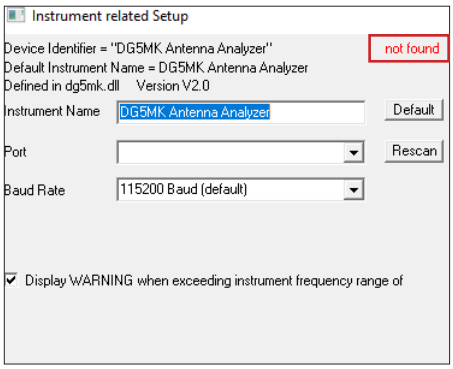


Bild 38: Das Setup-Fenster erlaubt die Zuordnung des COM-Ports zum Datenaustausch. Hier fehlt diese noch, daher der Hinweis *not found*.

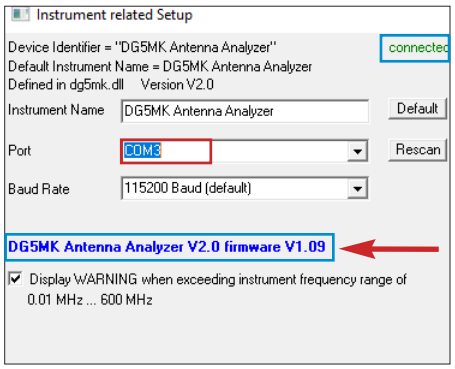


Bild 39: Nachdem der richtige COM-Port ausgewählt wurde (hier im Beispiel COM3), stellt VNWA die Verbindung zum FA-VA5 her und zeigt das Ergebnis an (blau umrahmt).

■ Kalibrierung

Selbstverständlich gilt für jegliche Messtechnik, so auch für FA-VA5 und VNWA, dass keine Messung im unkalibrierten Zustand erfolgen darf. Es würden anderenfalls nur unsinnige Daten erzeugt. Bevor irgendeine weitere Einstellung erfolgt oder man gar der Versuchung erliegt, einen Messdurchlauf zu starten, sollte man daher zunächst kalibrieren.
Achtung! Die im FA-VA5 hinterlegte Kalibrierung wird von VNWA nicht verwendet. Es muss daher auf jeden Fall vor der ersten Messung neu kalibriert werden, sonst entstehen unsinnige Ergebnisse.

Grundlegendes

Die in der Bedienungsanleitung zum FA-VA5 formulierten, allgemeinen Grundsätze zur Kalibrierung gelten selbstverständlich auch hier. VNWA zeigt das Vorhandensein von Kalibrierdaten für die jeweilige Messung durch ein Kürzel am linken Rand des Messdiagramms an. Es ist leicht zu übersehen, besitzt aber eine große Bedeutung. Wenn dort *Cal* oder *MC* steht, liegt eine Kalibrierung vor, dazu weiter unten mehr. Wenn dort nichts steht, sollte nicht gemessen, sondern erst kalibriert werden.
Jede Kalibrierung lässt sich bei Bedarf als Datei abspeichern und wenn nötig wieder aufrufen bzw. laden.
Um ein ständiges Neukalibrieren zu vermeiden, nutzt auch VNWA das Prinzip der sogenannten *Masterkalibrierung*. Diese erzeugt eine festgelegte Anzahl von Kalibrierpunkten über den eingestellten Frequenzbereich und speichert diese in einer speziellen Datei ab. Wenn keine Einzelkalibrierung vorliegt, nutzt VNWA automatisch die Daten der Masterkalibrierung und interpoliert die Werte zwischen den im jeweils eingestellten Frequenzbereich vorhandenen Kalibrierpunkten.
Um diese Masterkalibrierung wird es im Folgenden gehen. Einzelkalibrierungen erfolgen nach Einstellung der Messdaten nach dem gleichen Prinzip.
Die VNWA-Kalibrierdaten können nur auf dem PC gespeichert werden. Sie haben keinen Einfluss auf die im FA-VA5 abgelegten Werte. Lokal eingestellte Geräteparameter des FA-VA5 sind für VNWA irrelevant. Der FA-VA5 dient im vorliegenden Fall nur als Messkopf (Hardware). Die gesamte Datenverarbeitung findet in VNWA auf dem PC statt.

Kalibriersatz

Dem Bausatz FA-VA5 liegt ein Standard-Kalibriersatz bei. Dieser besteht aus einem 50-Ω-Abschlussstecker (*Load*), einem offenen BNC-Stecker (*Open*) und einem Kurzschlusselement (*Short*), das man sich aus dem mitgelieferten BNC-Stecker und einem Stück versilberten Kupferdraht selbst herstellt. Dabei ist auf sehr gute Lötstellen und kurze Leitungsführung zu achten. Dieser Kalibriersatz ist bis etwa 200 MHz gut zu gebrauchen und wird im Folgenden daher der Einfachheit halber als *Kalibriersatz 200 MHz* bezeichnet.
Wer darüber hinausgehend genau messen möchte, sollte einen hochwertigeren Kalibriersatz verwenden. Ein solcher ist z. B. unter der Bestellnummer *BX-245-SOL* bei [2] erhältlich (im Folgenden als *Kalibriersatz 600 MHz* bezeichnet). Bei der Kalibrierung ist in diesem Fall ein einmaliger zusätzlicher Vorbereitungsschritt erforderlich, der nachstehend ebenfalls beschrieben wird.

Wenn nicht schon geschehen, ist der FA-VA5 nun an den PC anzuschließen. Die Verbindung zur Software sollte automatisch erfolgen. Im Zweifel ist unter *Options* → *Setup* nachzuschauen (Bild 39).
Hinweis: Aus den nachfolgend beschriebenen Kalibrierungen resultiert die Messbuchse des FA-VA5 als Kalibrierebene. Dies bedeutet, dass alles, was an diese Buchse angeschlossen wird, das Messergebnis beeinflusst, also z. B. auch das angeschlossene Messkabel. Wer dies nicht wünscht, muss das Kabel mit in die Kalibrierung einbeziehen und die Kalibrierelemente an dessen Ende anschließen.

Masterkalibrierung mit dem Kalibriersatz 200 MHz

Wie bereits erwähnt, bietet der einfache Kalibriersatz bis etwa 200 MHz gute Daten, bei Messungen mit höheren Frequenzen lässt die Genauigkeit nach. Wenn man nur diesen Kalibriersatz hat, sollte man aber trotzdem die Masterkalibrierung über den gesamten Frequenzbereich bis 600 MHz vornehmen.
Dazu stellt man, wie im vorigen Abschnitt beschrieben, unter *Sweep Settings* die Anzahl der Datenpunkte auf mindestens 400 ein, besser auf 1000 oder mehr. Dann wird die Kalibrierung genauer, dauert aber länger. Beim *Sweep Mode* ist mindestens *fast* zu wählen, besser *standard* oder *precise*, hier gilt das zuvor Gesagte sinngemäß.
Schnelle Kalibrierung oder Messung geht stets auf Kosten der Genauigkeit. Andererseits ist höchste Messgenauigkeit in der Amateurpraxis nur selten wirklich erforderlich. Hier ist Augenmaß angesichts der jeweils anstehenden Messaufgabe gefragt. Der Frequenzbereich ist auf 0,01 MHz bis 600 MHz einzustellen. Dies entspricht den

Bereichsgrenzen des angeschlossenen FA-VA5. Das Kalibriermenü erreicht man über den Menüpunkt *Measure* → *Calibrate* (Bild 40). Daraufhin öffnet sich am „Karteireiter“ *Calibration Menu* ein Fenster wie in Bild 41. Die vier roten Punkte machen unübersehbar darauf aufmerksam, dass keine gültige Kalibrierung vorliegt.
Um dies zu ändern, wird ein neuer Kalibrierdurchlauf mit einem Mausklick auf den Button *Short* gestartet. Nun öffnet sich ein Fenster, das dazu auffordert, das *Short*-Kalibrierelement an den Messeingang anzuschließen (Bild 42). Nachdem dies geschehen ist, erfolgt ein Klick auf *OK*. Der Kalibriervorgang ist abgeschlossen, wenn der grüne Fortschrittsbalken im Fenster das Anzeigeende am rechten Rand erreicht hat und sich der rote Punkt neben dem Short-Button grün färbt (Bild 43). Das rote *M* steht für *Masterkalibrierung* und wird bei der Erstkalibrierung automatisch gesetzt.
Anmerkung Die während des Kalibriervorgangs auf dem im Hintergrund befindlichen Messdiagramm dargestellten Kurven kann man ignorieren. Auf die gleiche Weise wird die Kalibrierung für *Open* und *Load* vorgenommen (Bilder 43 bis 46). Zum Schluss sind alle Punkte im Kalibriermenü grün gefärbt (Bild 47).

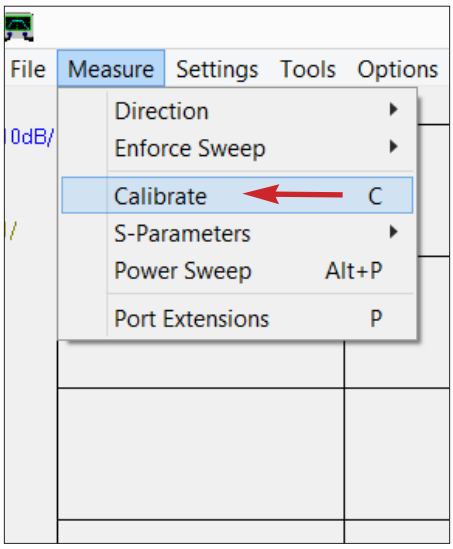


Bild 40: Der Aufruf des Kalibriermenüs erfolgt über den Hauptmenüpunkt *Measure*.

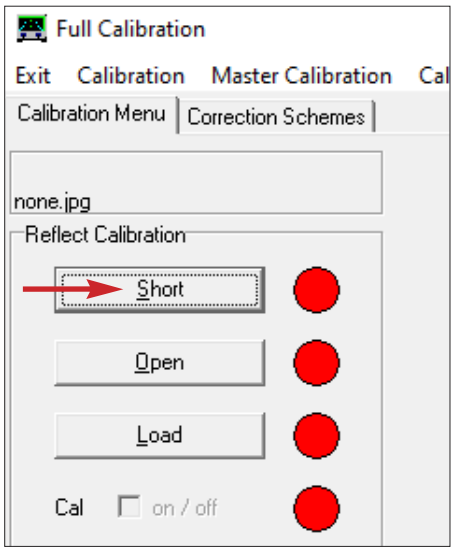


Bild 41: Die Kalibrierung wird mit einem Mausklick auf den Button *Short* gestartet.

Prinzipiell ist die Reihenfolge der Kalibrierschritte unwichtig, es darf nur keiner ausgelassen werden.

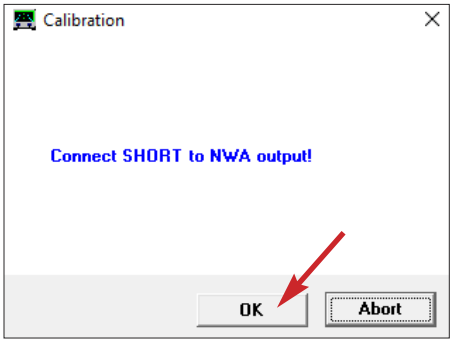


Bild 42: Nach dem Mausklick auf den Button *Short* wird zum Anschluss des *Short*-Elements und Klick auf *OK* aufgefordert.

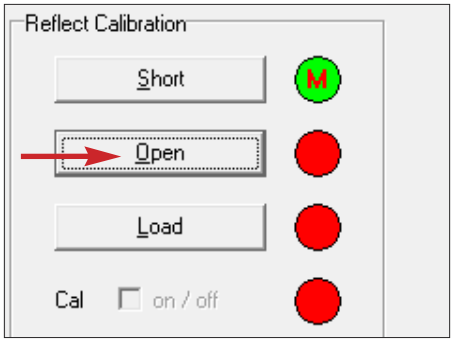


Bild 43: Ein Mausklick auf den Button *Open* startet den nächsten Kalibrierschritt mit dem *Open*-Element.

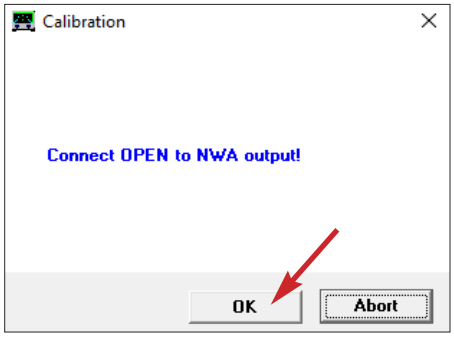


Bild 44: Nach dem Mausklick auf den Button *Open* wird zum Anschluss des *Open*-Elements und Klick auf *OK* aufgefordert.

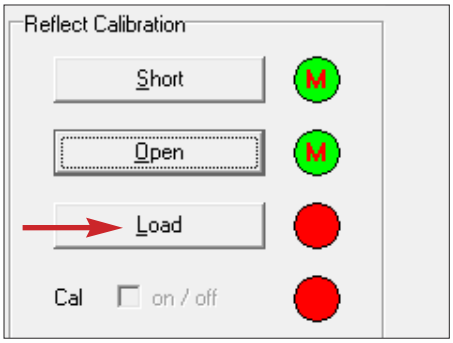


Bild 45: Abschließend startet die Kalibrierung mit dem 50-Ω-Referenzelement durch den Mausklick auf *Load*.

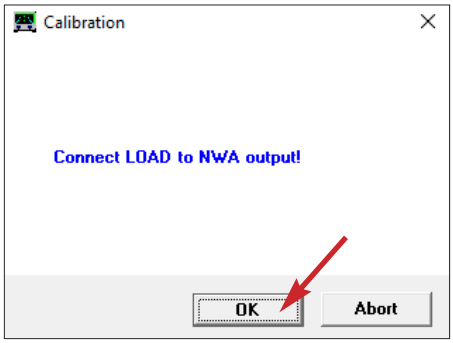


Bild 46: Der Anschluss des *Load*-Elements an den Messeingang ist wieder mit *OK* zu bestätigen.

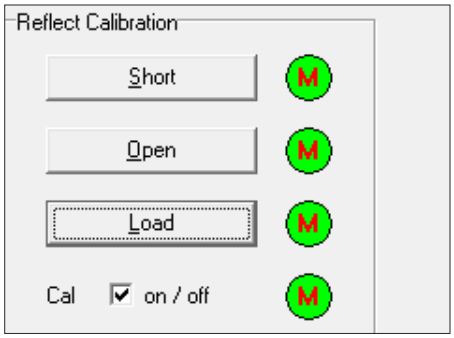


Bild 47: Nach dem letzten Kalibrierdurchlauf sind alle Punkte grün und mit einem roten *M* versehen.

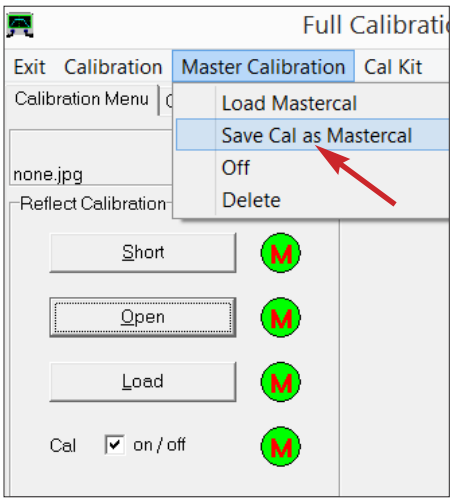


Bild 48: Die vorgenommene Kalibrierung wird als Masterkalibrierung abgespeichert.

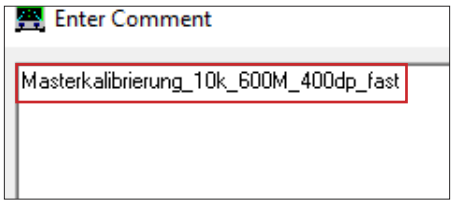


Bild 49: Zunächst erhält man die Möglichkeit, eine Beschreibung der Kalbrierdatei zu hinterlegen.

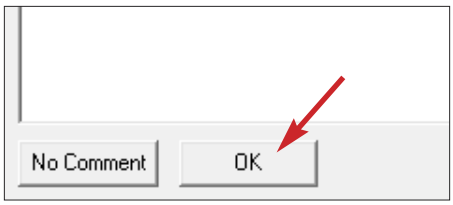


Bild 50: Nach der Texteingabe wird das Fenster mit Klick auf *OK* geschlossen.

Es lassen sich auch mehrere Masterkalibrierdateien anlegen und jeweils eine davon über *Load Mastercal* (siehe Bild 48) laden bzw. aktivieren. Dies macht aussagekräftige Dateinamen umso wichtiger.
Nach Abschluss der Kalibrierung ist am Fensterrand links neben der y-Achse des Messdiagramms das Kürzel *Cal* zu sehen. Dies bedeutet, dass die Messanordnung nun kalibriert ist und gemessen werden darf. Nach dem Anschluss des Messobjekts klickt man dazu rechts unten im Diagrammfenster zum Start der Messung entweder auf *Single Sweep* (ein einziger Durchlauf) oder auf *Continuous* (wiederholte Messdurchläufe). Ein erneuter Mausklick auf *Continuous* stoppt den kontinuierlichen Wobbeldurchlauf. Dieser läuft dann nur noch bis zur nächsten Stoppfrequenz durch.

Die intern erzeugte Kalibrierdatei wird nun als *Masterkalibrierung* abgespeichert (Bild 48). Nach Mausklick auf *Save Cal as Mastercal* öffnet sich ein Fenster, in dem man eine Beschreibung der Kalibrierdatei hinterlegen kann (Bild 49). Es empfiehlt sich, hier die wichtigsten Eckdaten der Kalibrierung einzutragen, um diese ggf. später nachvollziehen sowie von anderen Masterkalibrierdateien unterscheiden zu können. Wer darauf verzichten will, klickt anschließend auf den Button *No Comment*, anderenfalls nach der Texteingabe auf *OK* (Bild 50).
In dem sich nun öffnenden Fenster wird die Vergabe eines Namens für die Masterkalibrierdatei erwartet (Bild 51). Man sollte hier möglichst einen „sprechenden“ Namen verwenden, um später nicht rätseln zu müssen. Das von VNWA vorgeschlagene Verzeichnis zum Abspeichern lässt man unverändert.

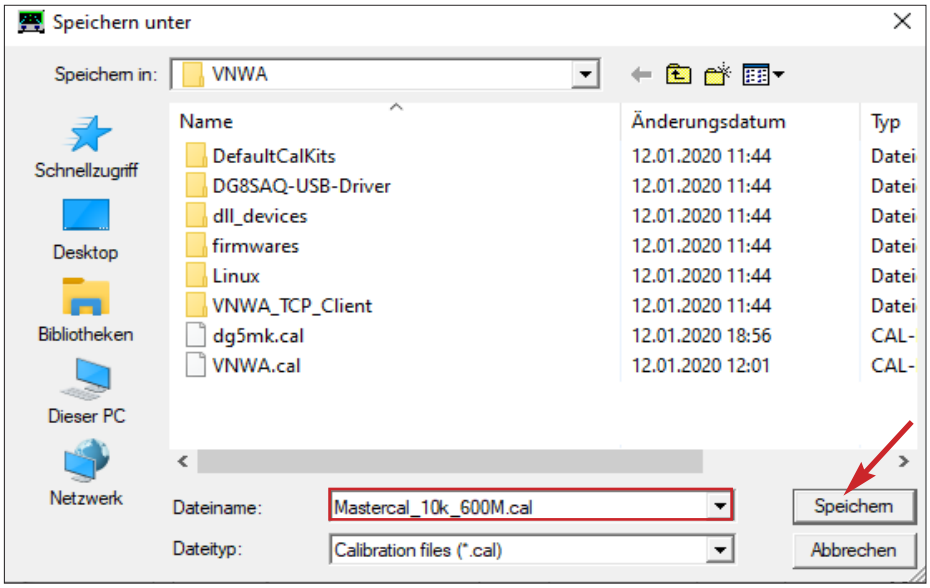


Bild 51: Beim Abspeichern empfiehlt es sich, einen aussagekräftigen Dateinamen zu verwenden, um die Dateien später besser unterscheiden zu können.

Masterkalibrierung mit dem Kalibriersatz 600 MHz

Kalibrierelemente sind nie ideal, d.h. sie weisen schon aufgrund ihrer physischen Abmessungen parasitäre Komponenten auf. die zu Messfehlern führen. Je höher die Messfrequenz, desto ausgeprägter ist dieser Effekt.

Der *Kalibriersatz 600 MHz* wird zusammen mit einem Beiblatt geliefert, das die Eigenschaften der Kalibrierelemente beschreibt. Diese sind vor dem eigentlichen

```
B017    Load #15    SDR-Kits.net    20/06/2016
-----------------------------------------------
Male load, simple VNWA model:
Delay = -261.37 ps 1
R     = 50.01 Ohm 2
C||   = 0 fF 3
L     = 3.59 nH 4
-----------------------------------------------
Male load, arbitrary VNWA model:
Delay = -261.25 ps
R     = 50.01 Ohm
L     = 3.54 nH + 0.14 aH/Hz * f
-----------------------------------------------
Female load, simple VNWA model:
Delay = -375.20 ps
R     = 50.02 Ohm
C||   = 0 fF
L     = 3.96 nH
-----------------------------------------------
Female load, arbitrary VNWA model:
Delay = -375.68 ps
R     = 50.02 Ohm
L     = 4.16 nH + -0.54 aH/Hz * f
-----------------------------------------------
aH = 10^-18 H

Male Short Delay = -113.52 ps 5
Male Open Delay = -41.66 ps 6

cal kit data manual download link:
https://www.sdr-kits.net/index.php?route=call
automatic download code:
B017_15_MHT_QXO_JVC
```

Bild 52: Beispiel für ein Beiblatt zum Kalibriersatz 600 MHz

Kalibriervorgang in VNWA zu hinterlegen, damit sie beim Erstellen der Kalibrierdaten durch die Software berücksichtigt werden können (Verschiebung der Kalibrierebene, Näheres dazu siehe [5]).

In dem genannten Beiblatt sind die Daten des Load-Elements im Bereich *Male load, simple VNWA model* untergebracht (Bild 52, oben).

Unter dem Menüpunkt *Settings → Calibration Kit* lassen sich die nötigen Einstellungen und Eintragungen vornehmen. Zunächst sind die Daten der in Bild 52 markierten Felder in der Tabelle unter dem Reiter *Simple SOLT Model Settings* zu erfassen (Bild 53). Die Ziffern in Bild 52 erleichtern dabei die Zuordnung.

Ein weiterer Klick auf den Reiter *General Settings* öffnet das Fenster gemäß Bild 54. Hier ist der Default-Eintrag *simple model custom calibration standards* unverändert zu lassen. Mit einem Mausklick auf den Button *Save Settings* werden die Daten des Kalibriersatzes gespeichert.

Dann öffnet sich wieder ein Kommentarfenster, in das die Beschreibung des Kalibriersatzes eingetragen werden sollte (Bild 55), es empfiehlt sich in diesem Fall dessen Nummer, die im Beiblatt links oben in der Ecke steht (Bild 52). Das erforderliche Abspeichern der Datei erfolgt wieder in dem von VNWA vorgeschlagenen Verzeichnis (Bild 57).

Wenn dies erledigt ist, erstellt man die Masterkalibrierung mit den Elementen des *Kalibriersatzes 600 MHz*. Dies läuft genauso ab, wie im vorangegangenen Abschnitt für den *Kalibriersatz 200 MHz* beschrieben.

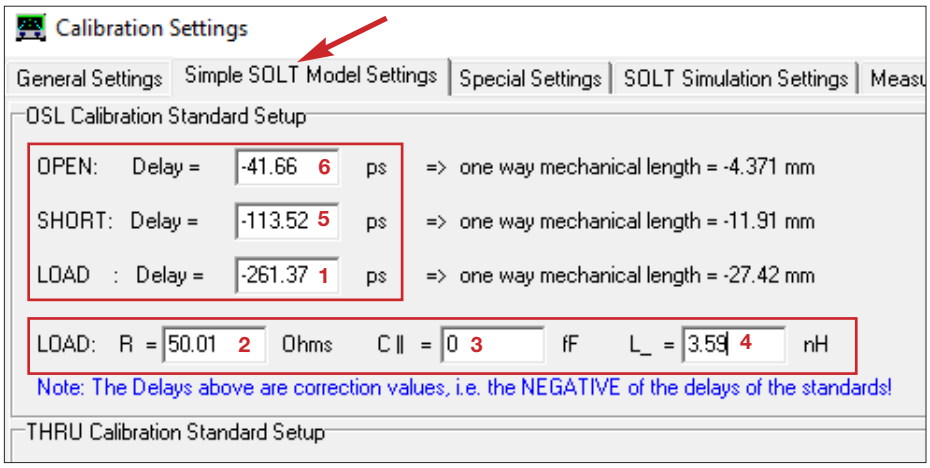


Bild 53: In diese Felder sind die Daten der Kalibrierelemente einzutragen.

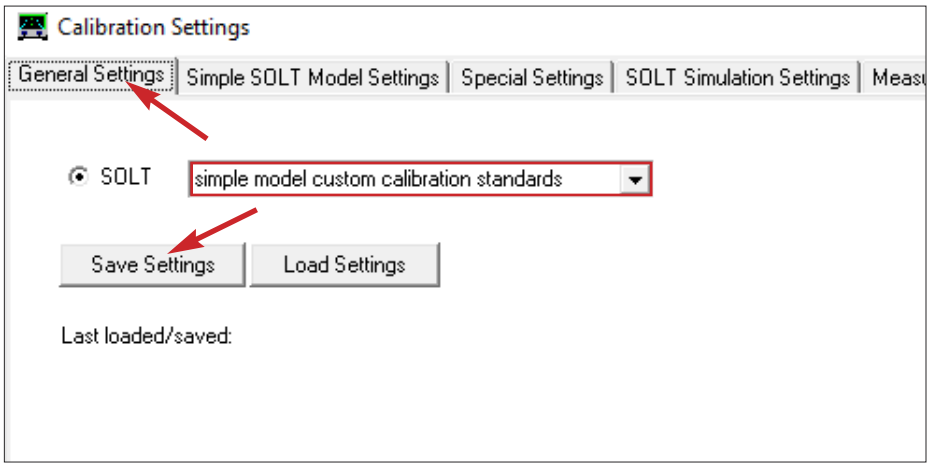


Bild 54: Mit einem Klick auf den Button Save Settings sind die Eintragungen zu sichern.

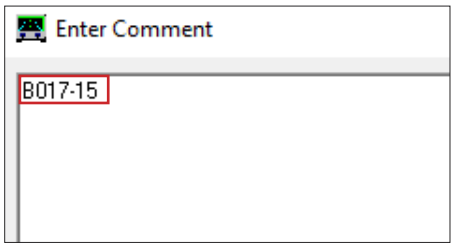


Bild 55: Als Beschreibung des Kalbriersatzes gibt man z. B. dessen Nummer ein, hier ist es *B017-15*.

Bild 56: Die Eingabe des Kommentars wird mit dem Mausklick auf *OK* geschlossen.

Grundeinstellungen der Messwertanzeige

Bevor es ans Messen geht, ist es sinnvoll, einen Blick auf grundlegende Einstellmöglichkeiten von VNWA zu werfen und die eine oder andere Auswahl bereits jetzt vorzunehmen. Die Software bietet hier einen sehr weitgehenden Spielraum und vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten.

Die im Folgenden beschriebenen Einstellungen sind nur Beispiele und als Vorschläge zu betrachten, die den Einstieg erleichtern sollen. Sie sind jederzeit änderund an die konkrete Messaufgabe und den persönlichen Geschmack anpassbar.

Die Menüsprache ist Englisch. Es werden jedoch nur relativ wenige Worte und Fachbegriffe benötigt, um mit dem Programm klarzukommen. Deshalb bleibt die sprachliche Hürde auch für jene Nutzer niedrig, die mit dem Englischen weniger vertraut sind.

Einige wichtige Einstellungen werden nachstehend etwas ausführlicher erklärt, die übrigen kann man zunächst unverändert auf dem Default-Wert belassen.

Zu beachten ist, dass bei sämtlichen Einstellungen als Dezimaltrennzeichen kein Komma, sondern immer ein Punkt zu setzen ist.

Auswahl der Ausgabekanäle

Die vom FA-VA5 während eines Messdurchlaufs an VNWA gelieferten Daten dienen der Software als Grundlage zur Berechnung von Reflexionsdämpfung, Stehwellenverhältnis, komplexer Impedanz usw. Die Ergebnisse sind über Ausgabekanäle abrufbar, hier *Traces* genannt. Bis zu sechs davon lassen sich gleichzeitig und unabhängig voneinander im Diagramm darstellen. Als Nutzer wählt man aus, welche Messdatenkurven man in welcher Farbe sehen möchte und wie die Achseneinteilungen aussehen sollen. Dazu wählt man in der Menüleiste *Settings* → *Diagrams* → *Display* → *Traces* (Bild 58).

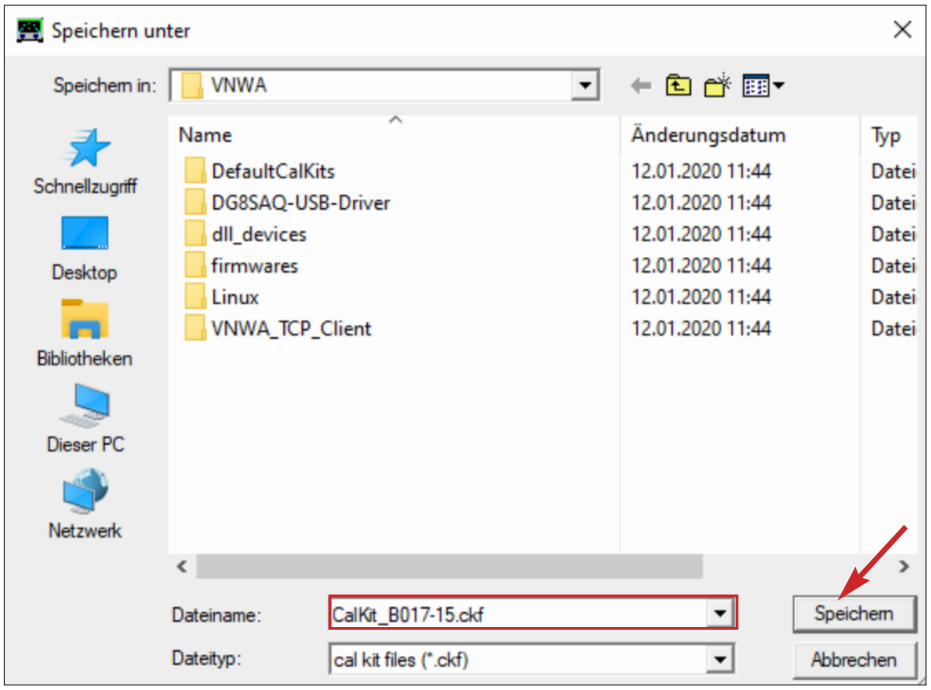


Bild 57: Nach der Eingabe eines aussagekräftigen Dateinamens wird die Datei durch einen Mausklick im vorgegebenen Verzeichnis gespeichert.

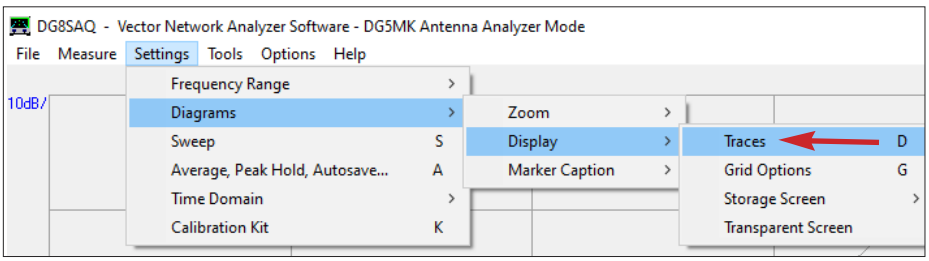
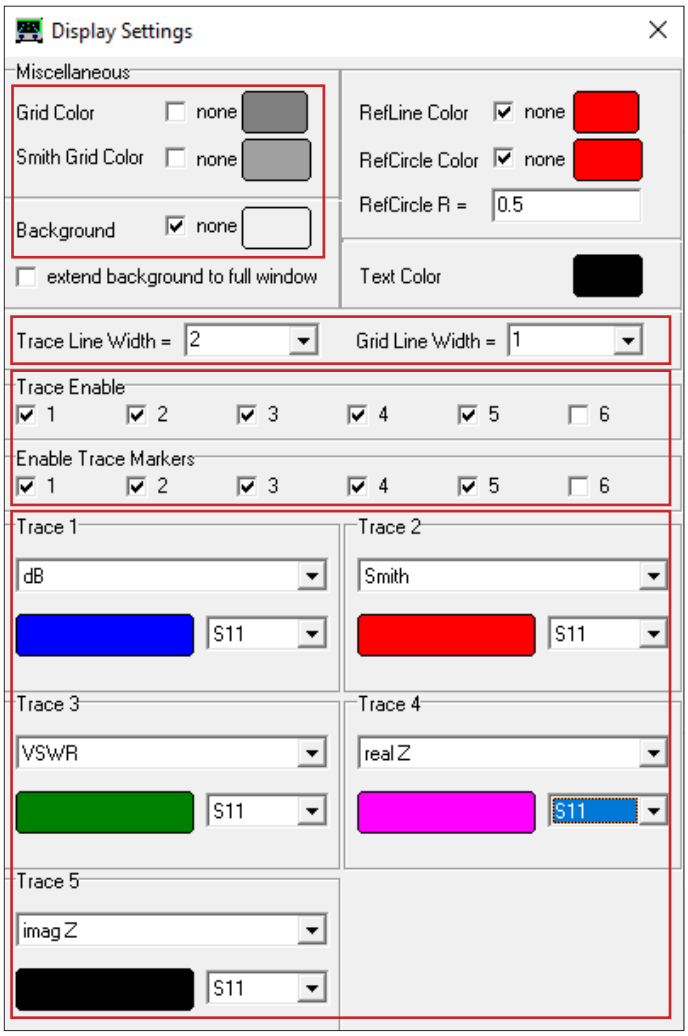


Bild 58: Die Grundeinstellungen der Messkurven lassen sich im Display-Menü Traces vornehmen.

Daraufhin öffnet sich ein Auswahlfenster gemäß Bild 59. Hier lässt sich schon vor der ersten Antennenmessung einiges vorab einstellen. Wichtige Bereiche sind im Bild rot eingerahmt und nummeriert.
Fensterbereich 1 (links oben) erlaubt die Farbwahl der Gitternetzlinien. Diese sind hier im Beispiel in Grau gehalten. Setzt man den Haken bei *none*, verschwinden die betreffenden Linien im Diagramm.
Fensterbereich 2 definiert die Strichstärken der Kurven (*Trace Line Width*) und der Gitternetzlinien des Diagramms (*Grid Line Width*). Zur Hervorhebung der Kurven empfiehlt sich eine Strichstärke größer als 1. Hier im Beispiel wurde 2 gewählt, um die Messkurve von den Gitternetzlinien etwas abzuheben..
Wichtig ist der Fensterbereich 3. Hier legt man durch Setzen des betreffenden Häkchens fest, wie viel Ausgabekanäle man maximal darstellen möchte (*Trace Enable*) und welcher Ausgabewert an einem später wahlweise eingeblendeten Frequenzmarker im Diagramm dargestellt werden soll (*Enable Trace Markers*). Im Beispiel sind fünf Ausgabekanäle mit ihren Berechnungsvorschriften eingerichtet und von allen fünf sollen die Markerwerte dargestellt werden. Diese Kanäle sind im Fensterbereich 4 näher zu definieren:
Trace 1 soll den Verlauf der Reflexionsdämpfung zeigen und eine blaue Kurve sein. Dazu sind *dB* als Rechenvorschrift und der gewünschte Blauton durch Linksklick auf das farbige Feld auszuwählen. Im Feld rechts neben der Farbwahl stellt man den Messwertspeicher *S11* ein. Dieser gilt praktisch für alle Messungen mit dem FA-VA5. Ebenso geht man bei den anderen Kurveneinstellungen vor.
Trace 2 soll den Impedanzverlauf im *Smith*-Diagramm anzeigen und rot sein, *Trace 3* das Stehwellenverhältnis VSWR als grüne Kurve anzeigen und *Trace 4* sowie *Trace 5* jeweils den Verlauf des Real- und Imaginärteils der Impedanz in violett bzw. schwarz.
Alle Kurven beziehen Ihre Daten aus dem Messwertspeicher *S11*, da die vom FA-VA5 stammenden Daten nur dort abgelegt sind.

Bild 59: Einstellmöglichkeiten im Menüfenster *Traces*



Die Einstellungen werden sofort nach der Auswahl wirksam und gespeichert. Anschießend wird das Fenster geschlossen.
In Tabelle 2 sind gebräuchliche Einstellungen für Ausgabekanäle zusammengefasst.

Diagrammdarstellung

Diese Einstellungen erreicht man über *Settings* → *Diagrams* → *Display* → *Grid Options* (Bild 60).
Die Parameter des zweidimensionalen Koordinatensystems mit x- und y-Achse werden durch Mausklick auf den „Karteireiter“ *Carthesian Grid* aufgerufen (Bild 61). Zunächst sind die Einstellungen der x-Achse vorzunehmen. Der Default-Wert *fixed Grid* führt dazu, dass die Achse immer in die festgelegte Anzahl an Teilstrichen unterteilt bleibt und ebenso viele senkrechte Linien im Diagramm dargestellt werden. In diesem Fall sind es zehn. Der Haken bei *Frequency Markings* bewirkt, dass die dazugehörigen Frequenzwerte an den Teilstrichen der x-Achse eingeblendet werden.
Auch die y-Achse ist hier in zehn Teilstriche bzw. waagerechte Linien unterteilt. Das Diagramm würde hier im Beispiel links in Dezibel für *Trace 1* (Reflexionsdämpfung) und rechts in *s*-Werten für *Tra-*

Tabelle 1: Gebräuchliche Funktionseinstellungen für Reflexionsmessungen (S_{11}) im Menüfenster *Display Settings*

	Funktion
Stehwellenverhältnis	*VSWR*
Rückflussdämpfung (Return loss)	*dB*
Smith-Diagramm	*Smith*
Impedanz, Realteil (Wirkwiderstand)	*real Z*
Impedanz, Imaginärteil (Blindwiderstand)	*imag Z*
Betrag der Impedanz	|Z|

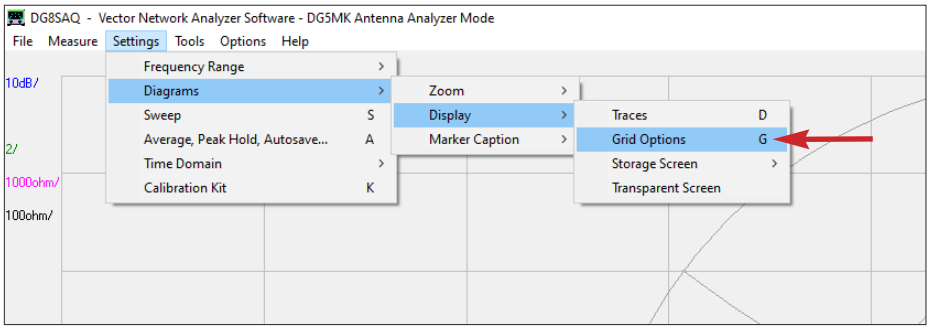


Bild 60: Die Details zur Darstellung der Diagramme und ihrer Gitternetzlinien werden im Menüpunkt *Grid Options* festgelegt

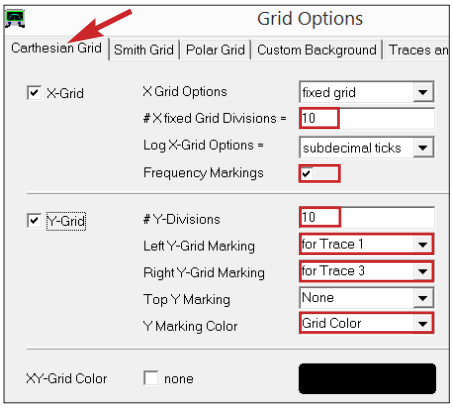


Bild 61: Mittels Mausklick auf *Carthesian Grid* erreicht man die Einstellungen für die x- und y-Achse des Koordinatensystems.

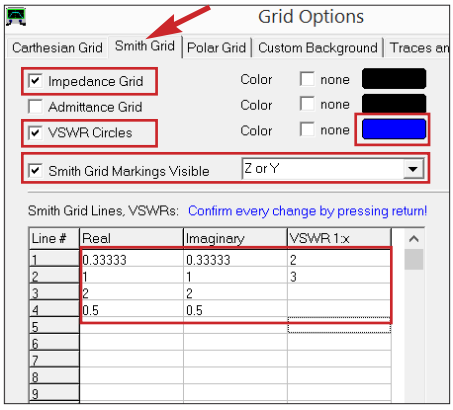


Bild 62: Der Klick auf *Smith Grid* öffnet das Einstellfenster mit den Darstellungsoptionen für das Smith-Diagramm.

ce 3 (VSWR) beschriftet sein. Wer dies nicht wünscht, wählt in diesen beiden Feldern *none*. Die Wahl *Grid Color* bei *Y Marking Color* bewirkt, dass die Beschriftung in der Farbe der Gitternetzlinien erfolgt. Man könnte hier auch die des jeweiligen Ausgabekanals wählen.

Die Darstellungsoptionen des Smith-Diagramms lassen sich durch Mausklick auf den Reiter *Smith Grid* in der Kopfleiste aufrufen (Bild 62). Im Beispiel sollen Widerstandswerte (Impedanzen) im Smith-Diagramm dargestellt werden, keine Leitwerte. Deshalb ist der Haken bei *Impedance Grid* gesetzt. Darüber hinaus sind Kreise gleicher SWV-Werte (*VSWR Circles*) in blauer Farbe gewünscht. Der Haken bei *Smith Grid Markings Visible* und die Auswahl *Z or Y* bewirken die Beschriftung des Smith-Diagramms mit Real- und Imaginärwerten in Ohm. Auf welche Werte sich die Impedanz- und SWV-Kreise beziehen sollen, ist in der Tabelle hinterlegt. So sind hier z. B. die Kreise des Realwerts der Impedanz bei 16 Ω, 50 Ω, 100 Ω und 25 Ω festgelegt. Eingegeben werden dazu die entsprechenden Werte aus dem in Bezug auf 50 Ω normierten Diagramm, in diesem Fall wären das 0,33333, 1, 2 und 0,25. Die SWV-Kreise sollen hier im Beispiel für s = 2 und *s* = 3 eingeblendet werden.

Einteilung der y-Achse

Nachdem die Ausgabekanäle und Diagrammoptionen gewählt wurden, präsentiert sich das Hauptfenster der Software ähnlich Bild 34, aber schon mit etwas mehr Beschriftungselementen. So sind die eingestellten *Traces* in der Fußzeile zu sehen (Bild 63) und die dazugehörigen Referenzmarken am rechten Rand des Diagramms (Bild 64). Deren Position sowie die Einteilung der y-Achse für jeden der vier, im kartesischen Diagramm dargestellten Ausgabekanäle sind Gegenstand des nächsten Konfigurationsschritts. Um ein Fenster wie Bild 65 zu öffnen, genügt ein Doppelklick auf die betreffende Referenzmarke am rechten Rand des Diagramms.

Bild 63: Nach dem Schließen der Einstellfenster sind die eingestellten Ausgabekanäle (*Traces*) in der Fußzeile des Diagramms sichtbar und lassen sich durch Setzen oder Löschen des dazugehörigen Häkchens ein- bzw. ausblenden.

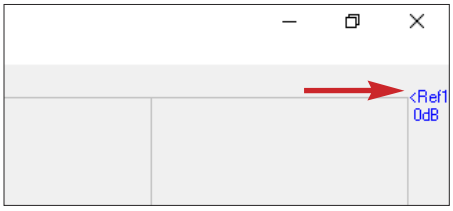


Bild 64: An der rechten Diagrammseite sind die Referenzmarken der Ausgabekanäle zu sehen, hier ein Beispiel.

Zunächst wird *Trace 1* konfiguriert (Bild 65). Dazu doppelklickt man auf *Ref1*. Hier handelt es sich um die Reflexionsdämpfung. Im Beispiel soll jeder Teilstrich 10 dB entsprechen. Deshalb werden im Feld 1 die Angaben *10 db/Div* gewählt. Rechts daneben zeigt das Programm den sich daraus ergebenden y-Achsenbereich der grafischen Darstellung an, in diesem Fall 10 dB × 10 Teilstriche = 100 dB. Feld 2 erwartet die Angabe des Pegels der Referenzlinie (Bezugswert). Hier bietet sich 0 dB an, der Wert, der bei Totalreflexion gilt. Die Position der Referenzlinie wird in Feld 3 eingestellt, in diesem Fall ist es die Ziffer 9. Diese besagt, dass auf dem von unten mit Null beginnend gezählten, neunten Teilstrich die Referenzlinie verläuft. Einerseits „klebt" damit die Nulllinie nicht am oberen Diagrammrand, andererseits lassen sich bei dieser Lage der Bezugslinie „nur noch" maximal 90 dB nach unten hin darstellen. Reflexionsdämpfungswerte in dieser Größenordnung treten aber in der Praxis kaum auf.

Hier wird auch gleichzeitig der Spielraum deutlich, den man mit den Einstellwerten hat. So ließe sich die Anzeigegenauigkeit hier noch steigern, wenn man einen geringeren Wert pro Teilstrich einstellt. Die praktischen Grenzen dürfte dann die Messgenauigkeit der Hardware setzen. Alle übrigen Angaben im Auswahlfenster bleiben unverändert.

Trace 3 ist die SWV-Kurve (Bild 66). Hier gelten prinzipiell die gleichen Überlegungen wie bei *Trace 1*. Man erreicht das Auswahlfenster durch Doppelklick auf *Ref3* am rechten Rand des Diagramms.

Der Referenzwert soll *s* = 1 sein und der Abstand zwischen den Teilstrichen eben-

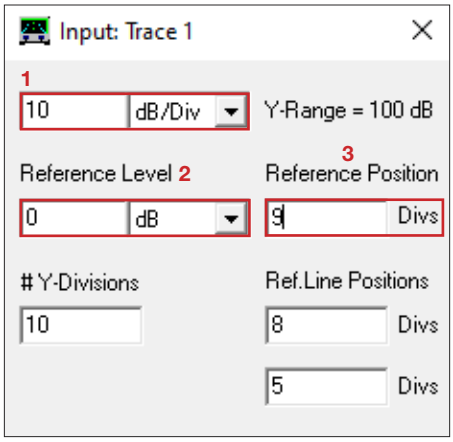


Bild 65: Grafische Einstellungen für die Reflexionsdämpfung, *Trace 1*

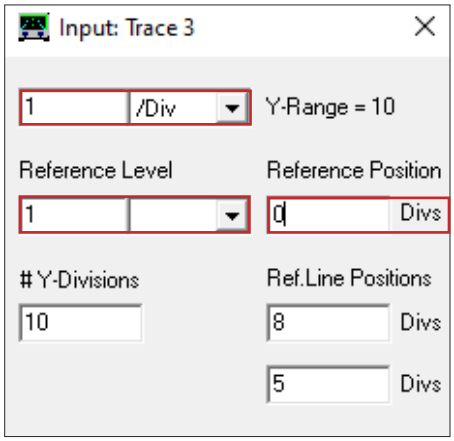


Bild 66: Grafische Einstellungen für das Stehwellenverhältnis, *Trace 3*

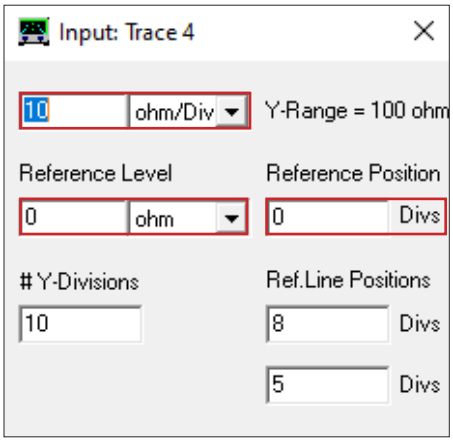


Bild 67: Grafische Einstellungen für den Realteil der Impedanz, *Trace 4*

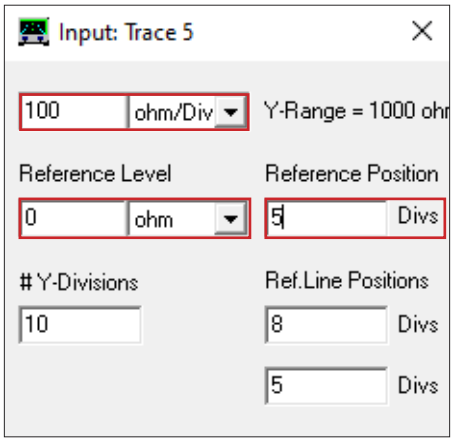


Bild 68: Grafische Einstellungen für den Imaginärteil der Impedanz, *Trace 5*

falls 1 betragen, damit man auch geringe Änderungen noch gut erkennen kann. Die Referenzlinie soll auf dem ersten Teilstrich liegen, von unten betrachtet. Das SWV ist einheitslos. Demnach stellt man die Werte *1 /Div*, *Referenz Level: 1* und *Reference Position: 0 Divs* ein. Darstellbar sind damit SWV-Werte zwischen 1 und 11. *Trace 4* stellt den Realteil der Impedanz dar (Bild 67). Fürs Erste zweckmäßig sind 10 Ω pro Teilstrich, ein Referenzwert von 0 Ω und die Bezugslinie auf dem unteren Rand des Diagramms. Dies bedeutet, dass folgende Werte eingestellt werden: *10 ohm/Div, Referenz Level: 0 ohm* und *Reference Position: 0 Divs*.

Damit sind maximal 100 Ω Realteil im Diagramm darstellbar. Falls man bei seiner Messung höhere Werte erwartet, stellt man z.B. *50 ohm/Div* ein und erhält dann einen darstellbaren Wertebereich bis 500 Ω. Den Imaginärteil der Impedanz stellt *Trace 5* dar (Bild 68). Auch hier soll der Wert 0 Ω die Bezugslinie bilden. Da der Imaginärteil sowohl positiv als auch negativ sein kann, empfiehlt es sich, die Nulllinie in die Mitte des Diagramms zu legen.

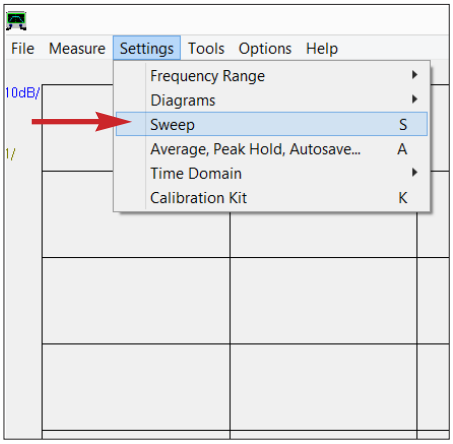


Bild 69: Grundeinstellungen eines Mess- oder Kalibrierdurchlaufs lassen sich im Display-Menü *Sweep* vornehmen.

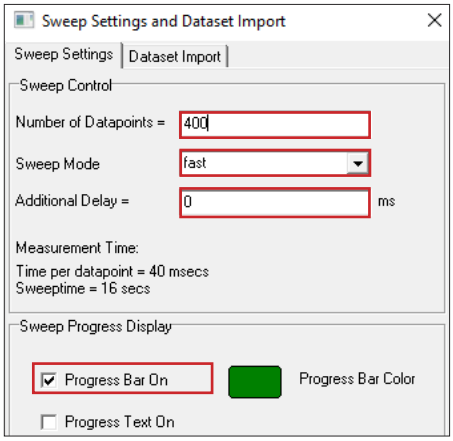


Bild 70: Hier lassen sich die Anzahl der Abtastpunke und die Messgenauigkeit festlegen.

Deshalb stellt man die Werte *100 ohm/Div*, *Referenz Level: 0 ohm* und *Reference Position: 5 Divs* ein. Darstellbar sind damit Imaginäranteile zwischen –j 500 Ω und +j 500 Ω.

Messgenauigkeit und -frequenz

Die Software VNWA ist für Mehrfrequenzmessungen konzipiert, d.h. es werden beim Messen ein vom Nutzer definierter Frequenzbereich durchlaufen und in bestimmten Frequenzabständen Messwerte ermittelt und gespeichert. Wie groß diese Abstände sind, legt der Nutzer ebenfalls fest, indem er die Zahl der Abtastpunkte einstellt. Daraus folgt: Je schmaler der eingestellte Messfrequenzbereich und je höher die Zahl der eingestellten Abtastpunkte, desto geringer ist der Frequenzabstand zwischen diesen Punkten und desto präziser folglich die Messung. Andererseits steigt der Zeitbedarf für einen Messdurchlauf, wenn man die Anzahl der Messpunkte erhöht. Für überschlägige Messungen mit hinreichender Genauigkeit haben sich 400 Abtastpunkte bewährt.

Man erreicht die Einstellung dieser Parameter über *Settings → Sweep* (Bild 69). Das aufgerufene Fenster hat zwei „Karteireiter". Zunächst wird jener angeklickt, der mit *Sweep Settings* beschriftet ist (Bild 70). Wie bereits erwähnt, ist zunächst bei *Number of Datapoints* der Wert *400* zu wählen. Dieser ist zumeist ein guter Kompromiss zwischen Messdauer und Genauigkeit. *Sweep Mode* erlaubt die Einstellungen *fast*, *standard* und *precise*, also *schnell*, *Standard* und *genau*. Im Beispiel wurde *fast* gewählt, um die Messzeit gering zu halten. Der Verlust an Genauigkeit wird dabei hingenommen. Messungen in den anderen beiden Modi dauern deutlich länger.

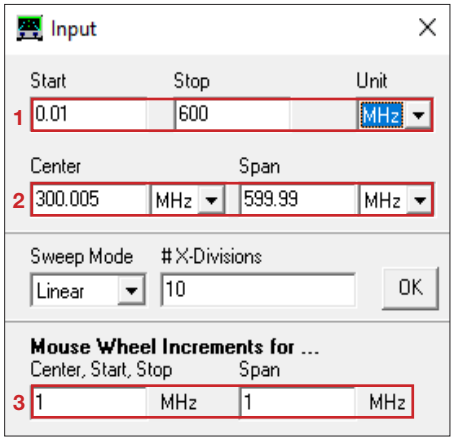


Bild 71: Es gibt mehrere Möglichkeiten der Messbereichseingabe; hier wurde z.B. ein Bereich von 10 kHz bis 600 MHz eingestellt.

Der gesetzte Haken bei *Progress Bar On* bewirkt, dass während des Messdurchlaufs ein schmaler grüner Fortschrittsbal-

Tabelle 2: Wichtige Diagrammeinstellungen und Wege, um sie zu erreichen

Einstellung	Weg übers Menü	Alternativer Weg
Schnittstelle zum FA-VA5	Options → Setup	
Auswahl und Darstellung der Messkanäle (Traces)	Settings → Diagrams → Traces	Taste D
Kalibriermenü	Measure → Calibrate	Taste C
Parameter des Messdurchlaufs (Sweep Settings)	Settings → Sweep	Taste S
Einstellungen des rechtwinkligen Diagramms	Settings → Digrams → Display → Grid Options → Carthesian Grid	Taste G und Fensterauswahl
Einstellungen des Smith-Diagramms	Settings → Digrams → Display → Grid Options → Smith Grid	Taste G und Fensterauswahl

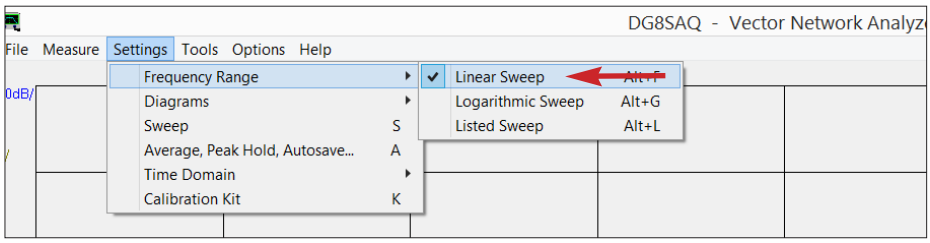


Bild 72: Für viele Messungen ist die lineare Einteilung der Frequenzachse beim Messdurchlauf sinnvoll.

ken am unteren Rand des Diagramms sichtbar ist. Seine Farbe ist in diesem Fall grün. Sie lässt sich im Feld *Progress Bar Color* ändern.

Über *Settings* → *Frequency Range* kann man einstellen, ob die Messung bzw. Messwertdarstellung bei linearer oder logarithmischer Einteilung der x-Achse erfolgen soll (Bild 72). Hier im Beispiel wurde *Linear Sweep* gewählt, je nach Messung kann auch die logarithmische Darstellung sinnvoll sein. Ein Messdurchlauf mit logarithmisch geteilter Frequenzachse dauert deutlich länger. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Einstellung der Messfrequenz.

Die x-Achse des Diagramms (siehe Bild 73) ist links mit der Startfrequenz (Start) und rechts mit der Stoppfrequenz (*Stop*) beschriftet. Mittig sind die Mittenfrequenz (*Center*) und der erfasste Frequenzbereich (*Span*) dargestellt. Letzterer ist die Differenz zwischen Start- und Stoppfrequenz. Führt man einen Doppelklick auf einen dieser Werte im Diagramm aus, öffnet sich ein Fenster gemäß Bild 71. Hier hat man mehrere Möglichkeiten zur Messbereichseingabe. In die mit *1* markierten Felder gibt man Start- und Stoppfrequenzwert ein, nachdem man zuvor die Einheit *Hz*, *kHz* oder *MHz* gewählt hat. Die Werte für *Center* und *Span* berechnet die Software automatisch.

Hinweis: Als Dezimaltrennzeichen ist der Punkt zu verwenden!

Alternativ lassen sich in die mit *2* markierten Felder die Mittenfrequenz (*Center*) und der Frequenzmessbereich (*Span*) eingeben. In diesem Fall berechnet die Software die sich daraus ergebende Start- und Stoppfrequenz. Falls sich aus der Berechnung unbeabsichtigt ein negativer Wert für die Startfrequenz ergibt, ist dieser Fehler im Messdiagramm des Hauptfensters rot hinterlegt und muss durch Eingabe des richtigen Werts korrigiert werden.

VNWA bietet noch eine weitere Möglichkeit der Frequenzeinstellung: Fährt man im Messdiagramm mit dem Mauszeiger auf einen der zuvor genannten Frequenzwerte, lässt sich die betreffende Frequenz auch mithilfe des Scrollrads ändern. Welche Schrittweite dabei wirksam ist, wird in den in Bild 71 mit *3* markierten Feldern festgelegt. Im Beispiel beträgt die Frequenzänderung 1 MHz je Rastschritt der Scrollrads.

In Bild 73 ist abschließend ein Messbeispiel dargestellt, in dem einige wichtige Diagrammelemente nochmals erläutert werden. *support@funkamateur.de*

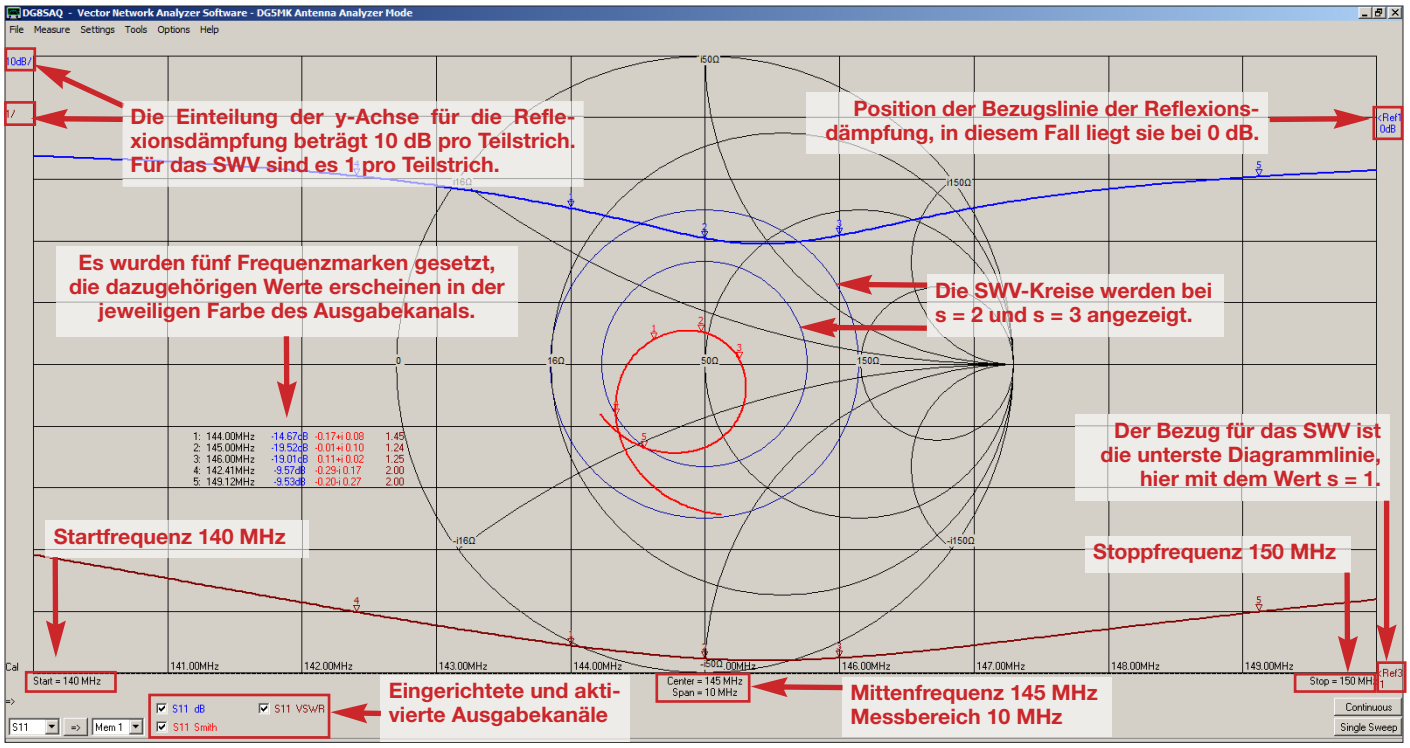


Bild 73: Beispiel für eine Messwertanzeige mit Erläuterung einiger wichtiger Diagrammelemente; hier wurde die Anschlussimpedanz einer 2-m-Vertikalantenne einschließlich 8 m Speisekabel gemessen.
Screenshots: FA-Leserservice

Literatur und Bezugsquellen:

[1] Knitter, M., DG5MK: Vektorieller Antennenanalysator FA-VA5 für 10 kHz bis 600 MHz. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 4, S. 322–326, H. 5, S. 436–441

[2] FUNKAMATEUR-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; *www.funkamateur.de* → *BX-245-SOL*

[3] Baier, T., DG8SAQ: VNWA-Software. *www.sdr-kits.net* → *DG8SAQ VNWA 3* → *Software & Documentation*

[4] Treiber-Downloadseite für USB-UART-Bridge, CP210X: *www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers*

[5] Palme, G.: Messen mit dem Vektor-Netzwerkanalysator VNWA2/VNWA3, Band 1. Eigenverlag, Dortmund, 2018; Bezug: FA-Leserservice *Z-0036*