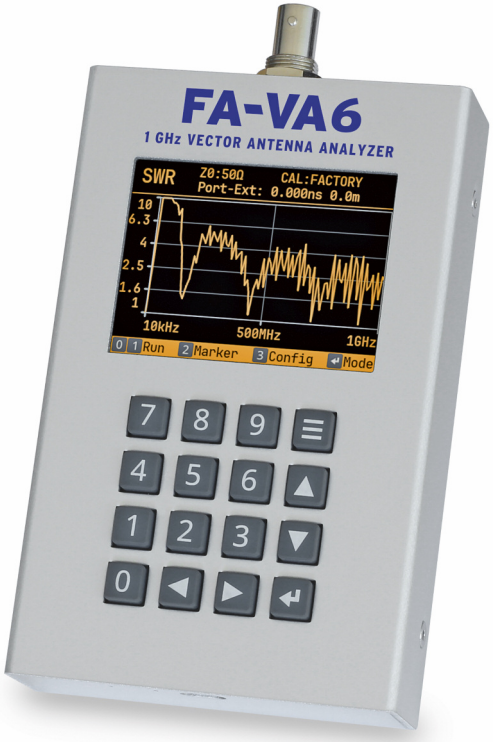
FUNK AMATEUR

Vektorieller Antennenanalysator FA-VA6

Bausatz für einen einfach zu bedienenden, vektoriellen Antennenanalysator für den Frequenzbereich von 10 kHz bis 1 GHz



Bau- und Bedienungsanleitung

Version Deutsch 1.0 vom 3.7.2025
© Michael Knitter, DG5MK

Vorwort

Vielen Dank, dass Sie sich für den FA-VA 6 entschieden haben! Beim FA-VA6 handelt es sich um ein hochwertiges Messgerät, mit dem viele Messaufgaben im Amateur- und professionellen Bereich durchgeführt werden können. Seine Anwendung geht über die Messung der Antennenimpedanz weit hinaus. So lassen sich unter anderem auch die Länge und verschiedene Parameter von Kabeln bestimmen. Elektronische Bauteile können hinsichtlich ihrer Eignung bei Zielfrequenzen untersucht und die einwandfreie Funktion von Antennenzuleitungen und anderen Kabeln, einschließlich Adaptern, verifiziert werden.
Der FA-VA6 wendet sich sowohl an Einsteiger, als auch an professionelle Anwender. Der Einsteiger kann gängige Messungen direkt nach dem Aufbau durchführen, da der FA-VA6 über eine werksseitige Kalibrierung verfügt. Dem professionellen Anwender bieten sich zusätzlich umfangreiche Möglichkeiten der Anpassung und Kalibrierung.
Die Bedienung des FA-VA6 ist intuitiv. Eine Anwenderschnittstelle erster Klasse mit einer professionellen Tastatur und einem hellen, hochwertigen Display wird um eine Software mit unterbrechungsfreier, fließender Interaktion ergänzt.
Für die Dokumentation von Messergebnissen, aber auch für sehr fortgeschrittene Messungen und Analysen, steht die umfangreiche Software VNWA zur Verfügung, die kaum Wünsche offen lassen dürfte.
Der FA-VA6 verwendet einen Lithium-Ionen-Akkumulator mit hoher Ladekapazität, was zu einer langen Laufzeit führt. Bitte lesen Sie die Sicherheitshinweise zur Handhabung von Lithium-Ionen Akkumulatoren!
Der Aufbau des Gerätes sollte schnell erledigt sein, da nur noch wenige Bauteile zu löten und zu montieren sind. Danach kann es gleich losgehen, siehe Kapitel *Schnellstart*. Vieles kann auch einfach ausprobiert werden. Der FA-VA6 ist als robustes Gerät ausgelegt. Eine Fehlbedienung kann nicht zu einem Schaden führen. Lediglich bei einem Fremdsignal oder einer Fremdspannung an der Messbuchse ist etwas mehr Vorsicht geboten.
Wenn Sie gute Ideen für weitere Applikationen haben, am besten gleich verbunden mit den mathematischen Grundlagen, dann können Sie diese gerne über *dg5mk@darc.de* adressieren. Wir versuchen diese dann ggf. mit einer neuen Firmware-Version umzusetzen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude mit Ihrem FA-VA6!

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Inhaltsverzeichnis

Vorwort **1**

Inhaltsverzeichnis **2**

Sicherheitshinweise **4**

Technische Daten **5**

Bauanleitung **7**
- Benötigtes Werkzeug 7
- Demontage der Platine 7
- Vorbereitung des Gehäuses 8
- Einlöten der Akkuhalterung 8
- Einsetzen des Akkumulators 9
- Montage der Platine 10

Bedienungsanleitung **11**
- Schnellstart 11
  - *Navigation* 11
  - *Einschalten* 11
  - *Sprachumstellung* 11
  - *Auswahl Multifrequenz-Betriebsmodus* 11
  - *Anpassung des Frequenzbereichs* .. 11
  - *Ablesen der Werte* 12
- Ausschalten des FA-VA6 13
- Kennenlernen des FA-VA6 13
  - *Funktionsprinzip* 13
- Rund um den FA-VA6 15
- Laden des Akkumulators 16
- Interaktionsmodell 16
  - *Einfache Navigation* 16
  - *Kontextbezogene Funktionen* 16
  - *Durchgängiges Einstellungskonzept* 16
- Referenz der Tastenbelegung 16
- Zahleneingabefeld 18
- Auswahlfeld 18
- Ein- und Ausschalten des Geräts 18
- Menüsystem und Hauptmenü 19
- Einstellungsmenü 19
- Menü Erweiterte Einstellungen 20
- Einzelfrequenz-Betriebsmodus 21
  - *Stehwellenverhältnis SWV* 21
  - *Impedanz Z* 22
  - *Streuparameter S11* 22
  - *LCR-Meter* 23
  - *Detailansicht* 23
  - *Hilfe-Funktion* 24
  - *Konfiguration* 24
- Multifrequenz-Betriebsmodus 26
  - *Stehwellenverhältnis SWV* 27
  - *Impedanz Z* 27
  - *Streuparameter S11 als Smith-Diagramm* 28
  - *Streuparameter S11 in dB* 29
  - *Detailansicht* 29
  - *Hilfe-Funktion* 29
  - *Konfiguration* 29
- Zeitbereich-Betriebsmodus 31
  - *Impulsantwort* 32
  - *Impulsantwort in Dezibel* 33
  - *Sprungantwort* 33
  - *Sprungantwort Impedanz Z* 34
  - *Detailansicht* 34
  - *Hilfe-Funktion* 34
  - *Konfiguration* 34

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Applikationen....36
5-Band SWV....36
Kabel-Länge....37
Kabel-Verkürzung....37
Kabel-Impedanz....38
Kabel-Verlust....38
USB-Modus....38
Frequenzgenerator....39
Uhr....39
SOL-Kalibrierung....39
Speichern und Laden von Datensätzen....41
Messbeispiele....43
Fehlstellenmessung an einer Antennenzuleitung....43
Parameter-Messung eines Kabels....44
Messung an einer Spule....45
SWV-Messung an einer Magnetantenne....47
Aktualisierung der Firmware....48
Pflegehinweise....48

VNWA-Software für den FA-VA6.... 49
PC-Anschluss des FA-VA6....49
Installation von VNWA....50
Anbindung des FA-VA6 an VNWA....51
Import von Datensätzen....52
FA-VA6 als USB-Messvorsatz....55
Schritt 1: Festlegung der Messparameter....55
Schritt 2: Kalibrierung....56
Schritt 3: Durchführung der Messung....57

Anhang....61
USB-Protokoll....65
Messprotokoll....66
Bausatz SOL-Kalibrierelemente....66
Open-Element....66
Short-Element....67
Load-Element....67
Funktionstest....68
Versionsgeschichte....68

Index....70

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Sicherheitshinweise

– Der verwendete Akkumulator darf unter keinen Umständen kurzgeschlossen werden! Lithium-Ionen-Akkumulatoren erzeugen hohe Kurzschlussströme. Es besteht akute Brandgefahr.
– Der FA-VA6 ist ein empfindliches Messgerät und für die Messung an passiven Komponenten konzipiert. Elektrostatische Aufladungen an nicht geerdeten Antennen sind vor der Messung durch Kurzschluss gegen Masse zu entladen. Bei angeschlossener Antenne sollte nicht im näheren Umfeld gesendet werden, da Einkopplungen über die angeschlossene Antenne den Messeingang beschädigen könnten.
– Der FA-VA6 erzeugt ein Messsignal mit relevantem Pegel, welches gegebenenfalls über angeschlossene Messobjekte wie Antennen abgestrahlt wird. Messungen sind daher auf die unbedingt erforderliche Dauer zu beschränken.
– Die Lade- und Schutzelektronik des FA-VA6 ist für den in den technischen Daten angegebenen Akkumulator-Typ ausgelegt. Die Verwendung von anderen Akkumulatoren kann zu Schäden am Gerät oder Akkumulator führen. Akkumulatoren geringerer Kapazität könnten durch einen zu hohen Ladestrom gegebenenfalls überhitzt werden. Es besteht Brandgefahr. Akkumulatoren geringerer Ladeschlussspannung könnten gegebenenfalls überladen werden, wodurch wiederum eine Überhitzung mit Brandgefahr auftreten kann.
– Der verwendete Akkumulator ist ausschließlich im FA-VA6 aufzuladen, da externe Ladegeräte gegebenenfalls nicht auf den speziellen Akkumulator-Typ ausgelegt sind.
– Sollte der verwendete Akkumulator mechanische Deformationen oder Schäden jeglicher Art aufweisen, ist dieser fachgerecht zu entsorgen und gegen einen neuen Akkumulator des gleichen Typs auszutauschen.
– Der FA-VA6 sollte nur in den in den technischen Daten angegebenen Temperaturbereichen gelagert und betrieben werden.
– Der FA-VA6 ist nur für Lagerung und Gebrauch in trockener Umgebung ausgelegt.
– Für eine fachgerechte Entsorgung des Gerätes oder des verwendeten Akkumulators sind die vorhandenen Entsorgungsstellen zu nutzen.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Technische Daten

Tabelle 1: Technische Daten

Bauteil	Anmerkung
Frequenzbereich	10 kHz bis 1 GHz (Auflösung 1 Hz)
Messergebnis Einzelfrequenz	SWV, Streuparameter S11, Betrag und Phase S11, Rückflussdämpfung (Return Loss), Fehlanpassungsverlust (Missmatch Loss), Impedanz Z nach Real- und Imaginärteil, Betrag und Phase der Impedanz, Widerstand, Kapazität, Induktivität und Güte für serielles und paralleles Ersatzschaltbild der Impedanz
Messergebnis Multifrequenz	SWV, Impedanz Z nach Real- und Imaginärteil, Streuparameter S11 als Smith-Chart, Streuparameter S11 in dB, alle Werte aus Einzelfrequenz an der Position des Markers
Messergebnis 5-Band	SWV
Längenbereiche Zeitbereich (TDR)	6,3 m, 12,6 m, 25,3 m, 50,6 m, 101,3 m, 202,7 m (bei Verkürzungsfaktor 0,66)
Messergebnis Zeitbereich (TDR)	Impulsantwort über Länge, Impulsantwort in dB über Länge, Sprungantwort über Länge, Sprungantwort Betrag der Impedanz über Länge
Auflösung Zeitbereich (TDR)	benachbarte Störstellen: 0,5 ns, entspricht 0,1 m bei VF = 0,66 einzelne Störstellen: < 0,05 ns, entspricht 0,01 m bei VF = 0,66
Aktuelle Applikationen	Kabellänge nach bekanntem Verkürzungsfaktor (Velocity Factor) Verkürzungsfaktor nach bekannter Kabellänge Wellenwiderstand des Kabels (charakteristische Impedanz) Kabeldämpfung bei 10 MHz, 30 MHz, 50 MHz, 100 MHz, 200 MHz
Anzeige	320 × 240 Pixel, 2,8"-IPS-TFT-Farbdisplay mit 1000 cd/m^2 Leuchtstärke, Bildwiederholrate (je nach Anwendung) 60 … 120 Hz
Dynamikumfang Messkette	jeweils bis 200 MHz, 200 MHz bis 600 MHz, 600 MHz bis 1 GHz Modus Präzise: > 80 dB / 69 dB / 57 dB Modus Ausgewogen: 80 dB / 64 dB / 54 dB Modus Schnell: 80 dB / 60 dB / 51 dB
Frequenzstabilität	0,5 ppm
Signalverarbeitung	24-Bit-ADU, 32-Bit-DSP, 64-Bit-Berechnung
Messeingang	BNC-Buchse 50 Ω

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Bauteil	Anmerkung
Ausgangssignal	rechteckförmig
	f = 1 MHz, R-Last = 50 Ω
	P_1 = 3,2 dBm (1. Harmonische, Grundwelle)
	P_2 = –6,4 dBm (3. Harmonische)
	P_3 = –10,9 dBm (5. Harmonische)
	f = 200 MHz, R-Last = 50 Ω
	P_1 = 2,1 dBm (1. Harmonische, Grundwelle)
	P_2 = –10,0 dBm (3. Harmonische)
	P_3 = –17,6 dBm (5. Harmonische)
Firmware	neue Versionen kostenfrei, Update via USB
Betriebsstrom und -zeiten	260 mA, ca. 12 h, 100 % Helligkeit
	165 mA, ca. 19 h, 50 % Helligkeit
	130 mA, ca. 24 h, 30 % Helligkeit
	ca. 42 µA, ausgeschalteter Zustand inkl. Echtzeituhr
Aktuell unterstützte Sprachen	Deutsch, Englisch
Spannungsversorgung	Lithium-Ionen-Industriezelle 18650
Akkumulator-Typ	Panasonic NCR18650BD 3,6 V/3180 mAh
Akkumulator-Schutz	gegen Verpolung, Überladung, Tiefentladung, Kurzschluss, Ladung außerhalb des Betriebstemperaturbereichs
Akkumulator-Ladung	über USB und eingebautem CI-CV-Laderegler mit Lastausgleich, gleichzeitiger Betrieb des Gerätes möglich
Betriebs- und Lagertemperatur	–20 … 60 °C
Abmessungen	135 mm × 85 mm × 28 mm (L × B × H), ohne Tastatur und BNC-Buchse
Gewicht	270 g inkl. Akkumulator

Technische Änderungen am Gerät und daraus resultierende Änderungen der technischen Daten sind vorbehalten.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Bauanleitung

Der Bausatz des FA-VA6 besteht aus nur wenigen Einzelteilen, sodass dieser durch einen geübten Anwender in kurzer Zeit fertiggestellt werden kann. Die Platine, Tastatur und Display sind bereits vormontiert und vollständig auf Funktionalität getestet; ein Messprotokoll ist beigefügt.

Der beiliegende Bausatz für SOL-Kalibrierelemente muss nur bei Bedarf aufgebaut werden. Als Alternative bietet sich die Beschaffung von fertigen SOL-Kalibrierelementen an. Beim Anbieter des FA-VA6 ist dazu ein hochwertiges Set SOL-Kalibrierelemente verfügbar, welches individuell ausgemessen ist und dessen Parameter sich im FA-VA6 eingeben lassen. Schließlich ist der Betrieb des FA-VA6 auch ohne Kalibrierelemente möglich, da dieser bereits eine werksseitige Kalibrierung enthält. Für die Nutzung einiger fortgeschrittener Funktionen sind jedoch Kalibrierelemente erforderlich.

Es wird empfohlen, zunächst die Vollständigkeit des Bausatzes anhand der Stückliste des Anhangs zu überprüfen und sich mit dem Gesamtablauf des Aufbaus vertraut zu machen.

Bild 1 zeigt einen fertig montierten FA-VA6 im ausgeschalteten Zustand.

Verfügbare Ergänzungen und Hilfestellungen zu Aufbau und Bedienung werden bei Bedarf auf den Webseiten des Anbieters [1] oder des Entwicklers [2] veröffentlicht.

■ Benötigtes Werkzeug

Für den Aufbau werden zusätzlich zu den Bausatzkomponenten benötigt:

– ein temperaturgeregelter Lötkolben mittlerer Leistung (60 W bis 80 W)
– bleifreies Lötzinn 0,5 mm bis 1 mm mit Flussmittelseele

Für den Aufbau der beiliegenden SOL-Kalibrierelemente sind erforderlich:

– Elektronik-Seitenschneider
– Flachzange
– Kleiner Schlitzschraubendreher

■ Demontage der Platine

Für den Transport wurde die Platine in das Gehäuse eingelegt und mit Schrauben befestigt. Daher sind zunächst die Schrauben



Bild 1: Aufgebauter FA-VA6

der Gehäuseoberschale mit dem beigelegten Biteinsatz zu entfernen. Nach Abnahme der Gehäuseoberschale werden mit dem beigelegten Biteinsatz die Schrauben zur Befestigung der Platine entfernt. Die Platine wird nunmehr, beginnend mit der Seite der USB-Buchse, nach oben geklappt. Dazu ist die USB-Buchse aus dem unteren Teil des Gehäuses auszurasten.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Dies geschieht durch leichten Druck mit dem Daumen nach außen gegen die Gehäuseunterwand. Sobald die USB-Buchse frei ist, kann die Platine nach oben ausgeklappt und aus dem Gehäuse entnommen werden.

■ Vorbereitung des Gehäuses

Das Gehäuse besteht aus einer bedruckten Ober- und einer Unterschale, welche durch vier Senkkopfschrauben seitlich miteinander verbunden werden.



Bild 2: Unterschale mit montierten Gummifüßen

Von der Unterschale ist zunächst die Schutzfolie, soweit noch vorhanden, beginnend an einer Ecke, langsam abzuziehen. Aufgrund des Laserschnitts verbleiben möglicherweise an den Rändern Schutzfolienreste. Diese lassen sich sehr einfach mit einem Baumwolllappen oder Einwegtüchern unter Zuhilfenahme eines Mehrzweckөls, wie WD-40, entfernen. Der Kontakt des Reinigungsmittels mit dem Aufdruck der Oberschale sollte vermieden werden, da das Mittel möglicherweise den Druck angreifen könnte. Weiterhin könnte das Reinigungsmittel möglicherweise die bereits eingeklebten Isolationspuffer an der Unterseite der Oberschale ablösen. Diese Puffer sind sicherheitsrelevant, siehe weiter unten, und dürfen auf keinen Fall entfernt werden! Die Unter- und gegebenenfalls auch die Oberschale sollten anschließend gründlich unter fließendem Wasser unter Zuhilfenahme von handelsüblichem Spülmittel gereinigt und anschließend getrocknet werden.

Am Gehäuse sind nunmehr die Gummifüße zu montieren. Dazu werden diese mit der spitzen Seite voraus von unten in die Löcher der Unterschale eingeführt und anschließend mit festem Zug an der spitzen Seite per Finger oder Zange in die Löcher eingerastet. Bild 2 zeigt die Unterschale mit montierten Gummifüßen.



Bild 3: Vorderseite der Platine nach dem Einsetzen der Akkuhalterung auf der Rückseite

■ Einlöten der Akkuhalterung

Die Platine ist durch Einlöten der Akkuhalterung zu vervollständigen. Dazu ist diese, soweit noch nicht geschehen, auf der Vorderseite der Platine einzusetzen. Die Lage ist aufgrund von Sperrnoppen an der Fassung eindeutig. Durch leichten

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

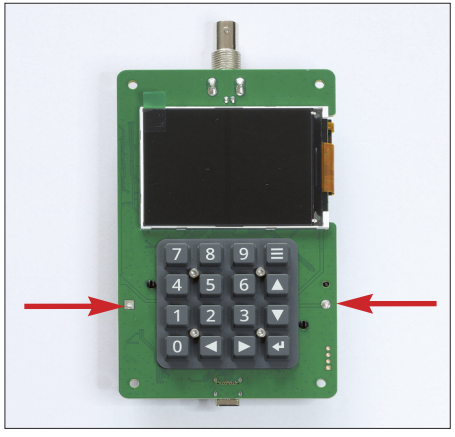


Bild 4: Vorderseite der Platine mit verlöteter Akkuhalterung

Druck an beiden Enden der Halterung rastet diese in die Platine ein. Bild 3 zeigt die Vorderseite der Platine nach Einsetzen der Akkuhalterung. Die zu verlötenden Anschlüsse befinden sich links und rechts der Tastatur.

Die Lötanschlüsse der Akkuhalterung wurden gekürzt, sodass diese nicht über die Platine hinausragen. Grund ist die erforderliche Isolation gegenüber dem Metallgehäuse. In die Gehäuseoberschale sind, wie bereits aufgeführt, Isolationspuffer aus Kunststoff eingeklebt. Beide Maßnahmen stellen sicher, dass ein direkter Kontakt zwischen dem Metallgehäuse und den Polen des Akkumulators ausgeschlossen ist.

Daher sind die Lötstellen der Akkuhalterung möglichst flach auszuführen. Mit dem Lötkolben wird das jeweilige Anschlussloch der Platine erhitzt. Durch Zuführen von Lötzinn in das Loch des Pads hinein fließt das Zinn in das Anschlussloch und verbindet sich mit den Anschlüssen der Akkuhalterung. Die Zufuhr des Zinns ist zu beenden, sobald das Anschlussloch aufgefüllt ist. Bild 4 zeigt die Vorderseite der Platine nach Verlöten der Akkuhalterung.

■ Einsetzen des Akkumulators

Achtung! Die Pole des Lithium-Ionen Akkumulators dürfen unter keinen Umständen kurzgeschlossen werden! Ein Kurzschluss führt zu akuter Brandgefahr!

Der Akkumulator ist polrichtig in die Akkuhalterung einzusetzen. Der Pluspol ist sowohl auf der Akkuhalterung, als auch auf der Platine deutlich gekennzeichnet. Auf dem Akkumulator selbst ist die Polung beim Schriftzug „+NCR18650–“ zu beachten. Die großen schwarzen Balken sind NICHT der Minuspol! Der Minuspol des Akkumulators lässt sich auch an der großen flachen Metallseite identifizieren. Der Pluspol ist kleiner und mit einer Isolierscheibe ausgeführt.

Durch leichten Druck rastet der Akkumulator in die Halterung ein. Der FA-VA6 besitzt einen Schutz gegen Verpolung des Akkumulators. Sollte dieser doch einmal falsch herum eingesetzt worden sein, so ist er vorsichtig durch wechselseitiges Aushebeln mit dem Fingernagel oder einem Werkzeug aus Kunststoff aus der Halterung zu entnehmen und dann polrichtig einzusetzen.

Nach Einsetzen des Akkumulators sind die Pole des Akkumulators, die Anschlüsse der Akkuhalterung und auch die Lötpunkte auf der Rückseite der Platine als kritische Punkte zu betrachten. Diese dürfen weder mit Masse, noch mit anderen Metallteilen verbunden werden. Der FA-VA6 besitzt eine Akkuschutzschaltung im Massezweig. Der Minuspol des Akkumulators ist daher NICHT gleich der Masse der Platine und des Gehäuses. Die Platine selbst und deren Masse sind aufgrund der Schutzschaltung weitestgehend geschützt.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

■ Montage der Platine

Die Montage der Platine geschieht in umgekehrter Reihenfolge zur oben genannten Demontage. Die Platine wird von oben in die Gehäuseunterschale mit der BNC-Buchse zuerst eingeführt und abgesenkt. Die USB-C-Buchse stößt dabei an den unteren Rand der Gehäuseunterschale. Zur Montage wird wiederum durch leichten Druck mit dem Daumen nach außen das untere Blech der Gehäuseunterschale leicht weggebogen, sodass die USB-Buchse in die Vertiefung einrasten kann.

Die Platine wird dann mittels der vier Zylinderkopfschrauben unter Zuhilfenahme des beigelegten Biteinsatzes locker befestigt. Nach Auflegen der Unterlegscheibe und mäßigem Festschrauben der Mutter der BNC-Buchse per Hand können die vier Zylinderkopfschrauben etwas fester angezogen werden. In der Regel reicht ein leichtes Anziehen per Hand.

Nach Abziehen der Displayschutzfolie wird die Gehäuseoberschale aufgelegt und mittels der vier Senkkopfschrauben unter Zuhilfenahme des beigelegten Biteinsatzes befestigt. Auch hier reicht in der Regel ein leichtes Anziehen per Hand völlig aus.

■ Inbetriebnahme

Wie weiter oben beschrieben, verfügt der FA-VA6 über eine Schutzschaltung für den Akkumulator. Nach erstmaligem Einlegen eines Akkumulators ist die Schutzschaltung aus Sicherheitsgründen verriegelt. Zur Entriegelung muss der FA-VA6 einmalig per USB-Kabel mit Strom versorgt werden.

Da Lithium-Ionen-Akkumulatoren vorgeladen gelagert werden, ist der FA-VA6 nach dem Entriegeln der Schutzschaltung sofort mobil betriebsbereit. Hinweis: Bei erstmaligem Einlegen des Akkumulators und anschließender Ladung benötigt die eingebaute Elektronik bis zu mehreren Stunden für die korrekte Abbildung des Ladezustands des Akkumulators.

In jedem Fall startet der FA-VA6 mit dem Startbildschirm und geht in das Hauptmenü. Durch die werksseitige Kalibrierung kann sofort mit einer Messung begonnen werden, siehe nächsten Abschnitt *Schnellstart*.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Schnellstart

Als Beispiel wird die Stehwellenmessung (SWV) an einer Antenne für das 70-cm-Band aufgeführt. Die Antenne ist an der BNC-Buchse angeschlossen.

Navigation

Die Navigation folgt dem etablierten Standard mit vier Pfeiltasten ◀ ▶ ▲ ▼, einer Eingabetaste ↵ und einer Menü- oder Zurück-Taste ☰.

Einschalten

Der FA-VA6 wird durch Drücken der Taste ☰ eingeschaltet. Nach kurzer Zeit zeigt sich das *Hauptmenü* nach Bild 5. Eine eventuell erforderliche Sprachumstellung ist im nächsten Abschnitt beschrieben.

Sprachumstellung

Der FA-VA6 wird mit der Spracheinstellung *Englisch* geliefert. Die Umstellung auf die Sprache *Deutsch* geschieht wie folgt: Im *Main Menu* (Hauptmenü) mit den Tasten ▲ ▼ *Settings* (Einstellungen) selektieren und mit der Taste ↵ auswählen. Dann mit den Tasten ▲ ▼ *Language* (Sprache) selektieren und mit der Taste ↵ auswählen. Mit den Tasten ▲ ▼ *Deutsch* auswählen. Mehrmaliges Drücken der Taste ☰ führt zurück ins Hauptmenü.

Auswahl Multifrequenz-Betriebsmodus

Mit den Tasten ▲ ▼ wird *Multifrequenz* selektiert und durch die Taste ↵ ausgewählt. Es zeigt sich die Anzeige des SWV über eine vorher eingestellte Frequenzspanne nach Bild 6, hier die Gesamtfrequenzspanne des FA-VA6. Die blau hinterlegten Bereiche zeigen die Amateurfunkbänder der eingestellten IARU-Region. Man erkennt im 2-m-Band und 70-cm-Band entsprechend kleine SWV-Werte. Das 70-cm-Band soll nun näher untersucht werden.

Anpassung des Frequenzbereichs

Im unteren Bereich wird eine Informationsleiste angezeigt, welche die wichtigsten verfügbaren Tasten und deren Aktionen aufzeigt. Mit der Taste 7 wird eine Hilfefunktion für alle möglichen Tasten und deren Aktionen ein- und ausgeblendet.

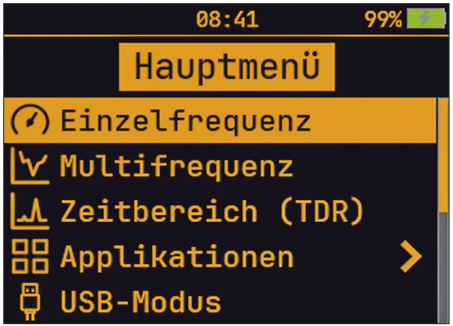


Bild 5: Hauptmenü nach dem Einschalten

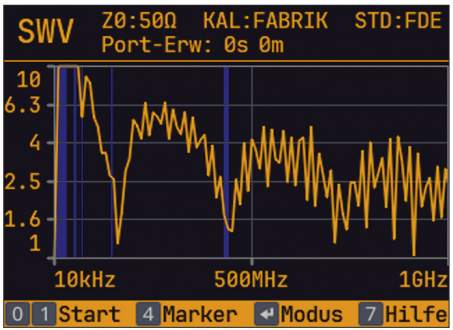


Bild 6: SWV-Anzeige im Multifrequenz-Modus mit Gesamtfrequenzspanne

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

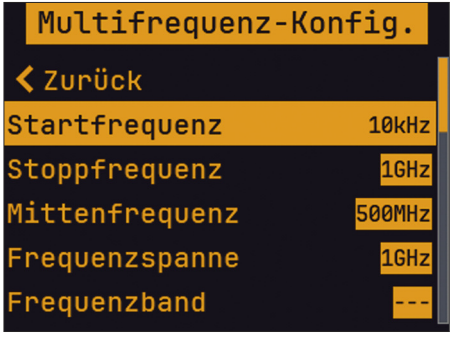


Bild 7: Multifrequenz-Konfiguration

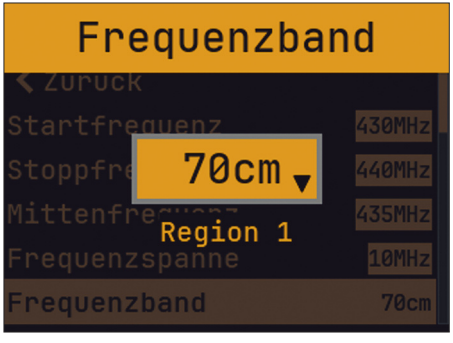


Bild 8: Selektion des 70-cm-Bands

Mit der Taste 3 wird die Konfiguration des Modus, siehe Bild 7, aufgerufen. Die Einstellung der Frequenzen über ein Frequenzband wird mit den Tasten ▲▼ durch Auswahl von *Frequenzband* selektiert und durch die Taste ↵ ausgewählt. Bild 8 zeigt die Selektion des Bands, welches wiederum mit den Tasten ▲▼ ausgewählt wurde. Die Konfiguration wird durch zweimaliges Drücken der Taste ☰ verlassen, ein neuer Messdurchlauf startet automatisch und es zeigt sich wieder die Anzeige des SWV, jetzt aber für den gewünschten Frequenzbereich (siehe Bild 9).

Ablesen der Werte

Bild 9 zeigt die ermittelten SWV-Werte für die gewünschte Frequenzspanne. Neben der bereits erwähnten Informationsleiste sind im oberen Teil des Displays einige Messparameter zu sehen, die später erläutert werden. Links oben ist der durchgeführte Typ der Messung, hier *SWV*, angegeben.

Die x-Achse des Diagramms zeigt den Frequenzbereich, die y-Achse den Anzeigebereich der SWV-Werte. Für genauere Werte kann eine Marker-Funktion genutzt werden, welche durch die Taste 4 aktiviert und deaktiviert wird. Bild 10 zeigt die Anzeige mit aktiviertem Marker, dargestellt als weißer Kreis. Der Marker lässt sich mit

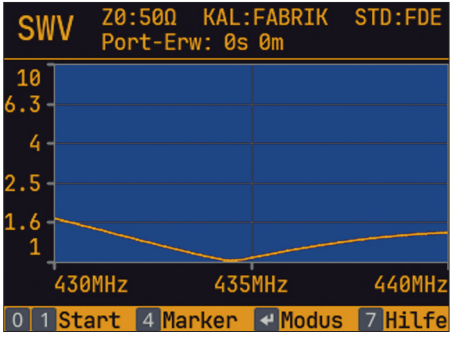


Bild 9: SWV-Anzeige *Multifrequenz* mit den Frequenzgrenzen des 70-cm-Bands

den Tasten ◀▶ entlang der Messkurve verschieben. Im oberen Bereich werden nun die exakte Frequenz an der Position des Markers und der zugehörige SWV-Wert angezeigt. Offensichtlich hat die Antenne bei ca. 434,4 MHz ein SWV von 1,02. Durch Justierung der Antenne, siehe deren Anleitung, lässt sich das SWV weiter optimieren oder verschieben. Zur Überprüfung startet man mit der Taste 0 einen neuen Messdurchlauf. Alternativ kann eine Dauermessung mit der Taste 1 ein- und ausgeschaltet werden.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

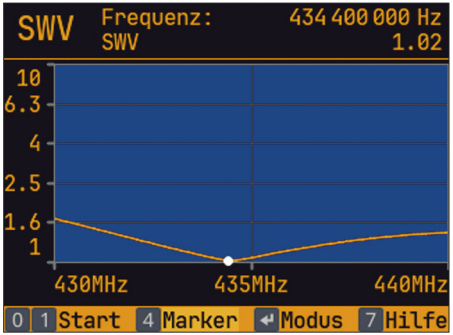


Bild 10: Anzeige *Multifrequenz* für das 70-cm-Band mit aktiviertem Marker

■ Ausschalten des FA-VA6

Durch langes Halten der Taste ☰ wird der FA-VA 6 ausgeschaltet. Eingestellte Parameter werden automatisch gespeichert.

■ Kennenlernen des FA-VA6

Für den optimalen Einsatz des FA-VA6 ist es zweckmäßig, sich mit dem grundlegenden Funktionsprinzip des Geräts vertraut zu machen.

Funktionsprinzip

Bild 11 zeigt das grundsätzliche Funktionsprinzip des FA-VA6.

Ein Signalgenerator erzeugt ein Signal (hinlaufende Welle, z. B. Sinus-Welle oder Rechteckwelle) einer bestimmten Frequenz, welches über eine Messbrücke an die BNC-Buchse gegeben wird. An diese ist das Messobjekt angeschlossen, z. B. eine Antenne. Ist eine Antenne gut an das Quellen-System (für die betreffende Frequenz) angepasst, so wird nahezu alle Energie des Signals abgestrahlt oder aber zum Teil in Wärme umgesetzt. Ist die Antenne nicht optimal angepasst, so wird ein Teil des eingespeisten Signals reflektiert und läuft als rücklaufende Welle wieder zurück zur BNC-Buchse und damit zum FA-VA6.

Eine Betrachtung des Verhältnisses von rück- zu hinlaufendem Signal bzw. rück- zu hinlaufender Welle sagt also unmittelbar etwas darüber aus, wie gut die Antenne angepasst ist. Das Verhältnis der Wellen wird als Reflexionsfaktor Gamma oder als Streuparameter S11 bezeichnet. Ist S11 nahe null, liegt eine optimale Anpassung

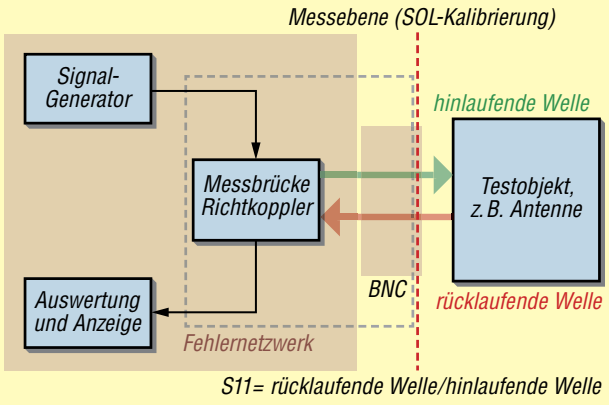


Bild 11: Funktionsprinzip des FA-VA6

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

vor. Die rücklaufende Welle ist klein. S11 nahe null würde über eine Berechnung zu einem SWV von $s \sim 1$ führen.

Der FA-VA 6 kann rück- und hinlaufende Wellen getrennt messen, auswerten und daraus Werte wie das Stehwellenverhältnis SWV oder die Impedanz Z berechnen. Ob das Testobjekt eine Antenne, ein Bauteil oder ein Kabel ist, spielt keine Rolle. Es wird immer der Streuparameter S11 (Reflexionsfaktor) gemessen und mathematisch ausgewertet.

Wird lediglich das Verhältnis der Amplituden von rücklaufender- zu hinlaufender Welle gemessen, so handelt es sich um den Betrag von S11. Solche Geräte werden auch als skalare Analysatoren bezeichnet. Allerdings gehen bei dieser Betrachtung wichtige Informationen verloren. Die rücklaufende Welle kann sich gegenüber der hinlaufenden nicht nur in der Amplitudenhöhe, sondern auch in ihrer zeitlichen Lage unterscheiden. Maxima und Minima z. B. einer Sinuswelle können zeitlich verschoben sein. Diese Verschiebung wird über die Phase des Streuparameters S11 beschrieben. Eine vollständige Auswertung des Messobjektes ist daher nur über die gemeinsame Betrachtung von Amplitude und Phase von S11 möglich. S11 kann auch als Pfeil mit einer Länge entsprechend der Amplitude und einer Drehung entsprechend der Phase von S11 beschrieben werden. Solch ein Pfeil wird als Vektor bezeichnet. Geräte, die Amplitude und Phase von S11 auswerten können, werden daher auch als vektorielle Analysatoren bezeichnet. Bei dem FA-VA6 handelt es sich um einen vektoriellen Analysator.

Ergänzend sei erwähnt, dass gerne bereits vorhandene mathematische Modelle eingesetzt werden, um technische Vorgänge einfacher zu beschreiben. So ist es auch beim Streuparameter S11. Der Vektor S11 kann auch im mathematischen Modell der komplexen Zahlen beschrieben werden. Dabei wird in einem x-y-Koordinatensystem der Anfangspunkt des Vektors auf den Koordinatenursprung (null, null) gelegt. Dann wird der Weg bis zum Endpunkt des Vektors betrachtet. Wie weit ist entlang der x-Achse zu gehen (Realteil) und wie weit ist entlang der y-Achse (Imaginärteil) zu gehen? Diese beiden Werte werden getrennt durch ein i oder j als komplexe Zahl bezeichnet. Ob der Vektor S11 jetzt nach Betrag und Phase, oder als komplexe Zahl mit Realteil und Imaginärteil dargestellt wird, ist egal. Beide Versionen sind äquivalent und können jeweils von einer Version in die andere Version umgerechnet werden.

Diese Betrachtung von S11 mag zunächst etwas kompliziert klingen, aber im Endeffekt beschreibt sie nur die Amplitudenänderung und die Phasenverschiebung des rücklaufenden zum hinlaufenden Signal. Haben sich dem Betrachter die Zusammenhänge erst einmal erschlossen, so sind auch die umfangreichen Anzeigen des FA-VA6 besser verständlich.

Weiterhin stellt sich noch die Frage, an welcher Stelle genau gemessen wird: Bei kleinen Wellenlängen bzw. hohen Frequenzen reichen schon wenige Zentimeter Versatz, um die Messsituation relevant zu ändern. Für die exakte Positionierung dieser sogenannten *Bezugsebene* verfügt der FA-VA6 über die Möglichkeit einer Kalibrierung. Werksseitig ist diese Ebene auf die BNC-Buchse gelegt, siehe rot gestrichelte senkrechte Linie in Bild 10. Dies entspricht der werksseitigen bzw. Fabrik-Kalibrierung. *Kalibrierung* bedeutet, dass mittels dreier bekannter Kalibrierelemente unbekannte Werte innerhalb der Messbrü-

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

cke bis hin zur BNC-Buchse (Fehlernetzwerk) bestimmt und mathematisch herausgerechnet werden. Es entsteht eine definierte Bezugsebene.
Die Kalibrierelemente sind in der Regel Short (Kurzschluss), Open (Offen) und Load (Abschlusswiderstand = 50 Ω), in der Abkürzung SOL-Elemente genannt. Es werden nacheinander unter Anschluss der jeweiligen Elemente an der Bezugsebene Messungen durchgeführt. Danach berechnet der FA-VA6 Korrekturwerte, die für anschließende Messungen in Bezug auf diese Referenzebene verwendet werden. Je nach Genauigkeit der SOL-Kalibrierelemente sind auf diese Weise hochgenaue Messungen möglich.
Die Bezugsebene muss aber nicht an der BNC-Buchse liegen. Das betrachtete Fehlernetzwerk kann auch ein Kabel beinhalten, z.B. die Zuleitung einer Antenne. Wird die Kalibrierung mit den SOL-Kalibrierelementen am Ende der Zuleitung durchgeführt, so befindet sich die Bezugsebene danach am Ende der Zuleitung. Letztere ist Teil des Fehlernetzwerkes und wird „herauskalibriert". Es sind dann hochgenaue Messungen, z.B. am Fußpunkt einer Antenne, möglich.

■ Rund um den FA-VA6

Bild 1 zeigt den fertig montierten FA-VA 6 von vorn. Der FA-VA 6 verfügt über ein TFT-Display und wird über ein 4×4-Tastenfeld bedient. Das Ein- und Ausschalten des Gerätes erfolgt ebenfalls über das Tastenfeld.
Für den unwahrscheinlichen Fall, dass das Gerät nicht mehr bedienbar sein sollte, befindet sich eine Rückstellungs-Taste (Reset) am seitlichen Rand der Rückseite der Platine. Diese Taste ist nach der Demontage der Gehäuse-Oberschale zugänglich.
Aus Bild 12 ist die BNC-Buchse des FA-VA6, welche zum Anschluss des Messobjekts genutzt wird, ersichtlich. Bei Bedarf kann zusätzlich ein Adapter für andere Steckernormen angeschlossen werden.
Bild 13 zeigt den unteren Bereich des FA-VA6. In der Mitte befindet sich die USB-C-Buchse. Der dazugehörige Stecker ist verdrehsicher und damit wesentlich bedienungsfreundlicher als bei älteren USB-Normen. Über die USB-C-Buchse werden der FA-VA6 mit Strom versorgt und der eingebaute Akkumulator geladen. Weiterhin dient die USB-C-Buchse zur Datenkommunikation mit einem PC. Links neben der Buchse befinden sich zur Anzeige des Ladezustands zwei Leuchtdioden.



Bild 12: FA-VA6 von oben



Bild 13: FA-VA6 von unten

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

■ Laden des Akkumulators

Der Akkumulator wird bei angeschlossenem USB-Kabel und Verbindung zu einem PC oder Ladegerät automatisch geladen. Während des Ladevorgangs leuchtet eine blaue Leuchtdiode. Ist der Akkumulator vollgeladen, leuchtet stattdessen eine grüne Leuchtdiode. Die eingebaute Ladeelektronik führt eine Balancierung zwischen Lade- und Betriebsstrom des FA-VA6 durch. Bei vollgeladenem Akkumulator liefert die Ladeelektronik einen Erhaltungsstrom.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass nähere Informationen zum Zustand des Akkumulators im Menü *Einstellungen* verfügbar sind. Hinweis: Bei erstmaligem Einlegen des Akkumulators und anschließender Ladung benötigt die eingebaute Elektronik bis zu mehrere Stunden für die korrekte Abbildung des Ladezustands des Akkumulators.

■ Interaktionsmodell

Ziel des Bedienungskonzeptes war eine möglichst einfache und intuitive Bedienung des FA-VA6, wodurch sich die Bedienung intuitiv aus der Anwendung heraus ergibt. Dazu wurden folgende Elemente umgesetzt:

Einfache Navigation

Ein klares Menüsystem (siehe Anhang) dient der Auswahl der Betriebsmodi und der Konfiguration innerhalb eines Betriebsmodus. Die Navigation folgt dem etablierten Standard mit vier Pfeiltasten ◀ ▶ ▲ ▼, einer Eingabetaste ↵ und einer Menü- oder Zurück-Taste ☰.

Darüber hinaus wird die Konfiguration selbst, als auch spezielle Funktionen, über Zahlentasten aufgerufen. Im unteren Bereich wird eine Informationsleiste angezeigt, welche die wichtigsten verfügbaren Tasten und deren Aktionen aufzeigt. Mit der Taste 7 wird eine Hilfefunktion für alle möglichen Tasten und deren Aktionen ein- und ausgeblendet.

Kontextbezogene Funktionen

Es werden jeweils nur die für den Betriebsmodus relevanten Parameter angezeigt. Weiterhin werden bei den menügeführten Applikationen nur die relevanten Einstellungen angeboten.

Durchgängiges Einstellungskonzept

Grundsätzlich ist die Bedienung in allen Betriebsmodi gleich. Änderungen von übergreifenden Parametern, wie z.B. die Einstellung einer Port-Erweiterung, gelten für alle Betriebsmodi. Änderungen von speziellen Parametern, wie z.B. die Durchführung einer aktuellen Kalibrierung, beziehen sich auf den jeweiligen Betriebsmodus.

■ Referenz der Tastenbelegung

Die folgende Tabelle ist als Referenz zu verstehen. Die einzelnen Funktionen werden in den jeweiligen Betriebsmodi erklärt.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Tabelle 2: Tastenbelegung

☰	**Menütaste** Drücken und langes Halten schaltet das Gerät aus, kurzes Drücken schaltet das Gerät ein, Menü- und Rückkehrfunktion
▲ ▼	**Pfeiltasten hoch/runter** Selektierung von Menüelementen, Einstellung Frequenzspanne, Ausschnitt (TDR) und Skalierung
↵	**Eingabetaste** Auswahl von selektierten Menüelementen, Bestätigung von Änderungen und Aktionen, Auswahl der Messung in einem Betriebsmodus
◀ ▶	**Pfeiltasten links/rechts** Verschiebung Mittenfrequenz, Ausschnitt (TDR) und Markerposition
0	**Taste 0** Start eines einzelnen Messablaufs
1	**Taste 1** Start/Stopp der Dauermessung, Start/Stopp des Ausgangssignals des Frequenzgenerators
2	**Taste 2** Einstellung der Frequenz im Einzelfrequenz-Betriebsmodus, Einstellung der Frequenz im Frequenzgenerator-Modus
3	**Taste 3** Aufruf der Konfiguration eines Betriebsmodus
4	**Taste 4** Ein- und Ausschalten des Markers
5	**Taste 5** Ein- und Ausschalten einer Detailinformation im Einzelfrequenz-Modus Ein- und Ausschalten einer Detailinformation bei eingeschaltetem Marker
6	**Taste 6** Start/Stopp des Signalgebers für SWV
7	**Taste 7** Aufruf der Hilfefunktion zur Tastenbelegung
8	**Taste 8** Aufruf der Speicherfunktionen für Messdaten, Großanzeige SWV im Einzelfrequenz-Betriebsmodus
9	**Taste 9** Aufruf der Ladefunktionen für Messdaten, Löschen eines Messdatensatzes bei Speicher- und Ladefunktion
7 8 9 4 5 6 1 2 3 0	**Tasten 0 … 9** Eingabe einer Zahl

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

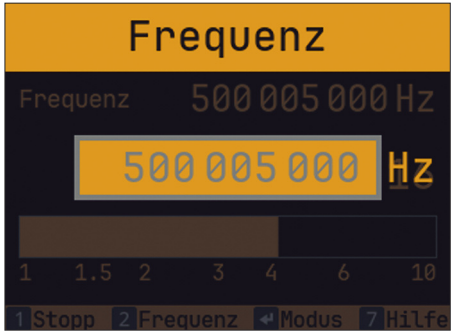


Bild 14: Zahleneingabefeld



Bild 15: Selektionsfeld

■ Zahleneingabefeld

An verschiedenen Stellen der Bedienung verfügt der FA-VA6 über Zahleneingabefelder, deren Bedienung stets gleich ist. Bild 14 zeigt als Beispiel die Frequenzeinstellung im Einzelfrequenz-Betriebsmodus nach deren Auswahl.

Ein blinkender Cursor rechts zeigt den direkten Eingabemodus an. Eine Zahl wird mit den Tasten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 eingegeben und mit der Taste ↵ bestätigt. Alternativ kann mittels der Tasten ◀ ▶ der Stellenmodus aktiviert werden. Dabei blinkt der Cursor unter einer einzustellenden Stelle. Entweder wird die neue Zahl dieser Stelle direkt eingegeben oder aber die Tasten ▲ ▼ werden zur Änderung der Zahl verwendet. Ist die Eingabe einer negativen Zahl erforderlich, so geschieht dies im direkten Eingabemodus durch Erzeugung eines Minuszeichens mittels der Tasten ▲ ▼, oder im Stellenmodus. Mittels der Tasten ◀ ▶ ist die Stelle rechts des erforderlichen Minuszeichens anzusteuern. Dann wird mit der Taste ▼ ein Minuszeichen links der angesteuerten Stelle erzeugt. Eine eingestellte Zahl im direkten Eingabemodus als auch im Stellenmodus kann auch mittels der Taste ☰ übernommen werden.

■ Auswahlfeld

Ein weiteres durchgehendes Eingabeformat des FA-VA6 ist ein Auswahlfeld nach Bild 15. Am Beispiel der Auswahl eines Frequenzbands nach Aufruf des Auswahlfeldes wird dies erläutert.

Mit den Tasten ▲ ▼ wird die gewünschte Einstellung selektiert. Kleine Pfeile am Rand des Selektionsfeldes geben an, in welcher Richtung sich noch weitere Optionen befinden. Bei einigen Selektionsfeldern springt die Selektion wieder an den jeweiligen Anfang oder das jeweilige Ende der verfügbaren Optionen. Andere Selektionsfelder erlauben diesen Rücksprung nicht und zeigen das Ende der Liste durch temporäres Blinken und Änderung der Textfarbe an.

Zur Auswahl der gewünschten Option kann die Taste ↵ betätigt werden. Alternativ geschieht die Übernahme der Option und ein Rücksprung über die Taste ☰.

■ Ein- und Ausschalten des Geräts

Das Gerät wird durch Drücken der Taste ☰ ein- und durch langes Halten der Taste ☰ ausgeschaltet.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

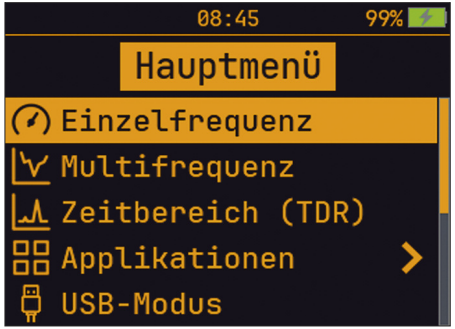


Bild 16: Hauptmenü

■ Menüsystem und Hauptmenü

Nach Einschalten des Gerätes zeigt sich das Hauptmenü nach Bild 16. Im oberen Bereich werden die aktuelle Uhrzeit und der Ladestand des Akkumulators angezeigt. Zusätzlich erscheint bei Ladung des Akkumulators ein Ladesymbol. Eine Referenz zu allen Menüs befindet sich im Anhang.

Ein Menüelement wird mit den Tasten ▲▼ selektiert und durch die Taste ↵ ausgewählt. Eine Rückkehr erfolgt mit der Taste ☰.

Die folgenden Betriebsmodi und Einstellungen sind verfügbar:

Einzelfrequenz: Messung von Stehwellenverhältnis SWV, Impedanz Z, Streuparameter S11 und LCR-Meter für eine einzelne Frequenz

Multifrequenz: Messung von Stehwellenverhältnis SWV, Impedanz Z, Streuparameter S11 als Smith-Diagramm und Streuparameter S11 über eine Frequenzspanne

Zeitbereich (TDR): Messung der Impulsantwort, der Impulsantwort in dB, der Sprungantwort und der Sprungantwort als Impedanz Z über eine Messstrecke

Applikationen: Messung von Stehwellenverhältnis SWV für fünf Frequenzen, Messung von Länge, Verkürzungsfaktor, Impedanz und Verlust eines Kabels

USB-Modus: Betrieb des FA-VA6 über die USB-Schnittstelle

Frequenzgenerator: Betrieb des FA-VA6 als Signalgenerator bis 200 MHz

Uhr: Anzeige von Datum, Uhrzeit, Wochentag und ggf. Rufzeichen

Einstellungen: Einstellungen des FA-VA6

Ausschalten: Ausschalten des FA-VA6

■ Einstellungsmenü

Nach Auswahl des Menüpunkts *Einstellungen* zeigt sich das Einstellungsmenü nach Bild 17.



Bild 17: Einstellungsmenü

Die folgenden Einstellungen sind verfügbar:

Helligkeit: Einstellung der Anzeigenhelligkeit von 10 % bis 100 %

Sprache: Einstellung der Sprache; die Einstellung wirkt sich direkt auf alle Menüs und Betriebsmodi aus

Datum + Uhrzeit: Einstellung von Datum und Uhrzeit zwecks Anzeige im Betriebsmodus Uhr und für Zeitstempel von gespeicherten Datensätzen

Datumsformat: Einstellung des Datum-Formats (Europa, UK, USA oder ISO)

IARU-Region: Einstellung der Region 1, 2 oder 3 der International Amateur Radio Union zwecks Selektion des jeweiligen

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Bandplans und Anzeige der jeweiligen Frequenzbänder

Master-Kalibrierung: *Master-Kalibrierung* mittels SOL-Kalibrierelementen

Master-Standards: Einstellung von Parametern der verwendeten Master-Kalibrierelemente; die Parameter sind den jeweiligen Informationen der Kalibrierelemente zu entnehmen

Rufzeichen: Einstellung des Rufzeichens zwecks Anzeige im Startbildschirm und im Modus *Uhr*

Farbprofil: Einstellung der Anzeige mit den Profilen *Normal* oder *Hell*

Tastentöne: Aktivierung oder Deaktivierung eines Bestätigungstons für einen Tastendruck

USB-Verb.-Hinweis: Aktivierung oder Deaktivierung eines Hinweises, welcher nach Verbindung des FA-VA6 mit einem PC den Wechsel in den USB-Modus anbietet

Stromsparmodus: Aktivierung oder Deaktivierung einer reduzierten Anzeigenhelligkeit nach einem auswählbaren Zeitraum der Inaktivität; eine hellere Anzeige benötigt mehr Strom

Auto-Ausschalten: Aktivierung oder Deaktivierung des automatischen Ausschaltens nach einem auswählbaren Zeitraum der Inaktivität

Erweitert: Auswahl des Menüs *Erweiterte Einstellungen*



Bild 18: Menü *Erweiterte Einstellungen*

■ Menü *Erweiterte Einstellungen*

Das Menü *Erweiterte Einstellungen* nach Bild 18 enthält Aktionen, Einstellungen und Informationen, die für den normalen Betrieb nicht benötigt werden.

Die Elemente des Menüs *Erweiterte Einstellungen*:

Geräte-Info: Anzeige von Firmware-Version und Seriennummer

Akku-Info: Detaillierte Anzeigen zum aktuellen Betriebs- und Ladestrom, sowie zum Lade- und technischen Zustand des Akkumulators

Fabrik-Kalibrierung: Werksseitige Kalibrierung mittels SOL-Kalibrierelementen

Fabrik-Standards: Einstellung von Parametern der verwendeten werksseitigen Kalibrierelemente; die Parameter sind den jeweiligen Informationen der Kalibrierelemente zu entnehmen

Spiel: Ein Spiel zum Zeitvertreib

Gerät zurücksetzen: Zurücksetzen des Geräts auf Werkseinstellungen und Löschung aller Daten; die werksseitige Kalibrierung bleibt erhalten.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

■ Einzelfrequenz-Betriebsmodus

Der Einzelfrequenz-Betriebsmodus erlaubt die Vermessung von Antennen, Kabeln und Bauelementen für eine einzelne Frequenz. Dieser Modus eignet sich beispielsweise für die Abstimmung von Antennen im Schmalband- oder CW-Betrieb. Besonders interessant ist der Modus für die Vermessung von Bauelementen für eine bestimmte Anwendungsfrequenz.

Dieser Modus ermöglicht die folgenden Messungen, welche zyklisch durch Betätigung der Taste ↵ durchgeschaltet werden können:

SWV Messung des Stehwellenverhältnisses

Z Messung der angeschlossenen Impedanz

S11 Messung des Streuparameters S11 (Reflexionsfaktor)

LCR Messung von Widerstand, Induktivität, Kapazität und Güte einer angeschlossenen Impedanz in Form eines seriellen- oder parallelen Ersatzschaltbildes

Das Durchschalten mit der Taste ↵ startet keine neue Messung, sondern nur eine Berechnung der angezeigten Werte. Das Starten und Stoppen einer neuen Messung werden im nächsten Absatz beschrieben.

Der Modus startet immer als Dauermessung, mittels der Taste 1 kann der Messablauf angehalten und wieder gestartet werden. Bei angehaltenem Messablauf lässt sich ein einzelner Messablauf über die Taste 0 starten.

Die angezeigten Messparameter sind für alle Messungen gleich. Sie bedeuten:

Z0 aktuell eingestellte Referenz-Impedanz

KAL aktuell verwendete SOL-Kalibrierung

STD Modell der aktuell verwendeten Kalibrierung

Port-Erw. aktuell verlegte Bezugsebene der Kalibrierung in Zeit und Länge

Mit den Tasten ◀ ▶ kann durch Drücken oder Halten die Messfrequenz verändert werden. Mit der Taste 2 lässt sich die Frequenz einstellen. Die Konfiguration des Einzelfrequenz-Betriebsmodus kann über die Taste 3 aufgerufen werden, siehe weiter unten.

Einzelfrequenz-Betriebsmodus: Stehwellenverhältnis SWV

Die Messung des Stehwellenverhältnisses SWV nach Bild 19 beschränkt sich auf die

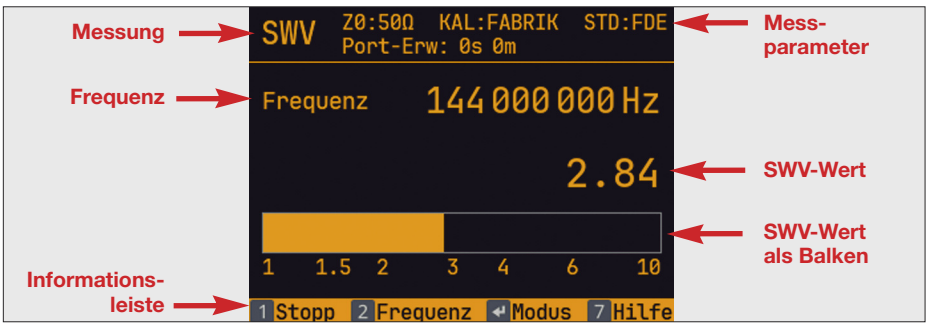


Bild 19: Einzelfrequenz-Betriebsmodus *Stehwellenverhältnis SWV*

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025



Bild 20: Einzelfrequenz-Betriebsmodus *Impedanz Z*

Anzeige des Wertes des SWV als Zahl und Balken. Zusätzlich kann über die Taste 6 oder über die Konfiguration ein Signalgeber zugeschaltet werden. Dessen Signalintervall verringert sich, wenn das SWV in Richtung eins geht, sodass eine Antenne auch mit akustischer Unterstützung abgestimmt werden kann. Zusätzlich ist über die Taste 8 eine SWV-Großanzeige einblendbar, die auch auf große Distanz die Ablesung des SWV ermöglicht.

Einzelfrequenz-Betriebsmodus: Impedanz Z

Die Messung der Impedanz nach Bild 20 zeigt den Wert der angeschlossenen komplexen Impedanz nach Realteil und Imaginärteil. Der Realteil entspricht dem Wirkwiderstand, der Imaginärteil dem Blindwiderstand. Der Blindwiderstand kann positiv (Induktivität) oder negativ (Kapazität) sein. Ebenso wird der Betrag der Impedanz, der Scheinwiderstand, angezeigt. Die angegebene Phase stellt die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung dar, welche durch diese Impedanz erzeugt wird.

Einzelfrequenz-Betriebsmodus: Streuparameter S11

Die Anzeige des Streuparameters S11 (Reflexionsfaktor) als komplexen Wert nach Bild 21 stellt das Verhältnis von rücklaufender- zu hinlaufender Welle dar und ist damit ein Maß für die Anpassung des an-

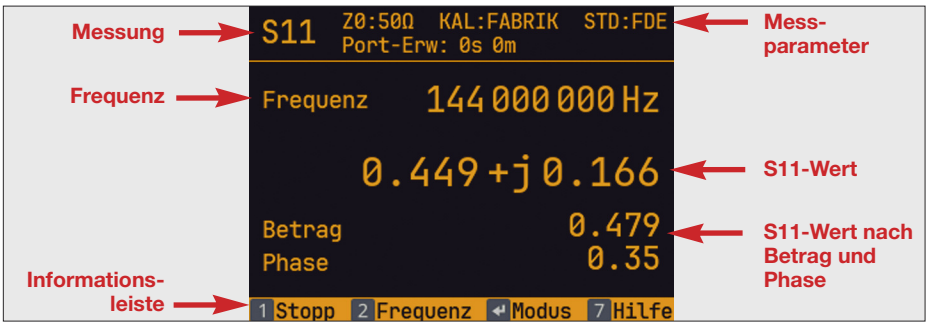


Bild 21: Einzelfrequenz-Betriebsmodus *Streuparameter S11*

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

geschlossenen Testobjektes. Die weiter oben aufgeführte *Einführung zum Messprinzip* zeigt die Zusammenhänge auf.

Einzelfrequenz-Betriebsmodus: LCR-Meter

Dieser Modus nach Bild 22 überführt die Werte der angeschlossenen Impedanz Z in ein serielles oder paralleles Ersatzschaltbild (ESB), bestehend aus Widerstand, Induktivität und Kondensator. Bild 23 zeigt die verschiedenen Modelle. Die gewünschte Form des ESB, seriell oder parallel, ist über die *Konfiguration* auswählbar und wird angezeigt.

Der FA-VA6 erkennt, ob es sich um eine Induktivität oder eine Kapazität handelt und zeigt die Werte entsprechend an. Zusätzlich wird noch die Güte der Impedanz berechnet, welche sich aus dem Verhältnis von Blindwiderstand zu Wirkwiderstand ergibt. Bei einem seriellen Ersatzschaltbild führt ein kleiner Wirkwiderstand R zu einer hohen Güte. Bei einem parallelen Ersatzschaltbild dagegen sollte der Wirkwiderstand für eine hohe Güte möglichst groß sein.

Dieser Modus kann insbesondere zur Vermessung von Bauelementen genutzt werden. Für eine angeschlossene Spule kann z.B. unmittelbar deren Eignung für eine bestimmte Frequenz und die resultierende Güte bestimmt werden. Es ist zu beachten, dass alle Bauelemente kapazitive und induktive Anteile (Streuwerte) haben. Entscheidend ist, welcher Teil bei einer bestimmten Frequenz dominant ist. Ein späteres Messbeispiel im Multifrequenz-Betriebsmodus zeigt dieses Verhalten auf.

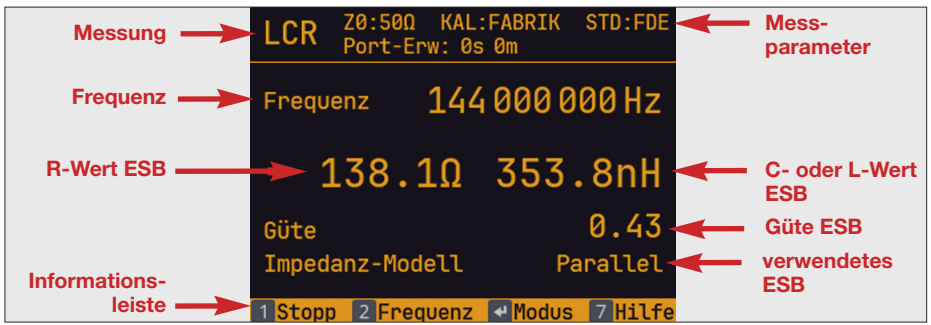


Bild 22: Einzelfrequenz-Betriebsmodus *LCR-Meter*

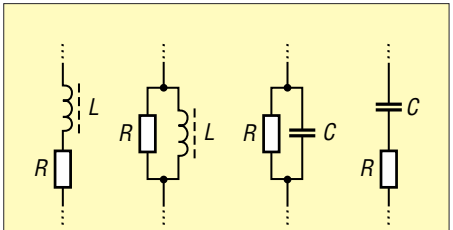


Bild 23: Ersatzschaltbilder einer Impedanz Z

Einzelfrequenz-Betriebsmodus: Detailansicht

Aus jeder Messung kann über die Taste 5 eine Detailinformation zur Messung nach Bild 24 ein- oder ausgeblendet werden. In der Ansicht werden alle vorher erläuterten Werte summarisch angezeigt.

Zusätzlich werden noch die ermittelte Rückflussdämpfung (Return Loss, RL) und der

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

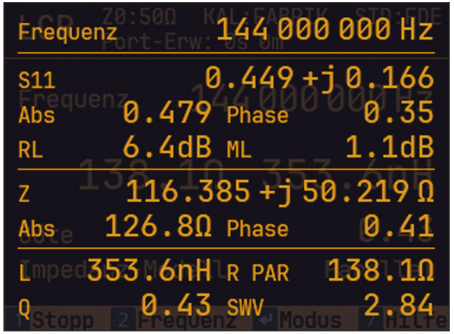


Bild 24: Einzelfrequenz-Betriebsmodus *Detailinformation*

ermittelte Fehlanpassungsverlust (Mismatch Loss, ML) angezeigt.
Die Rückflussdämpfung ist eine Angabe in Dezibel, welche die Dämpfung des rücklaufenden Signals angibt. Liegt eine gute Anpassung vor, so wird nur ein kleiner Teil des Signals reflektiert und die Dämpfung des rücklaufenden Signals ist entsprechend hoch. Je höher der Wert, umso besser ist die Anpassung.
Der Fehlanpassungsverlust dagegen ist eine Angabe über verlorene Leistung im System aufgrund einer Fehlanpassung. Liegt optimale Anpassung vor, so geht keine Leistung verloren und der Fehlanpassungsverlust ist 0 dB. Je schlechter die Anpassung, umso höher der Wert.
Bei beiden Werten ist zu beachten, dass hier keine Leistung, sondern nur das Verhältnis von Leistungen betrachtet wird. Genauere Definition sind der gängigen Literatur zu entnehmen. Des Weiteren werden die Werte in der Literatur teilweise auch mit negativem Vorzeichen angegeben. Die Vorgehensweise ist nicht einheitlich. Der FA-VA6 zeigt stets positive Werte.

Einzelfrequenz-Betriebsmodus: Hilfe-Funktion

Wie bereits erwähnt, schaltet die Taste 7 eine Hilfefunktion ein und aus. Bild 25 zeigt die Hilfefunktion des Einzelfrequenz-Betriebsmodus. Diese ist selbsterklärend.

Einzelfrequenz-Betriebsmodus: Konfiguration

Über die Taste 3 kann die Konfiguration des Einzelfrequenz-Betriebsmodus nach Bild 26 aufgerufen werden.
Die aufgerufene Konfiguration entspricht der Bedienung nach einem Menü. Zusätzlich wird bei einem Menüelement rechts der aktuell eingestellte Wert angezeigt. Einige Menüelemente verzweigen zu weiteren Aktionen, gekennzeichnet durch einen Pfeil rechts.



Bild 25: Hilfefunktion des Einzelfrequenz-Betriebsmodus

Die einzelnen Parameter bedeuten:
Frequenz: Einstellung der Messfrequenz
Aktuelle-Kalibrierung: Aktuelle Kalibrierung mittels SOL-Kalibrierelementen, gültig für den Einzelfrequenz-Betriebsmodus
Aktuelle-Standards: Einstellung von Parametern der verwendeten SOL-Kalibrierelemente; die Parameter sind den jeweiligen Informationen der Kalibrierelemente zu entnehmen
Auswahl Kalibrierung: Auswahl einer erstellten Kalibrierung, soweit vorhanden,

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

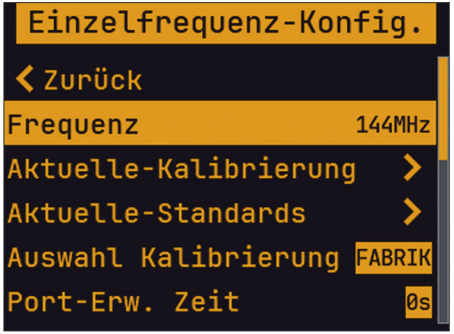


Bild 26: Konfiguration des Einzelfrequenz-Betriebsmodus

mit den Optionen *Aktuelle*, *Master*, *Fabrik* und *Keine*

Port-Erw. Zeit: Einstellung einer Verlagerung der Bezugsebene mit Angabe in Nanosekunden

Port-Erw. Länge: Einstellung einer Verlagerung der Bezugsebene mit Angabe in Metern; dieser Wert ist abhängig vom Verkürzungsfaktor

VF-Selektion: Selektion der Eingabe eines Verkürzungsfaktors in Form einer Auswahl eines Kabel-Typs oder der Eingabe eines eigenen Wertes

VF-Kabeltyp: Angabe eines Verkürzungsfaktors durch Selektion eines Kabeltyps

VF-Eigener-Wert: Angabe eines Verkürzungsfaktors durch Eingabe eines eigenen Wertes

Referenz-Impedanz: Aktuell eingestellte Referenz-Impedanz; der FA-VA6 führt bei einer Änderung des Wertes eine komplette Renormierung der gemessenen Streuparameter durch. Beeinflusst werden der Streuparameter S11 und alle daraus berechneten Werte, nicht jedoch das Stehwellenverhältnis SWV und die Anzeige der angeschlossenen Impedanz Z.

Impedanz-Modell: Auswahl des verwendeten Ersatzschaltbildes für die Anzeige im LCR-Meter

Signalgeber: Ein- und Ausschaltung des Signalgebers für die SWV-Messung

Aktualisierungsrate: Umschaltung zwischen schneller und langsamer Messrate

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

■ Multifrequenz-Betriebsmodus

Der Multifrequenz-Betriebsmodus ist der Modus der Wahl für die Messung über ganze Frequenzbänder (Amateurfunkbänder). In der Regel stellt sich z. B. die Frage der Anpassung einer Antenne für ein bestimmtes Funkband. Der Modus eignet sich aber auch hervorragend für die Beurteilung von Bauelementen bei sich ändernder Frequenz. So kann festgestellt werden, ob das zu untersuchende Bauelement für verschiedene Frequenzen geeignet ist. Ein dritter Anwendungsfall ist die Beurteilung von Kabeln (Transformationseigenschaften).

Dieser Modus ermöglicht für einen definierten Frequenzbereich die folgenden Messungen, welche zyklisch durch Betätigung der Taste ↵ durchgeschaltet werden können:

- **SWV** Messung des Stehwellenverhältnisses
- **Z** Messung der angeschlossenen Impedanz
- **S11** Messung des Streuparameters S11 als Smith-Diagramm
- **S11** Messung des Streuparameters S11 in dB

Das Durchschalten mit der Taste ↵ startet keinen neuen Messablauf, sondern nur eine Berechnung der angezeigten Werte. Das Starten und Stoppen eines neuen Messablaufs sind im nächsten Absatz beschrieben.

Der Multifrequenz-Betriebsmodus startet nach Aufruf mit angehaltenem Messablauf. Mittels der Taste 1 kann eine Dauermessung gestartet und wieder angehalten werden. Die Taste 0 startet eine einmalige Messung.

Die angezeigten Messparameter entsprechen denen des Einzelfrequenz-Betriebsmodus:

- **Z0** aktuell eingestellte Referenz-Impedanz
- **CAL** Aktuell verwendete SOL-Kalibrierung
- **STD** Modell der aktuell verwendeten Kalibrierung
- **Port-Erw** aktuell verlegte Bezugsebene der Kalibrierung in Zeit und Länge

Mit den Tasten ▲ ▼ kann die Frequenzspanne reduziert und vergrößert und mit den Tasten ◀ ▶ die Mittenfrequenz verschoben werden. Die Funktionen sind der Logik nach verriegelt: So lässt sich z. B. die Mittenfrequenz nicht so verschieben, dass die durch die definierte Frequenzspanne vorgegebenen Messbereichsgrenzen des Geräts überschritten würden.

Über die Taste 3 kann wiederum die *Konfiguration* des Multifrequenz-Betriebsmodus aufgerufen werden, siehe weiter unten.

Mit der Taste 4 wird ein Marker eingeblendet. Der Marker wird durch einen weißen Kreis symbolisiert und kann mittels der Taten ◀ ▶ entlang der Messkurve bewegt werden. Dabei werden im oberen Bereich die exakte Frequenzposition des Markers und der jeweils zugehörige Messwert angezeigt.

Bei eingeschaltetem Marker kann die Skalierung der Y-Achse (Messwerte) durch die Tasten ▲ ▼ geändert werden. Die gewählte Skalierung bleibt auch nach Abschalten des Markers erhalten. Zusätzlich können bei eingeschaltetem Marker durch die Taste 5 Detailinformationen zu Messwerten an der Position des Markers ein- und ausgeblendet werden.

Die folgenden Darstellungen zeigen die einzelnen Messungen mit eingeschaltetem Marker.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Multifrequenz-Betriebsmodus: Stehwellenverhältnis SWV

Die Messung des Stehwellenverhältnisses SWV nach Bild 27 zeigt den Verlauf dieses Wertes innerhalb der definierten Frequenzspanne. Ist der Marker aktiviert und in der Konfiguration des Modus die entsprechende Funktion eingeschaltet, so springt der Marker nach jedem Messdurchlauf auf das SWV-Minimum der Messkurve.

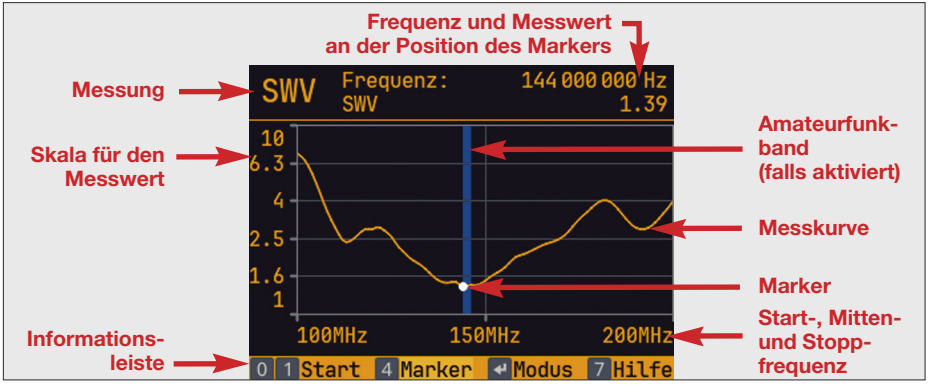


Bild 27: Multifrequenz-Betriebsmodus *Stehwellenverhältnis SWV*

Multifrequenz -Betriebsmodus: Impedanz Z

Die Messung der Impedanz nach Bild 28 zeigt, getrennt nach Realteil und Imaginärteil, den Wert der angeschlossenen komplexen Impedanz.

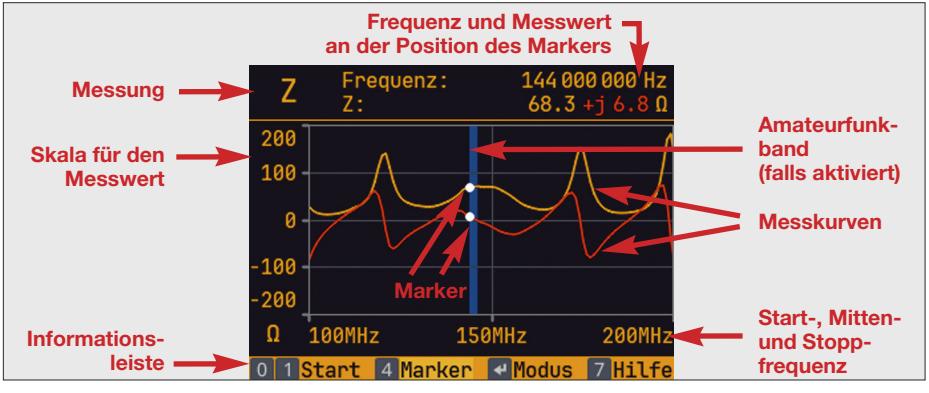


Bild 28: Multifrequenz-Betriebsmodus *Impedanz Z*

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Multifrequenz -Betriebsmodus: Streuparameter S11 als Smith-Diagramm

Die Anzeige des Streuparameters S11 (Reflexionsfaktor) als Smith-Diagramm nach Bild 29 weicht wesentlich von den anderen Messungen ab. Start-, Mitten- und Stoppfrequenz befinden sich am linken Rand. Werte zur Position des Markers, als auch ausgesuchte Messparameter, werden am unteren linken Rand angezeigt. Eine Skalierung der y-Achse ist beim Smith-Diagramm nicht möglich.

Das Smith-Diagramm stellt eine Abbildung der komplexen Impedanz, normiert auf die Systemimpedanz, auf die Ebene des Streuparameters S11 dar. Der Punkt der optimalen Anpassung ist daher in der Mitte des Kreises. Dieses entspricht einem S11-Wert von S11 = 0 + J0. Ganz links im Kreis wird ein Kurzschluss, ganz rechts ein offener Abschluss abgebildet. Die x-Achse stellt die Linie der Wirkwiderstände dar. Kapazitive Blindwiderstände werden im unteren, induktive Blindwiderstände im oberen Bereich abgebildet. Mit etwas Übung lässt sich aus dem Smith-Diagramm recht schnell ermitteln, welche Abweichung von einer idealen Anpassung vorliegt und

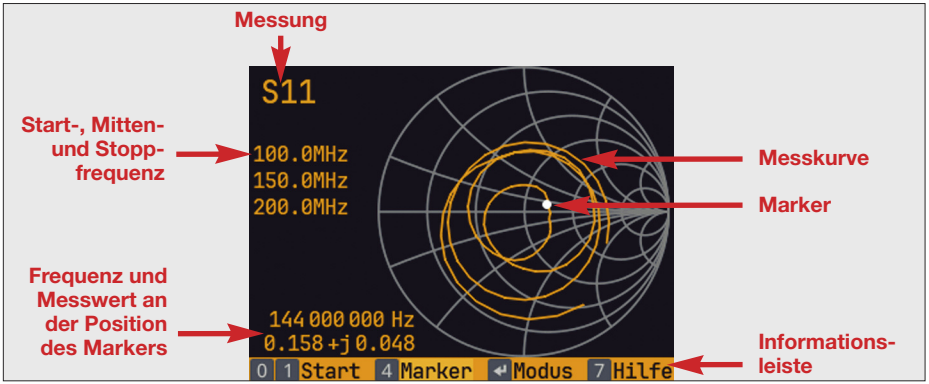


Bild 29: Multifrequenz-Betriebsmodus *Streuparameter S11 als Smith-Diagramm*

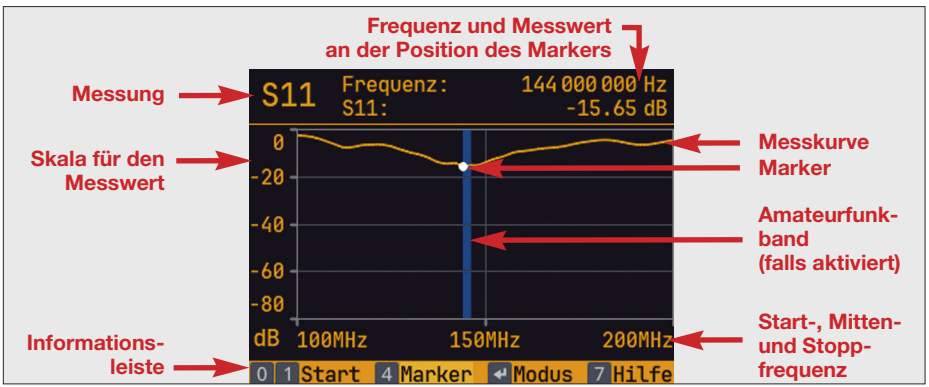


Bild 30: Multifrequenz-Betriebsmodus *Streuparameter S11 in dB*

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025



Bild 31: Multifrequenz-Betriebsmodus *Detailinformation*

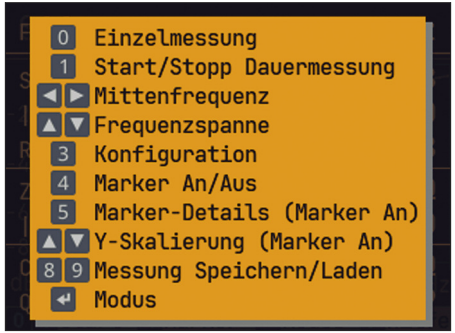


Bild 32: Hilfefunktion des Multifrequenz-Betriebsmodus

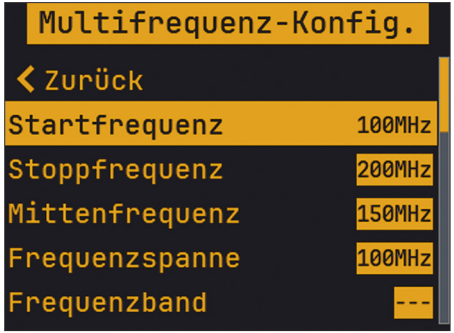


Bild 33: Konfiguration des Multifrequenz-Betriebsmodus

welche Maßnahmen zur Anpassung durchzuführen wären.

Multifrequenz-Betriebsmodus: Streuparameter S11 in dB

Eine weitere Messung ist die Anzeige des Streuparameters S11 als Betrag in dB nach Bild 30. Der angezeigte Wert entspricht dem invertierten Wert der Rückflussdämpfung.

Multifrequenz-Betriebsmodus: Detailansicht

Aus jeder Messung heraus kann nach Aktivierung des Markers mittels der Taste 4 über die Taste 5 eine Detailinformation zur Messung nach Bild 31 ein- und ausgeblendet werden. Die Ansicht entspricht der Ansicht des Einzelfrequenz-Betriebsmodus.

Multifrequenz-Betriebsmodus: Hilfe-Funktion

Auch im Multifrequenz-Betriebsmodus blendet die Taste 7 eine Hilfefunktion ein und aus. Bild 32 zeigt die Hilfefunktion, welche selbsterklärend ist.

Multifrequenz-Betriebsmodus: Konfiguration

Über die Taste 3 kann die Konfiguration des Multifrequenz-Betriebsmodus nach Bild 33 aufgerufen werden. Die meisten Parameter entsprechen denen des Einzelfrequenz-Betriebsmodus. Sie bedeuten:

Startfrequenz: Einstellung der Start-Messfrequenz; bei Änderung werden Mittenfrequenz und Frequenzspanne automatisch angepasst

Stoppfrequenz: Einstellung der Stopp-Messfrequenz; bei Änderung werden Mittenfrequenz und Frequenzspanne automatisch angepasst

Mittenfrequenz: Einstellung der Mitten-Messfrequenz; bei Änderung werden Start- und Stoppfrequenz automatisch angepasst

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Frequenzspanne: Einstellung der Frequenzspanne; bei Änderung werden Start- und Stoppfrequenz automatisch angepasst
Frequenzband: Einstellung aller Frequenzparameter durch Auswahl eines dedizierten Frequenzbands; die angezeigten Bänder und Frequenzen unterscheiden sich je nach Selektion der *IARU-Region* in *Einstellungen*.
Aktuelle-Kalibrierung: *Aktuelle Kalibrierung* mittels SOL-Kalibrierelementen, gültig für den Multifrequenz-Betriebsmodus
Aktuelle-Standards: Einstellung von Parametern der verwendeten SOL-Kalibrierelemente; die Parameter sind den jeweiligen Informationen der Kalibrierelemente zu entnehmen
Auswahl Kalibrierung: Auswahl einer erstellten Kalibrierung, soweit vorhanden, mit den Optionen *Aktuelle*, *Master*, *Fabrik* und *Keine*
Port-Erw. Zeit: Einstellung einer Verlagerung der Bezugsebene mit Angabe in Nanosekunden
Port-Erw. Länge: Einstellung einer Verlagerung der Bezugsebene mit Angabe in Metern; dieser Wert ist abhängig vom Verkürzungsfaktor
VF-Selektion: Selektion der Eingabe eines Verkürzungsfaktors in Form einer Auswahl eines Kabel-Typs oder der Eingabe eines eigenen Wertes
VF-Kabeltyp: Angabe eines Verkürzungsfaktors durch Selektion eines Kabel-Typs
VF-Eigener-Wert: Angabe eines Verkürzungsfaktors durch Eingabe eines eigenen Wertes
Referenz-Impedanz: Aktuell eingestellte Referenz-Impedanz; der FA-VA6 führt bei einer Änderung des Wertes eine komplette Renormierung der gemessenen Streuparameter durch. Beeinflusst werden der Streuparameter S11 und alle daraus berechneten Werte, nicht jedoch das Stehwellenverhältnis SWV und die Anzeige der angeschlossenen Impedanz Z
Impedanz-Modell: Auswahl des verwendeten Ersatzschaltbildes für die Detailanzeige bei aktiviertem Marker
Messmodus: Einstellung des Modus *Schnell*, *Ausgewogen*, *Präzise*, welches die Komplexität der digitalen Signalverarbeitung definiert und Messdauer zu Genauigkeit ausbalanciert
Anzeige Frequenzbänder: Ein- und Ausschalten der grafischen Anzeige der Amateurfunkbänder nach selektierter *IARU-Region*
SWV Marker Auto: Setzt einen aktivierten Marker nach einem neuen Messdurchlauf auf das SWV-Minimum

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

■ Zeitbereich-Betriebsmodus

Mit dem Zeitbereich-Betriebsmodus können Kabelfehlstellenmessungen durchgeführt werden. So lassen sich schnell fehlerhafte Adapter, Kurzschlüsse oder Quetschungen in einem Kabel und ähnliches ermitteln und örtlich genau zuordnen. Darüber hinaus kann die Impedanz von Kabeln und deren örtlicher Verlauf bestimmt werden, sodass Kabel unterschiedlicher Impedanz schnell identifiziert werden können. Weiterhin kann mit diesem Modus die Länge von Kabeln einfach ermittelt werden.

Praktisch misst der FA-VA6 über einen großen Frequenzbereich (Übertragungsfunktion) zunächst die Reflexionen an einem angeschlossenen Messobjekt. Dann werden diese Messwerte mathematisch in den Zeitbereich transformiert (Impulsantwort). Die Impulsantwort entspricht dem Messverfahren im Zeitbereich, bei dem ein sehr kurzer Spannungsimpuls an einem Messobjekt eine Reaktion hervorruft. Die resultierende Reaktion ist die Impulsantwort. Durch diese ist die Anzeige von Reflexionen entlang einer Laufzeit möglich. Mit bekanntem Verkürzungsfaktor können so Reflexionen einer Entfernung/Distanz zugeordnet werden. Die maximale Messzeit/Messstrecke wird über die Anzahl der Frequenzmesspunkte definiert. Zusätzlich können über eine weitere mathematische Berechnung (Sprungantwort) auch die Impedanz des Messobjektes angezeigt werden. Näheres ist [6] zu entnehmen.

Der Modus ermöglicht die folgenden Messungen, welche zyklisch durch Betätigung der Taste ↵ durchgeschaltet werden können:

- **IR** Messung der Impulsantwort (Reflexionen) entlang einer Strecke (Ausschnitt)
- **IR** Messung der Impulsantwort (Reflexionen) in dB entlang einer Strecke (Ausschnitt)
- **SR** Messung der Sprungantwort entlang einer Strecke (Ausschnitt)
- **SRZ** Messung der Sprungantwort (Impedanz) in Ohm entlang einer Strecke (Ausschnitt)

Das Durchschalten mit der Taste ↵ startet keinen neuen Messablauf, sondern nur eine Berechnung der angezeigten Werte. Das Starten und Stoppen eines neuen Messablaufs werden im nächsten Absatz beschrieben.

Der Zeitbereich-Betriebsmodus startet nach Aufruf mit einer einmaligen Messung. Mittels der Taste 1 kann eine Dauermessung gestartet und angehalten werden. Die Taste 0 startet eine einmalige Messung. Wegen des mehrstufigen, teils längeren Messablaufs bietet sich die Verwendung eines jeweils einmaligen Messablaufs an.

Die angezeigten Messparameter entsprechen denen des Einzelfrequenz-Betriebsmodus:

- **Z0** aktuell eingestellte Referenz-Impedanz
- **KAL** aktuell verwendete SOL-Kalibrierung
- **STD** Modell der aktuell verwendeten Kalibrierung
- **Port-Erw** aktuell verlegte Bezugsebene der Kalibrierung in Zeit und Länge

Mit den Tasten ▲ ▼ kann der Ausschnitt reduziert und vergrößert werden. Mit den Tasten ◀ ▶ lässt sich der Ausschnitt verschieben. Auch diese Funktionen sind der Logik nach verriegelt. So kann beispielsweise ein Ausschnitt nicht über die maximal mögliche Messstrecke hinaus verschoben werden.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Über die Taste 3 kann wiederum die *Konfiguration* des Zeitbereich-Betriebsmodus aufgerufen werden, siehe weiter unten.
Mit der Taste 4 wird ein Marker eingeblendet. Der Marker wird durch einen weißen Kreis symbolisiert und kann mittels der Tasten ◀ ▶ entlang der Messkurve bewegt werden. Dabei werden im oberen Bereich die exakte Position an der Stelle des Markers und der jeweils zugehörige Messwert angezeigt.
Bei eingeschaltetem Marker kann die Skalierung der y-Achse (Messwerte) durch die Tasten ▲ ▼ geändert werden. Die gewählte Skalierung bleibt auch nach Abschaltung des Markers erhalten. Zusätzlich können bei eingeschaltetem Marker durch die Taste 5 Detailinformationen zu Messwerten an der Position des Markers ein- und ausgeblendet werden.
Die folgenden Darstellungen zeigen die einzelnen Messungen mit eingeschaltetem Marker:

Zeitbereich-Betriebsmodus: Impulsantwort

Die Messung der Impulsantwort nach Bild 34 zeigt Reflexionen entlang einer definierten Strecke. Unterbrechungen werden

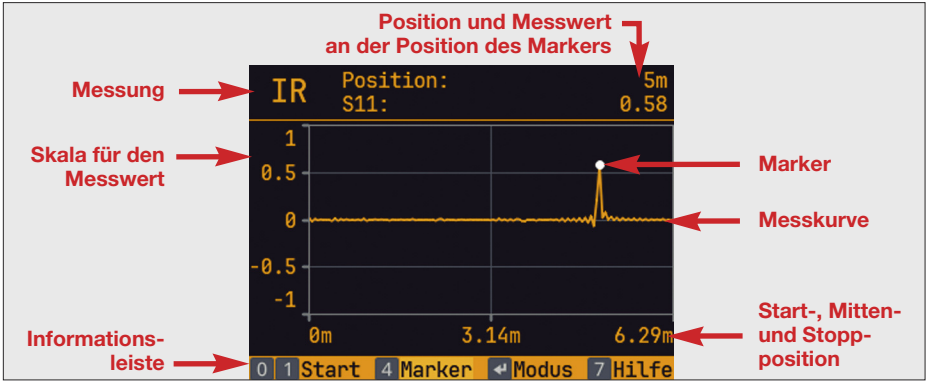


Bild 34: Zeitbereich-Betriebsmodus *Impulsantwort*

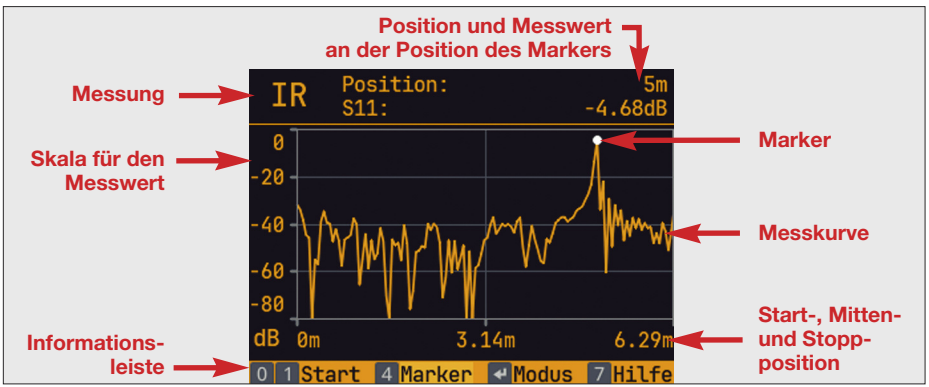


Bild 35: Zeitbereich-Betriebsmodus *Impulsantwort in Dezibel*

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

mit einem positiven Wert, Kurzschlüsse mit einem negativen Wert dargestellt. Eine Totalreflexion ergibt einen Wert der Impulsantwort von +1 bzw. –1. In der Praxis ist dieser Wert aufgrund von Verlusten, z. B. entlang eines Kabels, kleiner.

Zeitbereich-Betriebsmodus: Impulsantwort in Dezibel

Die Messung der Impulsantwort in Dezibel nach Bild 35 entspricht der vorherigen Messung, wobei nun der Betrag der Impulsantwort in Dezibel angezeigt wird. Die logarithmische Anzeige vereinfacht die Beurteilung der Relevanz der Reflexionen.

Zeitbereich-Betriebsmodus: Sprungantwort

Die Anzeige der Sprungantwort nach Bild 36 resultiert aus einer mathematischen Operation, der Integration der Impulsantwort. Im übertragenen Sinne wurde für die Messung im Zeitbereich kein Spannungsimpuls, sondern ein Spannungssprung verwendet. Somit ist der Messung ein Gleichanteil überlagert, welcher unter anderem die Auswertung der Impedanz ermöglicht. Die Messung eignet sich, um Änderungen

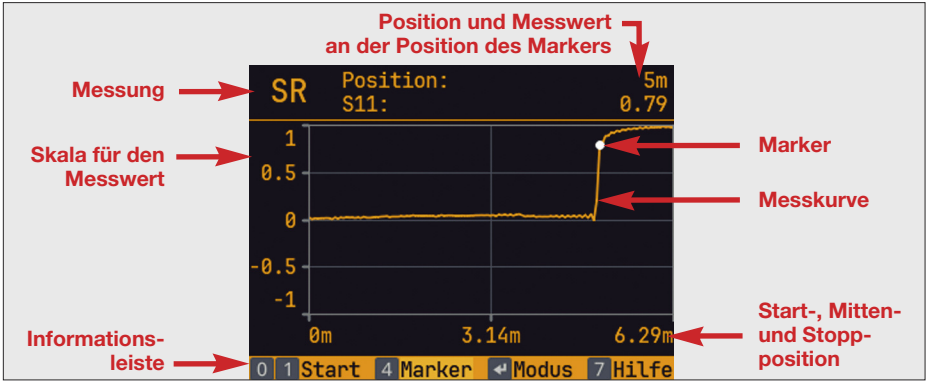


Bild 36: Zeitbereich-Betriebsmodus *Sprungantwort*

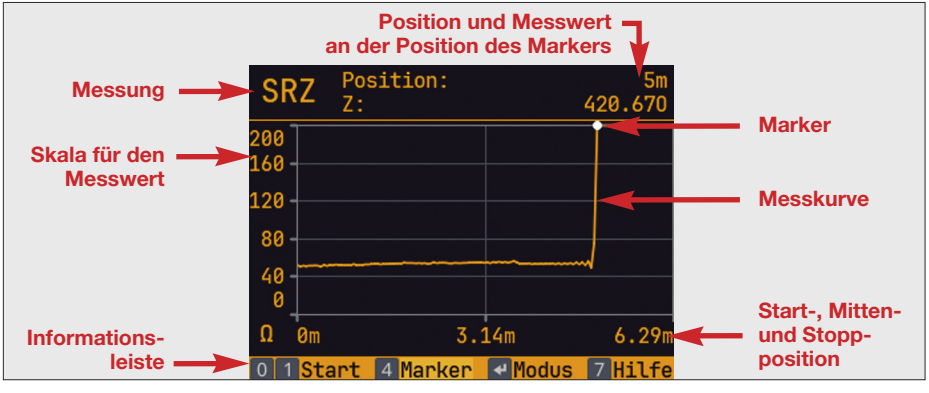


Bild 37: Zeitbereich-Betriebsmodus *Sprungantwort Impedanz Z*

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

über Strecken darzustellen (siehe Anwendungsbeispiele). Für die korrekte Funktion ist die Kenntnis der Gleichspannungs-Impedanz (Z_0) wichtig. Unter *Konfiguration* kann diese daher bei Bedarf manuell eingetragen werden.

Zeitbereich-Betriebsmodus: Sprungantwort Impedanz Z

Die Anzeige der Sprungantwort als Impedanz Z entlang einer Strecke zeigt Bild 37.

Zeitbereich-Betriebsmodus: Detailansicht

Aus jeder Messung kann, nach Aktivierung des Markers mittels der Taste 4, über die Taste 5 eine Detailinformation zu Messwerten an der Position des Markers, siehe Bild 38, ein- und ausgeblendet werden.

Zeitbereich-Betriebsmodus: Hilfe-Funktion

Wie schon zuvor blendet die Taste 7 eine Hilfefunktion ein und aus. Bild 39 zeigt die Hilfefunktion, welche selbsterklärend ist.



Bild 38: Zeitbereich-Betriebsmodus *Detailinformation*

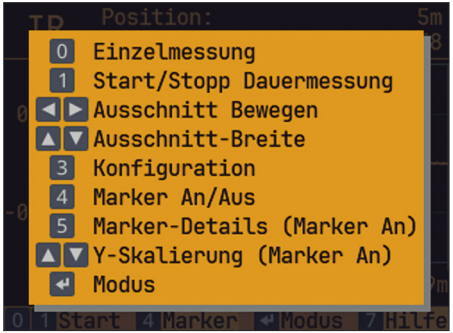


Bild 39: Hilfefunktion des Zeitbereich-Betriebsmodus

Zeitbereich-Betriebsmodus: Konfiguration

Über die Taste 3 kann die Konfiguration des Zeitbereich-Betriebsmodus nach Bild 40 aufgerufen werden.
Die Parameter unterscheiden sich teilweise vom Multifrequenz-Betriebsmodus.
Die Parameter bedeuten:
Anzahl Werte: Einstellung der Anzahl Werte der Messung
Fensterung: Aktivierung einer Hann-Fensterung in der Berechnung
Z0-Selektion: Selektion der Methode *Auto-Berechn.* oder *Eigener Wert* zur Einstellung der Gleichspannungs-Impedanz Z_0; wirkt sich auf die Sprungantwort aus
ZO-Eigener-Wert: Angabe einer Gleichspannungs-Impedanz (Z_0) durch Eingabe eines eigenen Wertes
Auswahl Kalibrierung: Auswahl einer erstellten Kalibrierung, soweit vorhanden, mit den Optionen *Master*, *Fabrik* und *Keine*; Hinweis: Der Zeitbereich-Betriebsmodus verwendet keine aktuelle Kalibrierung
Port-Erw. Zeit: Einstellung einer Verlagerung der Bezugsebene mit Angabe in Nanosekunden
Port-Erw. Länge: Einstellung einer Verlagerung der Bezugsebene mit Angabe in

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Metern; dieser Wert ist abhängig vom Verkürzungsfaktor

VF-Selektion: Selektion der Eingabe eines Verkürzungsfaktors in Form einer Auswahl eines Kabeltyps oder der Eingabe eines eigenen Wertes

VF-Kabeltyp: Angabe eines Verkürzungsfaktors durch Selektion eines Kabeltyps

VF-Eigener-Wert: Angabe eines Verkürzungsfaktors durch Eingabe eines eigenen Wertes

Messmodus: Einstellung des Modus *Schnell*, *Ausgewogen*, *Präzise*, welcher die Komplexität der digitalen Signalverarbeitung definiert und Messdauer zu Genauigkeit ausbalanciert

Die Einstellung *Anzahl Werte* führt zu einer definierten maximalen Messstrecke. Je mehr Werte gemessen werden, desto länger dauern Messung und Berechnung. Die Anzahl der Werte ist daher so zu wählen, dass die zu untersuchende Strecke vollständig erfasst wird. Die Länge dieser Strecke kann der x-Achse des Diagramms entnommen werden.

Die optionale Aktivierung *Fensterung* unterdrückt bei einer Reflexion die Anzeige von Vor- und Nachschwingern, allerdings wird der angezeigte Impuls breiter.

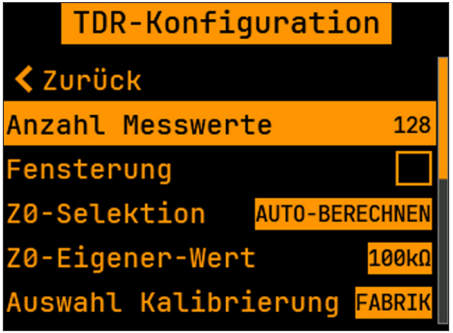


Bild 40: Parameter des Zeitbereich-Betriebsmodus

Weiterhin kann die Amplitude des angezeigten Impulses abweichen.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

■ Applikationen

Der FA-VA6 bietet eine Reihe von Applikationen, welche die Messung von typischen Anwendungsfällen erleichtern.

5-Band SWV

Die Applikation *5-Band SWV* ermöglicht die quasi-gleichzeitige Messung eines Stehwellenverhältnisses für fünf verschiedene Frequenzen. Damit ist der Abgleich einer Multiband-Antenne, bei der z. B. eine Längenänderung das SWV bei mehreren Frequenzen gleichzeitig beeinflusst, besonders einfach.

Bild 41 zeigt die entsprechende Anzeige. Das SWV wird jeweils numerisch und als Balken angezeigt. Die Messparameter entsprechen denen des Einzelfrequenz-Betriebsmodus:

Z0 aktuell eingestellte Referenz-Impedanz

KAL aktuell verwendete SOL-Kalibrierung

STD Modell der aktuell verwendeten Kalibrierung

Port-Erw. aktuell verlegte Bezugsebene der Kalibrierung in Zeit und Länge

Über die Taste 7 lässt sich wiederum die Hilfe-Funktion nach Bild 42 aktivieren.

Die Konfiguration, erreichbar über die Taste 3, unterscheidet sich von der Konfiguration des Einzelfrequenz-Betriebsmodus im Wesentlichen nur in der Einstellung der fünf Frequenzen, siehe Bild 43.

Die einstellbaren Parameter sind:

Frequenz 1: Einstellung der ersten Messfrequenz

Frequenz 2: Einstellung der zweiten Messfrequenz

Frequenz 3: Einstellung der dritten Messfrequenz

Frequenz 4: Einstellung der vierten Messfrequenz

Frequenz 5: Einstellung der fünften Messfrequenz

Aktuelle-Kalibrierung: *Aktuelle Kalibrierung* mittels SOL-Kalibrierelementen, gül-

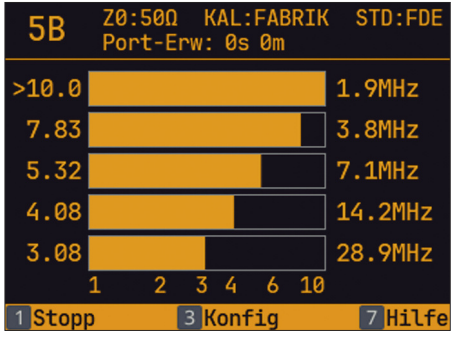


Bild 41: Applikation *5-Band SWV*

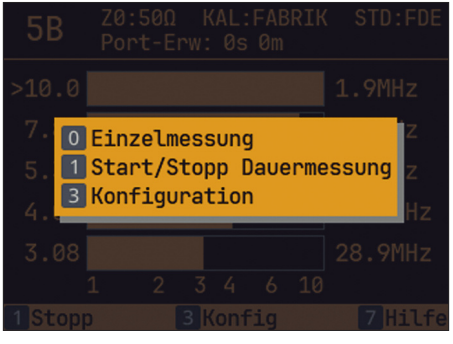


Bild 42: 5-Band-SWV-Hilfefunktion

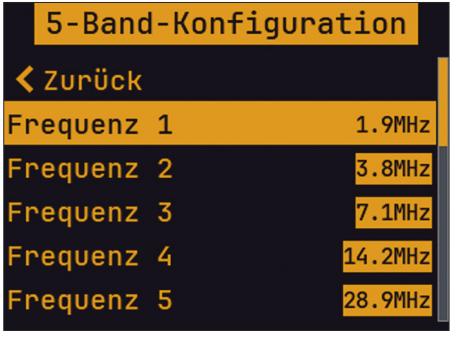


Bild 43: Konfiguration *5-Band SWV*

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

tig für den 5-Band-Betriebsmodus
Aktuelle-Standards: Einstellung von Parametern der verwendeten SOL-Kalibrierelemente; die Parameter sind den jeweiligen Informationen der Kalibrierelemente zu entnehmen
Auswahl Kalibrierung: Auswahl einer erstellten Kalibrierung, soweit vorhanden, mit den Optionen *Aktuelle*, *Master*, *Fabrik* und *Keine*
Port-Erw. Zeit: Einstellung einer Verlagerung der Bezugsebene mit Angabe in Nanosekunden
Port-Erw. Länge: Einstellung einer Verlagerung der Bezugsebene mit Angabe in Metern; dieser Wert ist abhängig vom Verkürzungsfaktor
VF-Selektion: Selektion der Eingabe eines Verkürzungsfaktors in Form einer Auswahl eines Kabeltyps oder der Eingabe eines eigenen Wertes
VF-Kabeltyp: Angabe eines Verkürzungsfaktors durch Selektion eines Kabeltyps
VF-Eigener-Wert: Angabe eines Verkürzungsfaktors durch Eingabe eines eigenen Wertes
Referenz-Impedanz: Aktuell eingestellte Referenz-Impedanz; der FA-VA6 führt bei einer Änderung des Wertes eine komplette

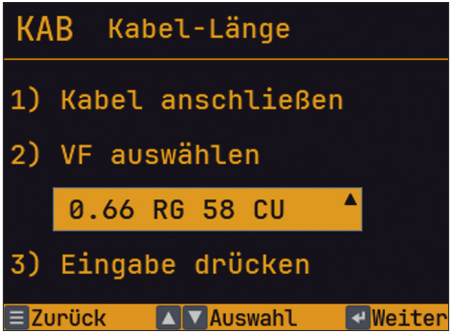


Bild 44: Applikation *Kabel-Länge*

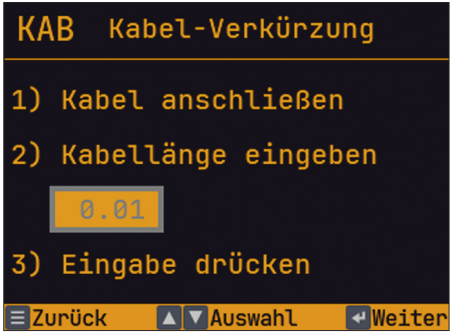


Bild 45: Applikation *Kabel-Verkürzung*

Renormierung der gemessenen Streuparameter durch. Beeinflusst werden der Streuparameter S11 und alle daraus berechneten Werte, nicht jedoch das Stehwellenverhältnis SWV und die Anzeige der angeschlossenen Impedanz Z
Aktualisierungsrate: Umschaltung zwischen schneller und langsamer Messrate

Kabel-Länge

Die Applikation *Kabel-Länge* erlaubt die Ermittlung der Länge eines Kabels bei bekanntem Verkürzungsfaktor nach Bild 44.
Die Durchführung ist weitestgehend selbsterklärend. Es kann ein Kabel mit offenem oder kurzgeschlossenem Ende vermessen werden. Nach Eingabe des Verkürzungsfaktors wird die Art des Abschlusses und die ermittelte mechanische Länge angezeigt. Es können Kabel, je nach Verkürzungsfaktor, mit einer Länge von ca. 0,5 m bis 100 m vermessen werden.

Kabel-Verkürzung

Die Applikation *Kabel-Verkürzung* erlaubt die Ermittlung des Verkürzungsfaktors eines Kabels bei bekannter mechanischer Länge nach Bild 45.
Die Durchführung wird in den jeweiligen Schritten erklärt. Es kann ein Kabel mit offenem oder kurzgeschlossenem Ende vermessen werden. Nach Eingabe der

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

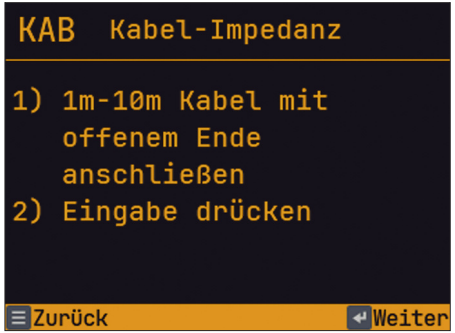


Bild 46: Applikation *Kabel-Impedanz*

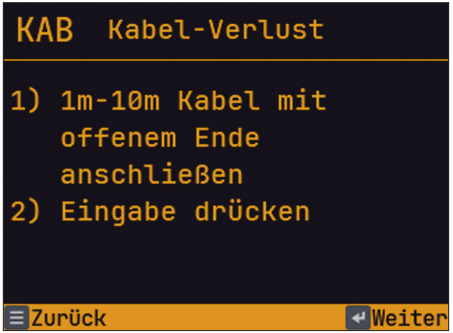


Bild 47: Applikation *Kabel-Verlust*

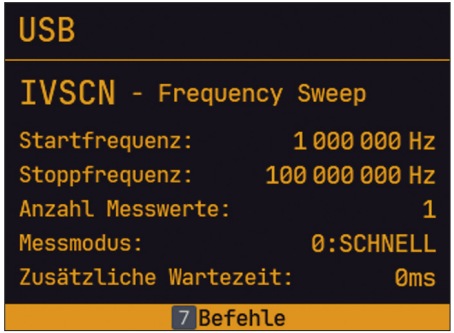


Bild 48: USB-Modus

Länge wird die Art des Abschlusses und der ermittelte Verkürzungsfaktor angezeigt. Es können Kabel mit einer Länge von ca. 0,5 m bis 100 m vermessen werden.

Kabel-Impedanz

Die Applikation *Kabel-Impedanz* erlaubt die Ermittlung des Wellenwiderstandes eines Kabels nach Bild 46.
Es können Kabel von ca. 1 m bis 10 m vermessen werden. Zunächst ist das zu testende Kabel mit einem offenen Ende anzuschließen. Ein weiterer Messschritt, hier nicht gezeigt, fordert zur Messung des gleichen Kabels mit kurzgeschlossenem Ende auf. Nach Durchführung der zweiten Messung wird der ermittelte Wellenwiderstand des Kabels angezeigt. Zusätzlich wird die Frequenz angezeigt, bei dem die elektrische Kabellänge einem Achtel der Wellenlänge entspricht. Aus dieser können Rückschlüsse auf den Zusammenhang zwischen mechanischer Länge und Verkürzungsfaktor gegezogen werden.

Kabel-Verlust

Die Applikation *Kabel-Verlust* erlaubt die Ermittlung des Verlustes des angeschlossenen Kabels für fünf charakteristische Frequenzen nach Bild 47.
Zunächst ist das zu testende Kabel mit einem offenen Ende anzuschließen. Ein weiterer Messschritt, hier nicht gezeigt, fordert zur Messung des gleichen Kabels mit kurzgeschlossenem Ende auf. Nach Durchführung der zweiten Messung wird der ermittelte Verlust des Kabels für die fünf Frequenzen 10 MHz, 30 MHz, 50 MHz, 100 MHz und 200 MHz angezeigt. Diese Frequenzen entsprechen den gängigen Angaben in Datenblättern von Kabeln. Die tatsächliche mechanische Länge ist bei einem Vergleich zu berücksichtigen.

■ USB-Modus

Der USB-Modus erlaubt die Steuerung des FA-VA6 über ein angeschlossenes USB-

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Kabel nach Bild 48. Es sind keine Parametereinstellungen vorhanden.
Beim Anschließen des FA-VA6 an einen PC über ein USB-Kabel erscheint ein Hinweis mit der Frage, ob in den USB-Modus gewechselt werden soll. Diese Abfrage lässt sich über *USB-Verb.-Hinweis* im Menü *Einstellungen* deaktivieren.
In der Anzeige nach Bild 48 wird der jeweils letzte über USB erhaltende Steuerbefehl angezeigt. Eine Hilfefunktion, erreichbar über die Taste 7, zeigt eine Kurzerläuterung der möglichen Befehle an.
Die Steuerung über die beschriebenen Befehle kann mit einem Terminalprogramm oder über eine andere Software erfolgen. Die umfangreiche Software VNWA wurde zur Steuerung des FA-VA6 angepasst. Details finden sich im späteren Kapitel *VNWA-Software für den FA-VA6*.

Frequenzgenerator

Der Betriebsmodus *Frequenzgenerator* ermöglicht die Nutzung des FA-VA6 als einfachen Signalgenerator im Frequenzbereich bis 200 MHz nach Bild 49. Mit den Tasten ◀ ▶ kann durch Drücken oder Halten die Generatorfrequenz verändert werden. Mit der Taste 2 kann die Frequenz eingestellt werden. Die Taste 1 aktiviert oder deaktiviert den Signalausgang. Das Ausgangssignal an der BNC-Buchse ist ein Rechtecksignal.
Wie schon zuvor blendet die Taste 7 eine Hilfefunktion ein oder aus; diese ist selbsterklärend, siehe Bild 50.

Uhr

Bild 51 zeigt den Betriebsmodus *Uhr*. Neben Datum, Wochentag und Uhrzeit wird, sofern hinterlegt, auch das in den Einstellungen eingegebene Rufzeichen angezeigt.

SOL-Kalibrierung

Eine der Stärken des FA-VA6 sind die umfangreichen Möglichkeiten zur Kalibrie-

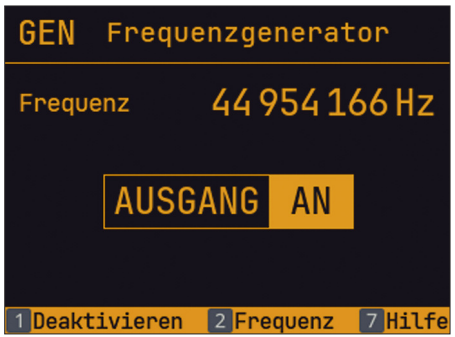


Bild 49: Frequenzgenerator

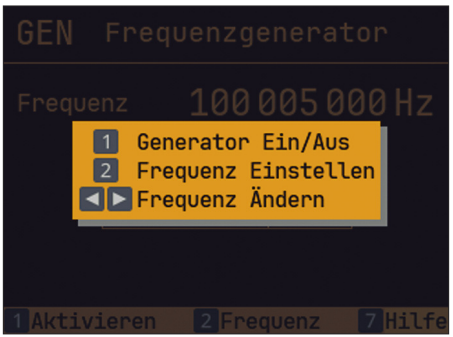


Bild 50: Frequenzgenerator-Hilfefunktion



Bild 51: Anzeige im Betriebsmodus Uhr

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

rung. Für den Einsteiger mögen die Zusammenhänge manchmal kompliziert erscheinen. Daher verfügt der FA-VA6 ab Werk über eine *Fabrik-Kalibrierung*, die mit Bezug auf die BNC-Buchse erfolgte und sofort direkte Messungen erlaubt.

Allerdings erschließen sich die volle Genauigkeit und weitere Anwendungsfälle erst durch die Nutzung der zusätzlichen Kalibriermöglichkeiten des FA-VA6. Wie im Kapitel *Funktionsprinzip* erläutert, dient die Kalibrierung der Ermittlung von Werten für eine Fehlerkorrektur bezogen auf eine bestimmte Bezugsebene. Dafür werden drei verschiedene Kalibrierelemente, hier Short, Open und Load (SOL) benötigt. Die Bezugsebene ergibt sich genau dort, wo die drei Kalibrierelemente vermessen wurden. Für diesen örtlichen Punkt gilt nun ein ermitteltes Fehlernetzwerk und alle weiteren Messungen gehen von dieser Bezugsebene aus. Durch den Ansatz einer Bezugsebene können Kabel, z.B. Antennenzuleitungen, mit einbezogen werden und die Messwerte geben dann die Verhältnisse am Ende des Kabels wieder.

Für die Kalibrierung ist stets an der Bezugsebene nacheinander ein Short-, Open- und Load-Kalibrierelement anzuschließen und zu vermessen. Dieser Vorgang ist im FA-VA6 menügeführt abgebildet und selbsterklärend. Im Verlauf ist anzugeben, welche Parameter für die Kalibrierelemente verwendet werden sollen. Es gibt zwei Modelle:

IDEAL Ideales Modell; hier werden für Short 0 Ω (S11 = –1+J0), für Open ein unendlich hoher Wert in Ohm (S11 = 1+J0) und für Load 50 Ω (S11 = 0+J0) angenommen.

FDE Frequenzabhängiges Modell; hier ändern sich die Werte der Kalibrierelemente mit der Frequenz. Das Modell kann im Hilfedokument der Software VNWA [4], dort als *Simple Model* bezeichnet, nachvollzogen werden.

Für das zweite Modell *FDE* unterscheiden sich die Werte je Exemplar, zumindest für das Load-Element. Diese sind daher individuell auszumessen und dem FA-VA6 mitzuteilen. Diese Werte liefert der Hersteller der Kalibrierelemente, oder sie sind mit einem kalibrierten Gerät hoher Präzision auszumessen.

Für eine erhöhte Flexibilität bietet der FA-VA6 drei verschiedenen Kalibrierungen an, die durch den Anwender über die Konfiguration eines Betriebsmodus gewählt werden können. Diese drei Kalibrierungen sind:

Fabrik Diese Kalibrierung bezieht sich auf die Bezugsebene der BNC-Buchse und wurde bereits im Werk durchgeführt. Sie ist jedoch, für den Fall des Wechsels der Buchse, im Menü *Erweiterte Einstellungen* erneut durchführbar. Sie beruht auf Stützstellen. Für Messungen an Frequenzwerten außerhalb der Stützstellen werden die Korrekturwerte interpoliert.

Master Diese Kalibrierung entspricht der Kalibrierung *Fabrik*, kann jedoch durch den Anwender ergänzend, z.B. zur Einbeziehung eines Adapters, genutzt werden.

Aktuell Diese Kalibrierung existiert jeweils individuell für die Betriebsmodi *Einzelfrequenz*, *Multifrequenz* und *5-Band*. Es werden Korrekturwerte exakt für die jeweiligen Messfrequenzen ermittelt. Diese Kalibrierung liefert potenziell die höchste Genauigkeit.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Ergänzend sei erwähnt, dass der FA-VA6 zunächst immer automatisch die beste zur Verfügung stehende Kalibrierung wählt. Dabei geht *Aktuelle* vor *Master* vor *Fabrik*. Der Anwender kann die automatische aber durch eine explizite Wahl ersetzen, wie vorher beschrieben.
Eine Änderung von Parametern, z.B. der Messfrequenz, invalidiert eine durchgeführte *Aktuelle-Kalibrierung*. Für den Zeitbereich-Betriebsmodus und für die meisten Applikationen werden stets die *Master-* oder die *Fabrik-Kalibrierung* verwendet.
Die *Aktuellen Kalibrierungen* sind stets über die *Konfiguration* des entsprechenden Betriebsmodus, die *Master-Kalibrierung* ist über das Einstellungsmenü und die *Fabrik-Kalibrierung* über das Menü *Erweiterte Einstellungen* erreichbar. Der Kalibriervorgang selbst ist in jedem Fall gleich. Bild 52 zeigt exemplarisch den ersten Schritt der menügeführten Kalibrierung im Multifrequenz-Betriebsmodus.

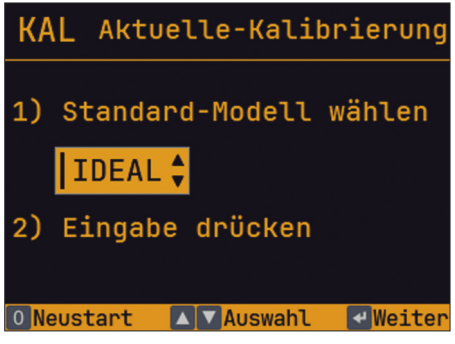


Bild 52: *Aktuelle Kalibrierung* – erster Schritt

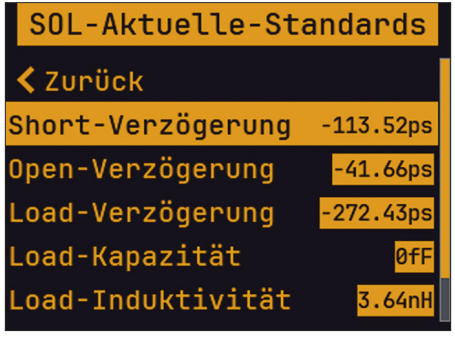


Bild 53: *Aktuelle-Kalibrierung* – Einstellung der Parameter der Kalibrierelemente

Zunächst ist das verwendete Modell der Parameter für die Kalibrierelemente, siehe nächster Abschnitt, anzugeben und mit der Taste ↵ zu bestätigen. Dann ist das Short-Element anzuschließen und der Vorgang mit der Taste ↵ zu bestätigen. Es folgen jeweils der Anschluss des Open- und des Load-Elements und die Bestätigung des jeweiligen Vorgangs mit der Taste ↵.
Vor der Kalibrierung können bei Verwendung des frequenzabhängigen Modells FDE die Parameter des Modells eingegeben werden. Solch eine Eingabe geschieht in der Regel nur einmal, da ja zumeist die gleichen Kalibrierelemente verwendet werden. Bild 53 zeigt dies für Standards für eine *Aktuelle-Kalibrierung*.
Die Eingaben entsprechen der Struktur des weiter oben beschriebenen FDE-Modells und sind exakt wie aufgeführt einzugeben. Bei den als Zubehör erhältlichen Präzisions-BNC-Kalibrierelementen sind die Werte auf einem Beipackzettel angegeben.

■ Speichern und Laden von Datensätzen

Der FA-VA6 kann für Messungen des Multifrequenz-Betriebsmodus die gemessenen und kalibrierten Datensätze speichern. Die gespeicherten Datensätze können durch andere Programme, z.B. durch die Software VNWA (siehe späteres Kapitel), über die USB-Schnittstelle abgerufen werden. Weiterhin lassen sich gespeicherte Datensätze auf dem Gerät anzeigen.
Es existieren Speicherplätze für 16 Daten-

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

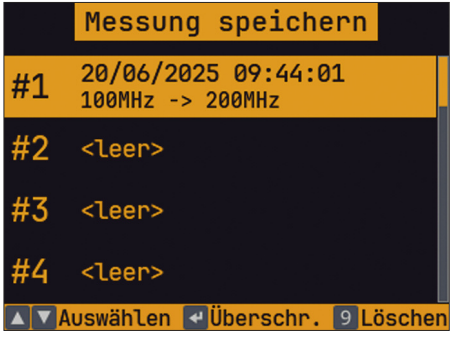


Bild 54: Speichern von Messdaten

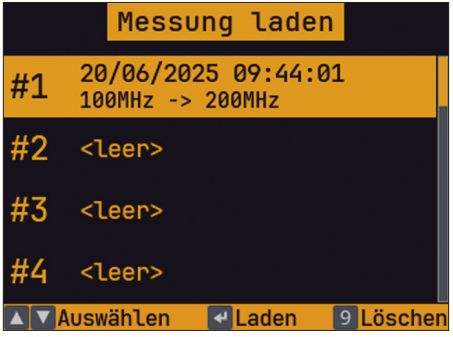


Bild 55: Laden von Messdaten

sätze. Die Speicherfunktion kann über die Taste 8 aufgerufen werden. Bild 54 zeigt die entsprechende Anzeige. Mit den Tasten ▲ ▼ kann ein Speicherplatz selektiert werden.

Für einen belegten Speicherplatz werden der Zeitstempel zum Zeitpunkt des Speicherns und die verwendete Frequenzspanne angezeigt. Mittels der Taste ↵ kann der aktuelle Datensatz gespeichert werden. Bei einem belegten Platz findet vor einem Überschreiben eine Sicherheitsabfrage statt. Es können auch jederzeit mit der Taste 9 die Daten eines Speicherplatzes gelöscht werden. Auch hier findet vorab eine Sicherheitsabfrage statt.

Hinweis: Der FA-VA6 arbeitet intern mit 101 Abtastwerten, damit Start-, End- und Mittenfrequenz sowie alle Zwischenwerte optimal abgebildet werden. Aus Kompatibilitätsgründen mit dem Vorgänger FA-VA5 werden durch die Software VNWA aber nur die ersten 100 Werte geladen. Der letzte Wert wird verworfen.

Die Anzeige für das Laden von Speichersätzen nach Bild 55 entspricht dem beschriebenen Bedienkonzept. Die geladenen Messdaten werden im Multifrequenz-Betriebsmodus angezeigt. Die Aktionen ergeben sich wie üblich aus der Informationsleiste und der Hilfefunktion.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

■ Messbeispiele

Die folgenden Messbeispiele sollen auch dem weniger versierten Anwender eine schnelle Nutzung des FA-VA6 ermöglichen und sind in keiner Weise als abschließend zu betrachten. Im Internet und in der Literatur finden sich vielfältige weitere Anwendungsfälle für Messungen mit vektoriellen Eintor-Analysatoren. Für eine einfache SWV-Messung an einer Antenne sei auch auf das Kapitel Schnelleinstieg verwiesen.

Fehlstellenmessung an einer Antennenzuleitung

Es wird eine ca. 60 m lange Antennenzuleitung mit dem Kabeltyp H155 vermessen. Die Antennenzuleitung hat zwei eingebaute Übergangsadapter, einen nach wenigen Metern und einen etwa in der Mitte der Zuleitung. Am Ende der Antennenzuleitung ist ein Automatikkoppler angeschlossen, der die Zuleitung im Ruhezustand auf Masse legt.

Nach Auswahl von *Zeitbereich (TDR)* ist zunächst die Anzahl der Messwerte über die Konfiguration zu erhöhen. Es werden 2048 Werte ausgewählt, da sich dadurch eine maximale Messstrecke von 101,33 m ergibt. Weiterhin wird in der Konfiguration die Selektion des Verkürzungsfaktors auf *Kabeltyp* geändert und das entsprechende Kabel *H155* ausgewählt. Durch den größeren Verkürzungsfaktor ändert sich auch die maximale Messstrecke auf eine Länge von 122,82 m.

Der nächste Schritt ist optional und verbessert die Genauigkeit bei der späteren Messung der *Sprungantwort Z*. Es ist bekannt, dass das Ende der Antennenzuleitung auf Masse liegt. Daher wird in der Konfiguration unter *Z0-Selektion* die Einstellung *Eigener Wert* gewählt und dieser Wert unter *Z0-Eigener-Wert* auf 0 Ω gesetzt. Bei offenem Ende wäre hier ein hoher Wert von z.B. 1000 Ω einzutragen. Mit der Standardeinstellung *Auto-Berechn.* unter *Z0-Selektion* ermittelt der FA-VA6 diesen Wert automatisch aus einer eigenen Messung.

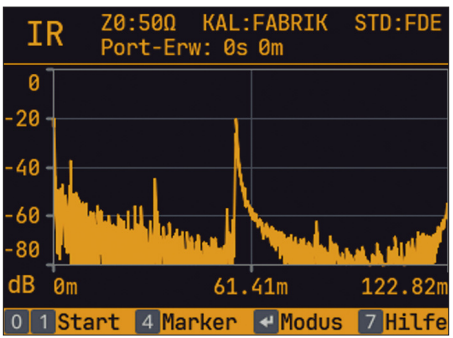


Bild 56: Messung der Antennenzuleitung: Gesamtansicht der *Impulsantwort dB*

Die Messung *Impulsantwort* zeigt nur einen kleinen negativen Ausschlag. Daher wird auf die Messung *Impulsantwort dB* umgeschaltet. Es ergibt sich die Anzeige nach Bild 56.

Umso näher die Werte der Impulsantwort bei 0 dB sind, desto stärker ist eine Reflexion. Offensichtlich ergibt sich eine relativ starke Reflexion knapp vor 60 m. Zwei weitere, kleinere zeigen sich vor dieser starken Reflexion.

Zur örtlichen Lokalisierung können nun der Marker zugeschaltet und die Störstellen „angefahren“ werden. Die drei Reflexionen werden den Entfernungen 5,3 m, 31,4 m und 56,6 m zugeordnet. An den genannten Entfernungen befinden sich die beiden Adapter und der Endpunkt der Zuleitung am Automatikkoppler. Alternativ kann mit ausgeschaltetem Marker mithilfe der Pfeiltasten der zu betrachtende Ausschnitt der Messstrecke in Länge und Lage ausgewählt werden. Dieses bietet sich immer

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

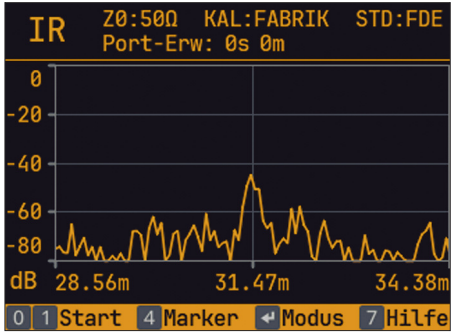


Bild 57: Messung der Antennenzuleitung – Ausschnitt der *Impulsantwort dB*

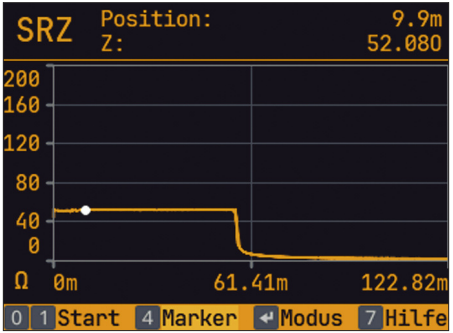


Bild 58: Messung der Antennenzuleitung – *Sprungantwort Z*

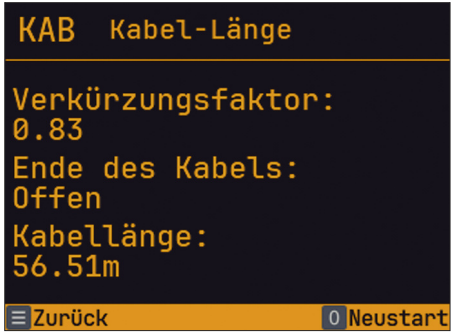


Bild 59: Anzeige des Ergebnisses der Applikation *Kabel-Länge*

dann an, wenn örtliche Bereiche näher untersucht werden sollen. Für die zweite Reflexion ergibt sich beispielsweise der Ausschnitt nach Bild 57.

Hier lässt sich die Überlagerung zweier Impulse erkennen, da hier durch den eingefügten Adapter ein mehrfacher Übergang vorliegt. Tatsächlich wird ein Female-Female-Adapter verwendet. Von den Werten her ist für die erste und zweite Reflexion aber zu sagen, dass die Störstellen von der Relevanz her gering sind.

Interessant ist auch die Anzeige der Messung der Sprungantwort als Impedanz Z über die Gesamtstrecke, siehe Bild 58. Deutlich ist am Ende der Zuleitung der Impedanzsprung vom Wellenwiderstand des Kabels, ca. 52 Ω, auf 0 Ω erkennbar.

Parameter-Messung eines Kabels

Es sollen Länge und weitere Parameter eines Kabels vom Typ H2007 bestimmt werden. Zunächst ist die Länge einer Rolle Kabel zu ermitteln. Man kann dies mit dem Modus *Zeitbereich* (TDR), wie zuvor beschrieben, durchführen. Eine einfachere Alternative sind die Kabel-Applikationen.

Dazu wird, bei angeschlossenem Kabel, die Applikation *Kabel-Länge* gestartet. Nach Auswahl des Kabeltyps H2007 ergibt sich am Ende der Messung die Anzeige nach Bild 59.

Das Ende des Kabels wird als *Offen* identifiziert. Die Kabellänge wird mit 56,5 m angegeben. Ein Vergleich mit den aufgedruckten Angaben des Herstellers liefert eine Länge von 53 m. Solche Differenzen können sich beispielsweise durch einen abweichenden Verkürzungsfaktor ergeben.

Daher wird nunmehr ein kürzeres Stück desselben Kabeltyps vermessen. Es wird vorab eine mechanische Länge von 8,3 m bestimmt. Die Applikation *Kabel-Verkür-*

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

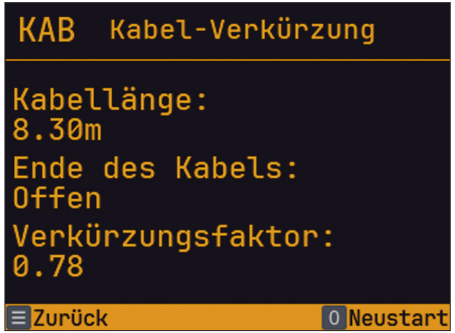


Bild 60: Anzeige des Ergebnisses der Applikation *Kabel-Verkürzung*

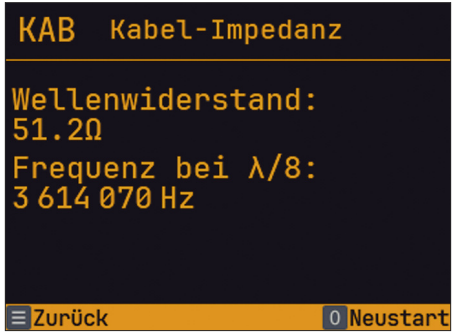


Bild 61: Anzeige des Ergebnisses der Applikation *Kabel-Impedanz*

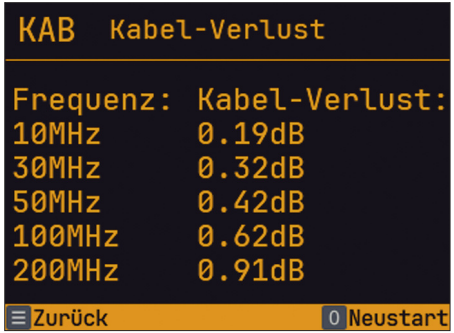


Bild 62: Anzeige des Ergebnisses der Applikation *Kabel-Verlust*

zung zeigt, nach Eingabe der Länge von 8,3 m, einen Messwert gemäß Bild 60.
Der angezeigte Verkürzungsfaktor ist 0,78 statt des im Datenblatt des Kabeltyps H2007 aufgeführten Faktors von 0,83. Mit diesem etwas anderen Verkürzungsfaktor ergäbe sich bei der ersten Messung auch der korrekte Wert von 53 m Länge.
Für das kürzere Kabel von 8,3 m Länge sollen nun noch der Wellenwiderstand und der Verlust bestimmt werden. Für beide Applikationen ist das Ende des Kabels jeweils einmal mit *Open* und einmal mit *Short* abzuschließen. Bei Wahl eines entsprechenden Adapters können dafür die vorhandenen Kalibrierelemente verwendet werden.
Für die Applikation *Kabel-Impedanz* zeigt Bild 61 das Ergebnis. Es wird ein Wellenwiderstand von 51 Ω ermittelt. Das Datenblatt zeigt für den Wellenwiderstand eine Spanne von 48 Ω bis 52 Ω auf.
Für die Applikation *Kabel-Verlust* sind die Ergebnisse nach Bild 62 anhand der tatsächlichen Kabellänge auf die üblichen Angaben pro 100 m umzurechnen. Das Datenblatt zeigt bei 10 MHz eine Dämpfung von 2,2 dB/100 m. Hier sind die angezeigten 0,19 dB/8,3 m auf 100 m umzurechnen. Die logarithmischen Werte können einfach addiert werden. Das ergibt in Summe 2,29 dB/100 m.

Messung an einer Spule

Für die Messung an Bauelementen bietet sich die Anfertigung oder der Kauf von Adaptern an. Für niedrige Frequenzen kann ein handelsüblicher Adapter BNC-auf-Bananenbuchsen verwendet werden. Als Kalibrierelemente werden dann ein bedrahteter 49,9-Ω-Widerstand als *Load* und ein Stück Silberdraht als *Short* verwendet. *Open* ist einfach ein Offenlassen der Buchsen. Eine aktuelle Kalibrierung wird daher so durchgeführt, dass die Kalibrierelemen-

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

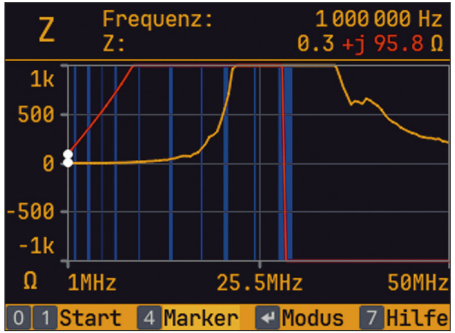


Bild 63: Messung einer Spule – Anzeige *Impedanz Z*

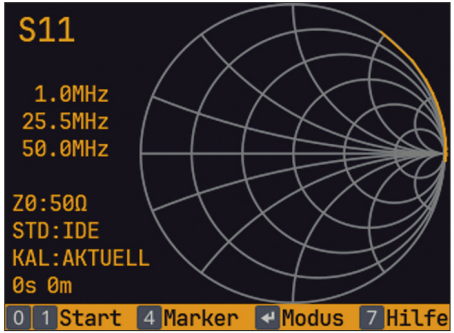


Bild 64: Messung einer Spule – Anzeige S11 *Smith-Diagramm*

te stets an den Schraubklemmen der Bananenbuchsen angeschlossen werden. Damit liegt die Bezugsebene anschließend an den Schraubklemmen der Bananenbuchsen. Hier wird nunmehr das Testobjekt angeschlossen und vermessen. Für mittlere Frequenzen bieten sich Adapter aus 2,54-mm-Buchsen und Headern an. Die Kalibrierelemente bestehen dann aus SMD-Widerständen.

Hier sollen nunmehr mit dem erstgenannten Adaptertyp die Werte einer selbstgewickelten Ringkernspule für den Kurzwellenbereich bestimmt werden. Es handelt sich um einen Ringkern T106-2 (rot) mit 33 Windungen Kupferlackdraht. Rechenprogramme im Internet weisen für diese Angaben eine Induktivität von 14,7 µH aus. Für einen Überblick zeigt Bild 63 das Ergebnis einer Messung Impedanz Z im Multifrequenz-Modus für die Spanne 1 MHz bis 50 MHz. Vorab wurde eine *Aktuelle-Kalibrierung*, wie oben beschrieben, durchgeführt. Dann wurde der Marker aktiviert und die y-Skalierung auf den maximalen Wert, hier 1000 Ω, geändert.

Das Messergebnis ist charakteristisch für eine Spule. Der Realteil der Impedanz Z, der Wirkwiderstand, steigt nur leicht mit der Frequenz an, nähert sich hier einem Maximum bei ca. 30 MHz und fällt dann wieder ab. Der Imaginärteil der Impedanz Z, der Blindwiderstand, steigt linear mit der Frequenz an, fällt dann aber hier bei ca. 30 MHz steil ins Negative. Diese Stelle ist die Eigenresonanzfrequenz der Spule. Bei noch höheren Frequenzen überwiegen Streukapazitäten und das Bauelement wirkt als Kondensator. An der Stelle der Resonanzfrequenz liegt ein Parallelschwingkreis vor. In der Regel ist das Bauelement als Spule nur links der Resonanzfrequenz einsetzbar. Dieses Verhalten lässt sich auch sehr gut in der Messung *S11 Smith-Diagramm*, nach Bild 64, nachvollziehen.

Die fast ideale Induktivität zeigt sich auf dem Kreis des Smith-Diagramms fast ausschließlich im oberen, induktiven Bereich des Diagramms und läuft dann bei höheren Frequenzen in den unteren, kapazitiven Bereich hinein.

Da die Spule im 30 m-Band bei 10,1 MHz eingesetzt werden soll, wird für eine Optimierung der Spule der *Einzelfrequenz-Betriebsmodus* mit der Messung *LCR-Meter* gewählt. Nach einer *Aktuelle-Kalibrierung*, wie vorher dargestellt, ergibt sich die Anzeige nach Bild 65. Dabei wird

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

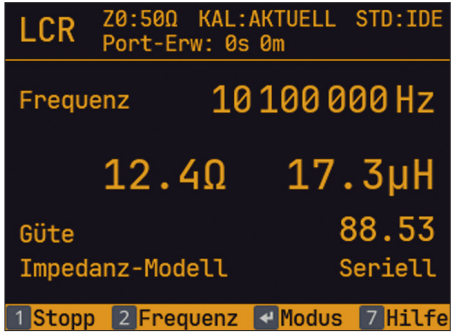


Bild 65: Messung einer Spule – Anzeige *LCR* im *Einzelfrequenz-Betriebsmodus*

in der *Konfiguration* das Impedanzmodell *Seriell* gewählt. Dadurch wird die Spule als Serienschaltung einer idealen Induktivität und eines idealen Wirkwiderstandes angenommen und die Werte des entsprechenden Ersatzschaltbildes werden angezeigt.

Bei der Zielfrequenz ergibt sich ein Verlustwiderstand von knapp über 10 Ω und eine Induktivität von 17,3 µH statt berechneter 14,7 µH. Abweichungen dieser Größenordnung sind durchaus gängig. Oftmals werden auch mittlere Werte angegeben. Bei einer Zielfrequenz von 5 MHz, hier nicht gezeigt, weist die betroffene Spule eine Induktivität von 15,8 µH auf. Aufgrund solcher Abweichungen ist es immer besser, ein selbst angefertigtes Bauelement für die betreffende Zielfrequenz zu vermessen.

SWV-Messung an einer Magnetantenne

Magnetantennen haben oft sehr schmale Resonanzstellen, die unter Umständen bei der Messung übersehen werden können. Im folgenden Beispiel wird eine Magnetantenne über eine 5 m lange Zuleitung vermessen. Zunächst ergibt sich bei einer Messung des SWV im *Multifrequenz-Betriebsmodus* für die Frequenzspanne 1 MHz bis 50 MHz das Bild 66. Dabei wurde der Marker aktiviert und mittels y-Skalierung der maximale Wert des SWV auf 100 eingestellt. Nur so lässt sich überhaupt erst ein durchgehendes SWV ablesen.

Anhand des Kurvenverlaufs kann man noch erahnen, dass die aktuelle Resonanz bei ca. 10 MHz liegt. Es kann aber auch sein, dass sich eine Resonanz gar nicht zeigt, weil sie zwischen zwei Messwerte fällt. Auch die Messung *Impedanz Z* nach Bild 67 hilft nicht weiter. Hier dominiert die Impedanz der Antennenzuleitung.

Erst die Festlegung der Mittenfrequenz

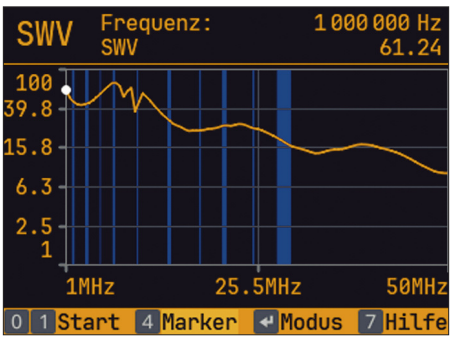


Bild 66: Messung einer Magnetantenne – SWV-Spanne 1 MHz bis 50 MHz

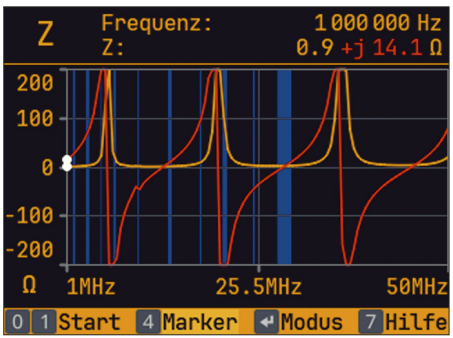


Bild 67: Messung einer Magnetantenne – *Impedanz-Z*-Spanne 1 MHz bis 50 MHz

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

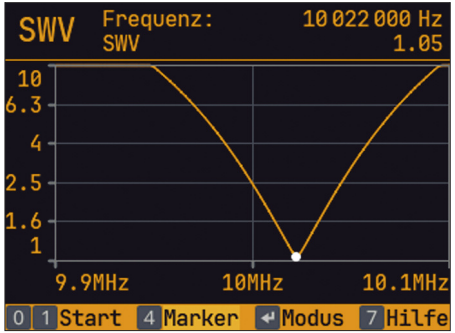


Bild 68: Messung einer Magnetantenne – SWV-Spanne 1 MHz bis 50 MHz

auf 10 MHz und die Einstellung einer Frequenzspanne von 200 kHz liefert das gewünschte Ergebnis nach Bild 68.
Bei 10,02 MHz wird das SWV zu 1,05 bestimmt. Bei dieser Magnetantenne beträgt die Bandbreite nur wenige Kilohertz. Messungen an sehr schmalbandigen Antennen erfordern daher unter Umständen etwas Geduld und Erfahrung.

■ Aktualisierung der Firmware

Steht eine neue Firmware zur Verfügung, so kann diese denkbar einfach geladen werden. Der FA-VA6 ist über USB an einen PC anzuschließen. Die Firmware wird als ausführbares Programm bereitgestellt, welches den angeschlossenen FA-VA6 automatisch erkennt und nach Bestätigung die neue Firmware aufspielt.

■ Pflegehinweise

Der FA-VA6 bedarf keiner besonderen Wartung und Pflege. Verschmutzungen sind mit einem feuchten Tuch zu entfernen. Von der Reinigung mit Mikrofasertüchern wird abgeraten, da diese insbesondere das Display beschädigen können.
Bei einer Reinigung des Gehäuses sollte bedacht werden, dass dieses nicht wasserdicht ist. Auf starke Lösungsmittel ist bei einer Reinigung grundsätzlich zu verzichten.
Bei Nichtgebrauch sollte der FA-VA6 in dem mitgelieferten Koffer gelagert werden. Ein zu hoher seitlicher Druck ist zu vermeiden, da dadurch der FA-VA6 versehentlich eingeschaltet werden könnte.
Bei einem längeren Nichtgebrauch über mehrere Monate hat sich eine Ladung des Akkumulators von 30 % bis 50 % als optimal herausgestellt. Zu hoch oder zu niedrig geladene Lithium-Ionen-Akkumulatoren können an Kapazität verlieren. Generell ist die Selbstentladung bei Lithium-Ionen-Akkumulatoren jedoch sehr gering.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

VNWA-Software für den FA-VA6

Für die Anbindung des FA-VA6 an den PC steht die von Thomas Baier, DG8SAQ, entwickelte Software VNWA zur Verfügung. VNWA wurde ursprünglich für den Zweitor-Netzwerkanalysator VNWA3 erstellt. Thomas Baier hat VNWA entsprechend an den FA-VA5 und FA-VA6 angepasst, sodass sich alle relevanten Eintor-Messungen und Auswertungen durchführen lassen. Darüber hinaus können Datensätze des FA-VA6 für Dokumentationszwecke und andere Aufgaben in VNWA importiert werden.

VNWA ist eine sehr umfangreiche Software, die auch für den erfahrenen Anwender kaum Wünsche offenlassen dürfte. Das Programm selbst ist ausschließlich in englischer Sprache verfügbar, die ausführliche Hilfedatei von VNWA ist jedoch auch in deutscher Sprache unter [4] erhältlich. Alle dort beschriebenen Eintor-Messungen (Zweipolmessungen) lassen sich auch mit dem FA-VA6 durchführen. Mit dem Duett VNWA und FA-VA6 steht somit ein vollwertiger Eintor-Messplatz bis 1 GHz zur Verfügung.

In dieser Bau- und Bedienungsanleitung können bei weitem nicht alle verfügbaren VNWA Funktionen beschrieben werden. Die Einführung beschränkt sich daher auf die Anbindung des FA-VA6 an den PC und VNWA, den Import von Datensätzen und auf ein einfaches Messbeispiel. Eine umfangreichere Einführung für den Vorgänger FA-VA5 ist unter [3] und [4] verfügbar. Alle dort beschriebenen Aspekte lassen sich entsprechend auf den FA-VA6 übertragen.

Das grundsätzliche Zusammenspiel von VNWA und FA-VA6 ist das Folgende: Windows stellt für den über USB angeschlossenen FA-VA6 einen virtuellen COM-Port zur Verfügung. Über diesen virtuellen COM-Port sendet VNWA Steuerbefehle an den FA-VA6. Dieser antwortet, nach der gewünschten Messung, mit der Übermittlung von Messdaten in einem strukturierten Format. Die Messdaten bestehen aus gemessenem Streuparameter S11 je Frequenzpunkt und werden im sogenannten *Touchstone*-Format zur Verfügung gestellt. Das Protokoll der Steuerbefehle und das Format der resultierenden Messdaten ist im Anhang beschrieben. Darüber hinaus werden mit entsprechenden Steuerbefehlen auf dem FA-VA6 abgespeicherte Datensätze ausgelesen. In beiden Fällen erhält VNWA somit Sätze von Streuparametern S11 je Frequenzpunkt, welche in dem VNWA-internen Messwertspeicher abgelegt werden. Die Auswertung geschieht durch VNWA. Alle dort darstellbaren Auswertungen sind aus den gemessenen Streuparametern S11 mathematisch abgeleitet.

■ PC-Anschluss des FA-VA6

Sobald der eingeschaltete FA-VA6 mit einem USB-Port eines PCs verbunden wird, findet im Windows-Betriebssystem eine Registrierung als virtueller COM-Port statt. Bei aktuellen Windows-Versionen ist eine separate Treiberinstallation nicht erforderlich. Allerdings ist für die weitere Konfiguration die Nummer des COM-Ports erforderlich.

Die erfolgreiche Registrierung und die Nummer des COM-Ports kann über den

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

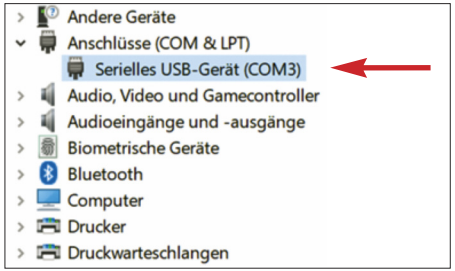


Bild 69: Registrierung als virtueller COM-Port unter Windows

Windows-Gerätemanager verifiziert werden. Unter *Anschlüsse COM & LPT* sollte sich der Eintrag *Serielles USB-Gerät* zeigen. Im Beispiel in Bild 69 belegt der FA-VA6 den virtuellen COM-Port COM3.
Hinweis: Durch einen Doppelklick auf den Eintrag öffnet sich ein Fenster mit den Details zum installierten Treiber. Unter dem Tabulator *Details* lässt sich unter *Eigenschaft* der Eintrag *Geräteinstanzpfad* aufrufen. Der Wert zeigt eine Zeichenkette beginnend mit *FA_VA6_* an. Die darauf folgende Zahl stellt die Seriennummer des Gerätes dar.

■ Installation von VNWA

VNWA kann unter [4] heruntergeladen werden. Die entsprechende Datei heißt *VNWA-installer.exe*. Dies ist eine ausführbare Datei, welche bereits alle für die Anbindung des FA-VA6 erforderlichen Software-Bibliotheken enthält.
Nach dem Herunterladen der EXE-Datei ist diese auszuführen. Die folgende Installation ist, wie bei Windows-Software üblich, menügeführt und weitestgehend selbsterklärend. Alle vorgeschlagenen Angaben können mit *Next* bestätigt werden. Lizenzschlüssel oder Zertifikat sind für den Betrieb mit dem FA-VA6 nicht erforderlich.

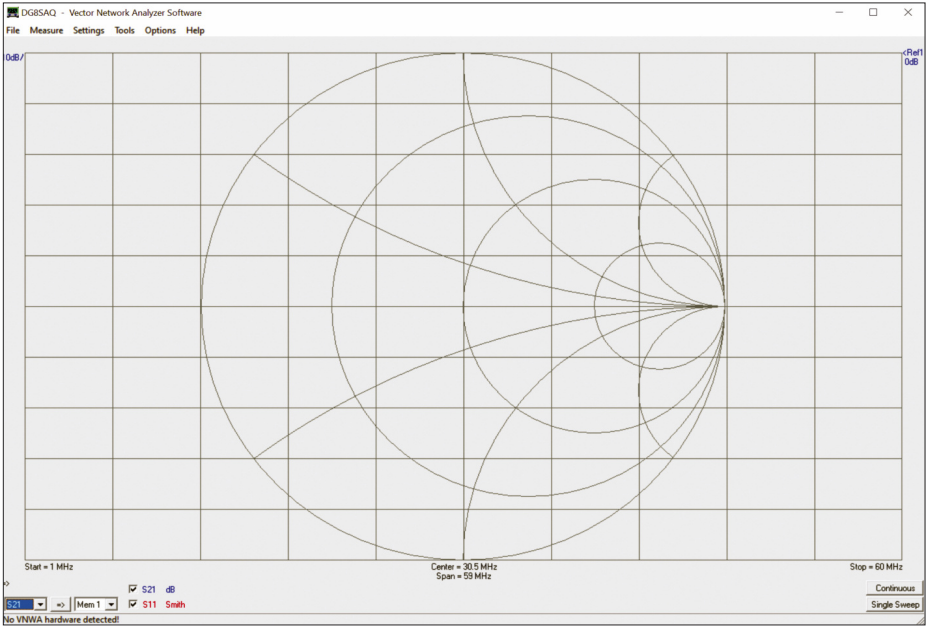


Bild 70: VNWA-Startbildschirm nach der Installation

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Die Nachfrage ist mit *Weiter/Next* bzw. *Exit* zu bestätigen.
Nach der Installation der VNWA-Software ist diese zu starten. Es erscheint eine Warnnachricht, die den FA-VA6 nicht betrifft, und daher mit *ok* bestätigt werden kann. Gleiches betrifft den darauffolgenden Hinweis. VNWA zeigt sich zunächst mit seinem Einstiegsbildschirm (Bild 70). Richtigerweise meldet die Software unten links im Fenster, dass keine VNWA-Hardware gefunden wurde.
Ist das vorhandene Gitter nicht deutlich sichtbar (abhängig von der Standard-Fensterfarbe der Windows-Version), kann über den Menüpunkt *Settings → Diagrams → Display → Grid Options* die Farbe des Hintergrunds (Background) geändert und damit dem eigenen Geschmack angepasst werden.

■ Anbindung des FA-VA6 an VNWA

Bevor mit VNWA gearbeitet werden kann, muss der FA-VA6 mit der PC-Software kommunizieren können. Dazu ist dieser, durch Auswahl im Hauptmenü, in den USB-Modus zu versetzen.
Ist dies geschehen, wählt man in VNWA unter *Options → Select Instruments → Add to/remove from Select List → DG5MK Antenna Analyzer*. Nun ist der FA-VA6 in die Liste der auswählbaren Geräte aufgenommen worden. Die eigentliche Auswahl geschieht dann mittels *Options → Select Instrument → DG5MK Antenna Analyzer*. Nun ist VNWA noch der über den Windows-Gerätemanager ermittelte COM-Port „mitzuteilen“. Dies geschieht unter *Options → Setup*. Ein neues Fenster öffnet sich und der COM-Port ist unter *Port* aus der Liste zu selektieren. Die erfolgreiche Verbindung zum FA-VA6 wird oben rechts mit einem grünen *connected* quittiert, ein blauer Schriftzug meldet die Version des Analysators (Bild 71).

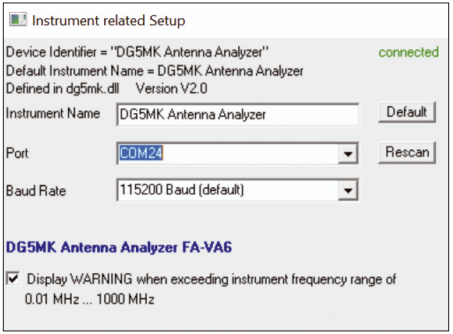


Bild 71: Beispiel FA-VA6-Setup in VNWA

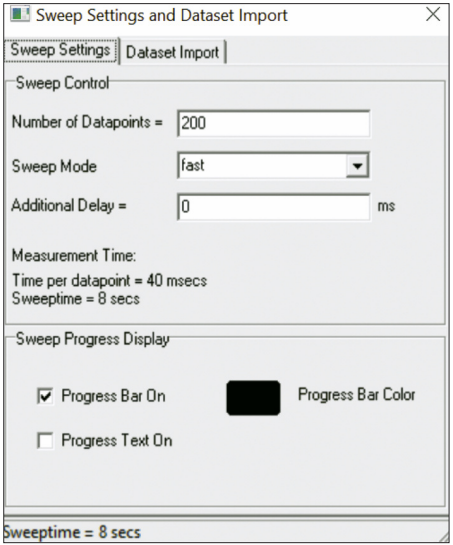


Bild 72: Grundeinstellungen Multifrequenzmessung und Datenimport

Damit ist die Anbindung des FA-VA6 an die Software VNWA abgeschlossen. Diese „merkt“ sich übrigens nach dem Schließen des Programms alle Einstellungen. Deshalb ist der FA-VA6 beim nächsten Mal möglichst vor einem erneuten Programmstart am gleichen USB-Anschluss in Betrieb zu nehmen.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Ein zweiter wichtiger Einstell- und Auswahlbereich im Zusammenspiel von FA-VA6 und VNWA findet sich unter *Settings → Sweep* (Bild 72). Neben einigen Grundeinstellungen für Multifrequenzmessungen mit VNWA als steuernde Software erlaubt der zweite Reiter dieses Fensters den Import von lokal abgespeicherten Datensätzen des FA-VA6, wie im Folgenden beschrieben.

■ Import von Datensätzen

Nach Anklicken des zweiten Reiters in Bild 72 zeigt sich ein Fenster wie in Bild 73. Hier sind, analog dem lokalen Menü des FA-VA6, die 16 verfügbaren Datensä-

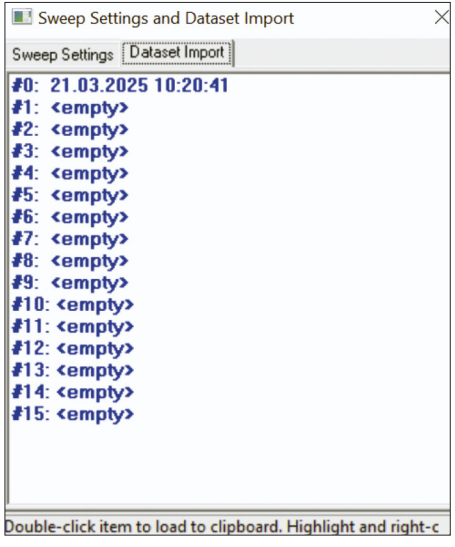


Bild 73: Auswahlfenster für den Datenimport

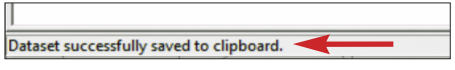


Bild 74: Quittierung des Datenimports

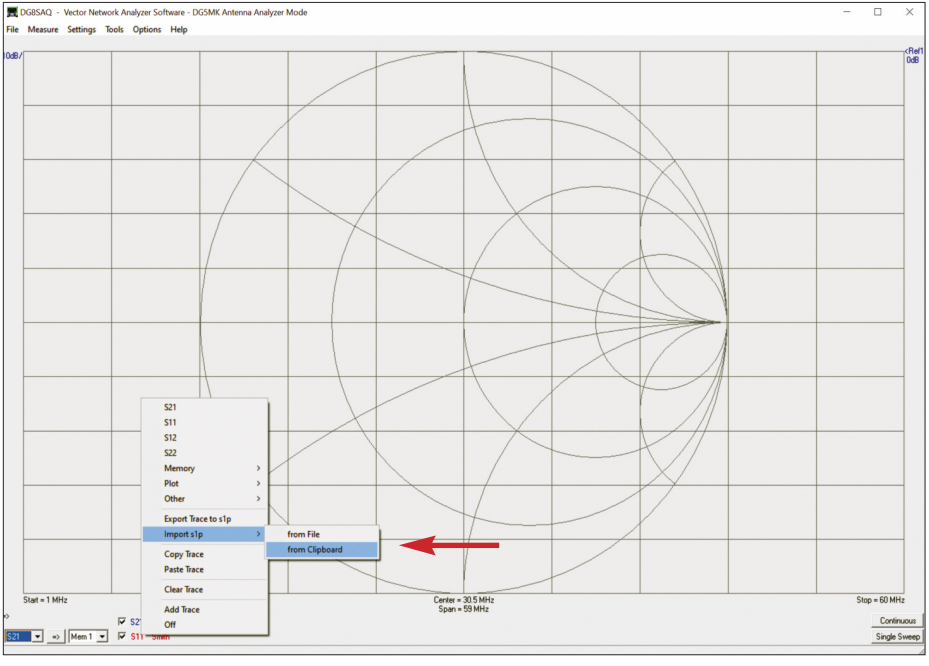


Bild 75: Import von Messwerten aus der Zwischenablage in den Messwertspeicher

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

ze mit ihrem Zeitstempel aufgeführt. Durch Auswahl eines Datensatzes mit Linksklick und anschließendem Rechtsklick öffnet sich ein Kontextmenü. Mit Linksklick der entsprechenden Zeile des Kontextmenüs werden die entsprechenden Daten nunmehr in eine Datei (*File*) oder die Windows-Zwischenablage (*Clipboard*) gespeichert. Letzteres ist auch durch einen Doppelklick mit linker Maustaste direkt möglich. Dateipfad und Name der Datei können frei gewählt werden. Ihr Format entspricht dem verbreiteten *Touchstone*-Format, welches auch als Textdatei, z.B. mit einem Editor lesbar ist.

Im folgenden Beispiel werden die Daten in die Zwischenablage kopiert. Nach besagtem Doppelklick liest VNWA die Daten in die Windows-Zwischenablage ein und quittiert den Vorgang (Bild 74). Dann kann das betreffende Fenster geschlossen werden.

Der letzte Schritt ist die Übertragung der Daten aus der Zwischenablage in den Messwertspeicher von VNWA. Der für den FA-VA6 relevante Messwertspeicher sollte immer S11 sein, da dies dem Streuparameter eines Eintor-Gerätes entspricht. Die Übertragung geschieht über einen Rechtsklick eines angezeigten S11-Ausgabekanals (Bild 75). Im Hauptfenster ist z.B. unten links ein Kanal *S11 Smith* in Rot sichtbar. Per Rechtsklick direkt auf *S11* und *Import s1p → from Clipboard* werden die Daten schließlich in den S11-Messwertspeicher geladen.

Deren grafische Anzeige geschieht unmittelbar nach dem Einlesen im Hauptfenster des Programms, ein eingeblendetes

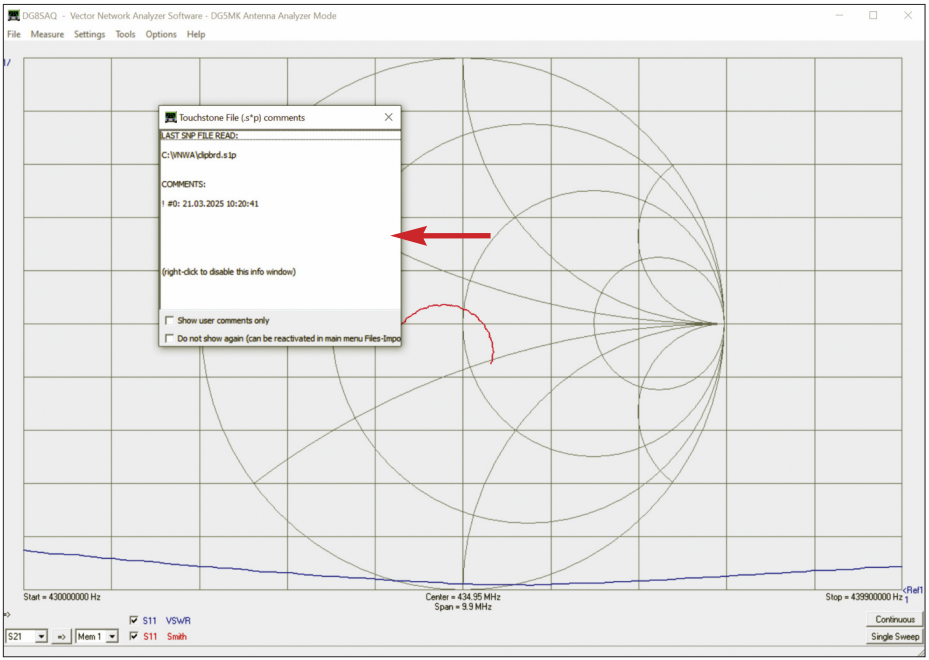


Bild 76: Quittierung des Datenimports in den Messwertspeicher mit Anzeige der Kommentare

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Info-Fenster bestätigt den stattgefundenen Einlesevorgang (Bild 76).

Für die vertraute SWV-Darstellung bietet sich folgende Schnelllösung an, die in Bild 76 bereits vorweggenommen wurde: Doppelklick auf das ebenfalls ersichtliche *S21* in Blau, im nachfolgenden Fenster unten links statt *dB* die Abkürzung *VSWR* wählen und zusätzlich statt S21 den Parameter S11 wählen. Es zeigt sich nun das lokal gemessene Stehwellenverhältnis im Frequenzbereich der Messung als blaue Kurve. Im Interesse der besseren Lesbarkeit können ein oder mehrere sogenannte *Frequenzmarker* hinzugefügt werden. Damit lassen sich beliebige Punkte der Kurve „anfahren“, um Messfrequenz und Messergebnis genau ablesen zu können.

Zu diesem Zweck genügt ein Rechtsklick innerhalb des Gitterrahmens und eines leeren Bereichs. Es öffnet sich daraufhin ein Kontextmenü wie in Bild 77. Man klickt auf *Add Frequency Marker → Normal*. Der daraufhin generierte Frequenzmarker 1 ist ein kleines, auf der Spitze stehendes Dreieck mit einer dazugehörigen Ziffer. Es lässt sich durch Linksklick und Halten der Maustaste entlang der Messkurve bewegen. Oben links im Hauptfenster werden dann unter anderem die entsprechende Frequenz und der dazugehörige Wert des dazugehörigen SWV in der gleichen Farbe wie die Kurve, also in Blau, angezeigt. Im Beispiel in Bild 77 steht der Frequenzmarker bei 435 MHz. Dort wurde ein SWV-Wert von 1,12 gemessen.

Die geschilderte Vorgehensweise klingt aufgrund der ausführlichen Beschreibung zunächst etwas kompliziert. Nachdem man

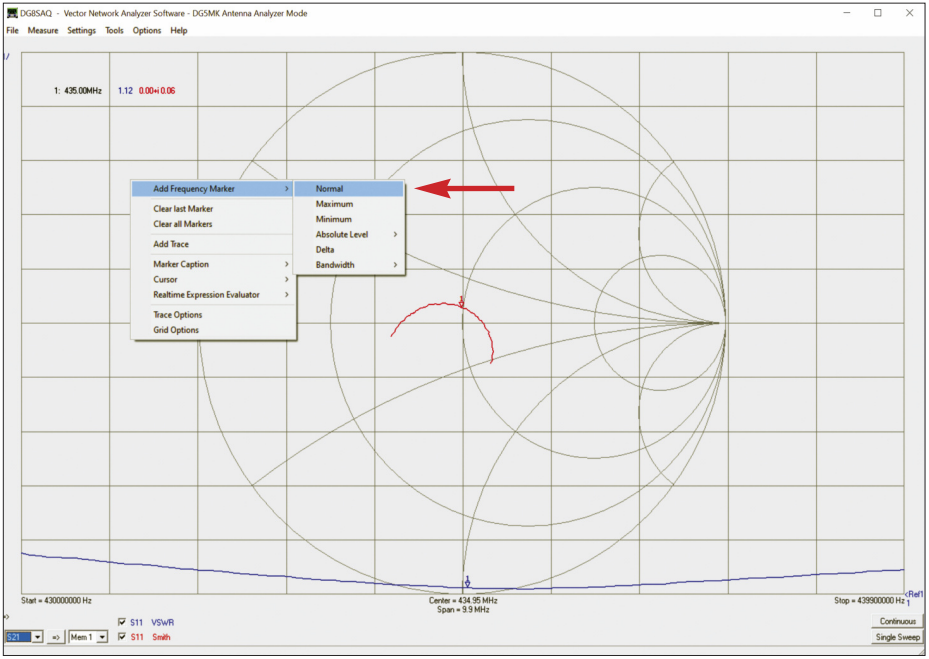


Bild 77: Hinzufügen eines Frequenzmarkers

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

den eigentlich simplen Vorgang der Datenübertragung jedoch einige Male geübt hat, dürfte dieser keine Schwierigkeiten mehr bereiten.
Die in VNWA dargestellten Messdiagramme lassen sich speichern und ausdrucken. Zu diesem Zweck ist der Menüpunkt *File → Print* im Hauptfenster von VNWA zu wählen. Die Grafik kann dann als Bild gespeichert oder auf einem Drucker ausgegeben werden.

■ FA-VA6 als USB-Messvorsatz

USB-Messvorsatz bedeutet hier, dass die PC-Software VNWA die Steuerung und Auswertung einer Messung übernimmt. Wie beschrieben, liefert der FA-VA6 nach einem Steuerbefehl die gemessenen Streuparameter S11 für die angeforderten Frequenzen. So können z. B. Parameter einer Multifrequenzmessung, wie Anzahl Messpunkte (anstatt der lokal fixen 101 Punkte), im Rahmen vorgegebener Grenzen beliebig definiert werden. In den nachfolgenden Abschnitten wird anhand einer einfachen Messung mit zu ermittelnden Werten für SWV und Impedanz die Vorgehensweise exemplarisch erläutert.
Grundsätzlich gliedert sich der Vorgang in die Einzelschritte *Festlegung der Messparameter*, *Kalibrierung*, *Messung* und *Anzeige und Berechnung*. Die Kalibrierung ist immer dann erforderlich, wenn sich Messparameter ändern. Ist die Messung einmal durchgeführt und sind die Streuparameter S11 im internen Messwertspeicher abgelegt, können eine Vielzahl von Anzeigen und Berechnungen selektiert werden. Diese beziehen sich immer auf die aktuellen Daten des Messwertspeichers S11. Eine neue Messung ist bei Änderungen der Anzeige und Berechnung nicht erforderlich. Als Beispiel soll hier die Messung an einer Antenne für das 70-cm-Band betrachtet werden.

Schritt 1: Festlegung der Messparameter

Zunächst ist die zu betrachtende Frequenz zu definieren. Im Hauptfenster von VNWA (Bild 77) ist dies leicht durch einen Doppelklick auf eine Frequenzangabe unten links, Mitte oder rechts zu lösen. Das sich öffnende Eingabefenster (*Input*) erlaubt die Eingabe der Start- und Stoppfrequenz einer Multifrequenz-Messung. Man beachte den Dezimalpunkt als Trennung zwischen Vor- und Nachkommastellen. Für

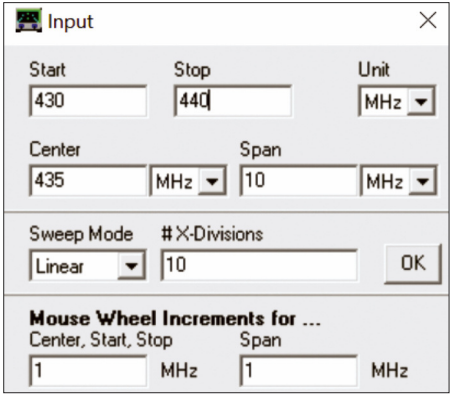


Bild 78: Eingabefenster für Start- und Stoppfrequenz

das Beispiel wurde 430 MHz bis 440 MHz gewählt (Bild 78).
Weitere Parameter sind gerätespezifisch und lassen sich für den FA-VA6 über das bekannte Fenster nach Bild 72 (*Settings → Sweep*) einstellen. Neben der Anzahl der Messpunkte (*Number of Datapoints*) kann eine der drei FA-VA6-Genauigkeitsstufen (*Sweep mode*) gewählt werden: *fast*, *standard* oder *precise*. Zusätzlich kann eine weitere Verzögerung pro Messwert eingestellt werden (*Additional Delay*). Dies kann bei der Messung niederfrequenter

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

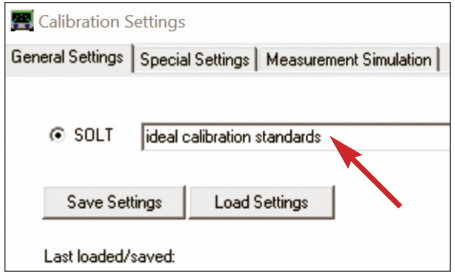


Bild 79: Parameter der verwendeten Kalibrierelemente – hier *ideal calibration standards*

Filter sinnvoll sein, welche eine lange Einschwingzeit haben. VNWA berechnet die resultierende Zeit für die Multifrequenzmessung. Das Fenster kann hier mit den Standardwerten geschlossen werden und alle Messparameter sind nun definiert.

Schritt 2: Kalibrierung

Nach Änderung von Messparametern und vor einer Messung ist eine Kalibrierung zwingend erforderlich. Die Werte einer lokalen FA-VA6-Kalibrierung, z. B. der Fabrik-Kalibrierung, als auch der im FA-VA6 definierten Parameter der SOL-Kalibrierelemente sind VNWA nicht bekannt. Daher muss VNWA diese Kalibrierung, für jeweils in VNWA selektierte Messparameter, selbst durchführen. Zusätzlich sind die Parameter der verwendeten Kalibrierelemente einmalig in VNWA einzutragen. Nur nach einer Kalibrierung sind die nach einer Messung erhaltenden Messwerte sinnvoll auswertbar.

Wie auch im lokalen Modus des FA-VA6 können Kalibrierelemente mit idealen oder mit ausgemessenen Parametern (frequenzabhängig) verwendet werden. Der enthaltene Bausatz von Kalibrierelementen wird als *ideal* eingestuft, weil die Parameter individuell nach dem Zusammenbau ausgemessen werden müssten. Die als Zubehör erhältlichen Präzisionselemente [5] sind individuell ausgemessen, was tendenziell zu genaueren Messergebnissen führt.

Die Eingabe der Parameter der verwendeten Kalibrierelemente erfolgt unter *Set-*

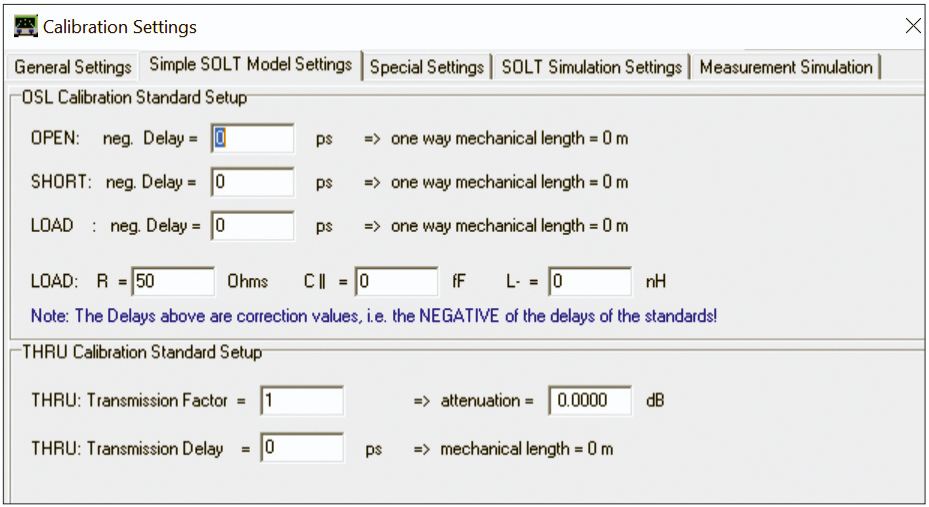


Bild 80: Parameter der verwendeten Kalibrierelemente – hier Präzisions-Standards

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

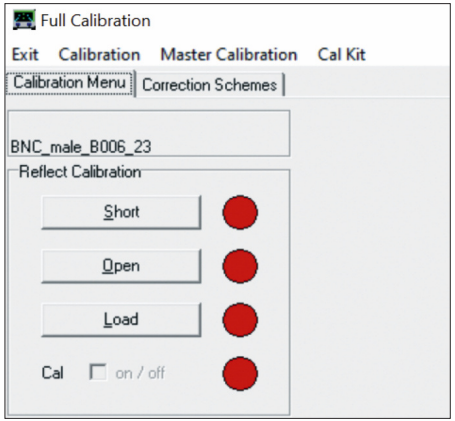


Bild 81: Kalibrierfenster der Software VNWA

tings → Calibration Kit. Das Fenster nach Bild 79 öffnet sich, nachdem der Reiter General Settings gewählt wurde. Für den Bausatz der Kalibrierelemente ist *ideal calibration standards* zu wählen. Es sind keine weiteren Parameter anzugeben.

Für die Präzisionselemente ist statt *ideal calibration standards* die Auswahl *simple model custom calibration standards* zu wählen. Nach Auswahl des Reiters *Simple SOLT Model Settings* ist das Fenster nach Bild 80 zu sehen. Hier können die Werte des Beipackzettels der Präzisionselemente per Hand eingegeben werden. Andere Werte sind nicht zu verändern.

Der Beipackzettel enthält auch einen Link auf die entsprechende Parameterdatei, welche alternativ über VNWA geladen werden kann. Nach Speicherung der Datei werden die Parameter der Kalibrierelemente über *Load Settings* nach Auswahl der Datei und *Open* importiert, siehe Bild 79. Die Parameter sind nur einmalig einzugeben, VNWA speichert die Werte solange, bis diese durch neue Werte überschrieben werden. Im Normalfall ist dies für alle folgenden Messungen und Auswertungen nicht erforderlich, da in der Regel nur ein Set Kalibrierelemente verwendet wird.

Die eigentliche Kalibrierung für die definierten Messparameter, passend zu der anschließenden Messung, geschieht über den Menüpunkt *Measure → Calibrate*. Das sich öffnende Fenster nach Bild 81 zeigt den Zustand der aktuellen Kalibrierung in Form von roten Kreisen an, in diesem Fall lautet er *unkalibriert*. Durch Linksklick auf den *Short*-Knopf erscheint ein weiteres Fenster, welches nun zum Anschluss des Short-Kalibrierungselements an den FA-VA6 auffordert. Nach dessen Anschluss und Bestätigung startet ein Messdurchlauf, der Kreis wird grün, mit rotem *M* in der Mitte. Analog ist die Kalibrierung für Open und Load durchzuführen, das Fenster kann anschließend geschlossen werden. Im Hauptfenster von VNWA sollte nun unten links ein *Cal* für *kalibriert* erscheinen.

Der Vorteil dieses Kalibrierungsverfahrens besteht darin, dass nun exakt auf die aktuelle Messkonfiguration seitens Hardware und Messparameter kalibriert wurde. Ein beispielsweise verwendetes Verlängerungskabel bei Durchführung der Kalibrierung am Ende des Kabels wird einfach mit „einkalibriert“.

Schritt 3: Durchführung der Messung

Die Messung selbst ist nach Anschluss des Messobjekts denkbar einfach. Im Hauptfenster ist durch Klick auf *Single Sweep* (unten rechts) eine einzelne Multifrequenzmessung zu starten. Im Ergebnis befinden sich die Messwerte im Speicher S11. Mit den Anzeigeeinstellungen aus dem Beispiel der vom FA-VA6 eingelesenen Daten ergibt sich eine Ansicht nach Bild 82.

Wer z. B. das Ergebnis eines Abgleichvorgangs am Messobjekt permanent verfolgen

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

möchte, betätigt den *Continuous*-Knopf und startet damit sich ständig wiederholende Messdurchläufe, die sich erst mittels eingeblendetem *Stop*-Knopf beenden lassen.

Schritt 4: Wahl der Anzeige und Berechnung

Eine der Stärken von VNWA sind die umfangreichen Möglichkeiten zur Anzeige und Auswertung von Messergebnissen. Insgesamt lassen sich bis zu sechs verschiedene Ausgabekanäle und deren Rechenvorschriften selektieren.

Nach Doppelklick auf das farbige *S11* eines bestehenden Kanals, im Hauptfenster von VNWA unten links, öffnet sich ein neues Fenster nach Bild 83. Hier kann unter anderem im Detail definiert werden, welcher Kanal (*Trace*) mit welcher Bedeutung angezeigt werden soll. Im Beispiel gelten die einfach gehaltenen Einstellungen nach Bild 83. Es sollen hier lediglich die aus S11 berechneten Werte für das Stehwellenverhältnis (VSWR) in blauer Farbe angezeigt werden. Der Reflexionskoeffizient wird als rote Kurve im Smith-Diagramm dargestellt.

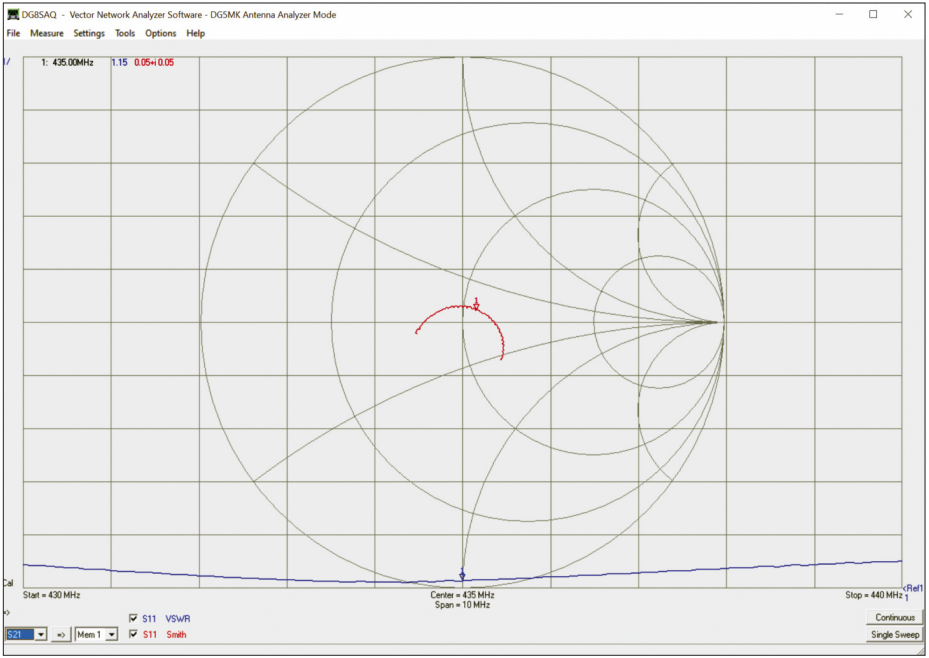


Bild 82: Ergebnis eines Messdurchlaufs nach erfolgter Kalibrierung

Hinsichtlich der umfangreichen weiteren Möglichkeiten sei wiederum auf das Hilfedokument [4] verwiesen.

Der letzte Schritt ist schließlich die sinnvolle Formatierung der selektierten Ausgabekanäle. Im Hauptfenster (Bild 83) findet sich, farblich zugeordnet, links oben die Angabe einer Skalierung, welche die Änderung der angezeigten Werte pro Rastereinheit aufzeigt. Auf der rechten Seite

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

findet sich, wiederum farblich zugeordnet, die Angabe des Referenzpegels bzw. -wertes. Beides lässt sich durch einen Doppelklick auf einen der Werte in einem dann sich öffnenden Fenster einstellen. Der Referenzpegel kann auch durch Klicken und Halten verschoben werden. Im Beispiel nach Bild 83 entspricht die unterste Linie im Diagramm dem SWV-Wert $s = 1$, die darüber liegende Linie bedeutet $s = 2$, die weiteren Linien folgen diesem Schema.

Die hohe Flexibilität der Skalierung und Positionierung dient der besseren Lesbarkeit. Solange Skalierung und Referenzpegel bekannt sind, spielt es keine Rolle, wo die Kurven im Raster positioniert werden, sie können verschoben werden.

Eine praktische Funktion und ein guter Startpunkt ist die Auto-Skalierung (*Autoscale*), erreichbar über einen Linksklick auf die Skalierungswerte. Das anschließende Setzen auf glatte Werte erleichtert die Lesbarkeit.

Zu guter Letzt helfen Frequenzmarker, einzelne Werte entlang der Kurven besser zu untersuchen. Es lassen sich mit einem Rechtsklick in einen leeren Bereich innerhalb des Gitterrahmens verschiedene Markerfunktionen aufrufen. Im Beispiel wurde nach Rechtsklick auf *Add* → *Frequency Marker* → *Normal* ein Marker erzeugt. Durch einen Doppelklick auf das Dreieck des Markers erscheint ein Fenster nach Bild 84.

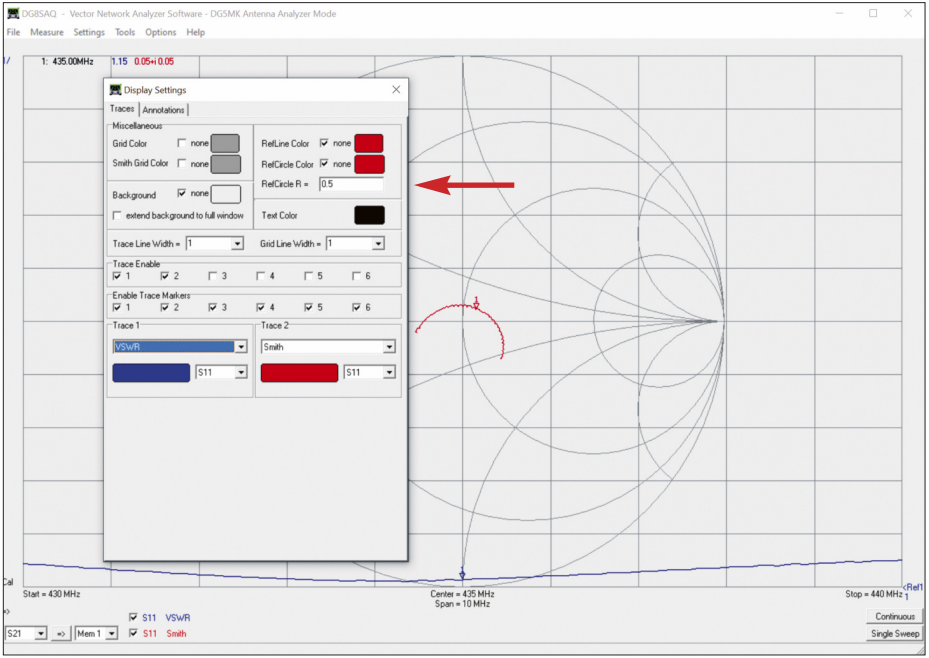


Bild 83: Auswahl Ausgabekanäle und Berechnungsvorschrift

Zunächst lässt sich in dem Fenster durch Eingabe des Frequenzwertes der Marker exakt auf eine gewünschte Frequenz setzen, im Beispiel auf 435 MHz. Des Weiteren werden errechnete Detailwerte zum

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

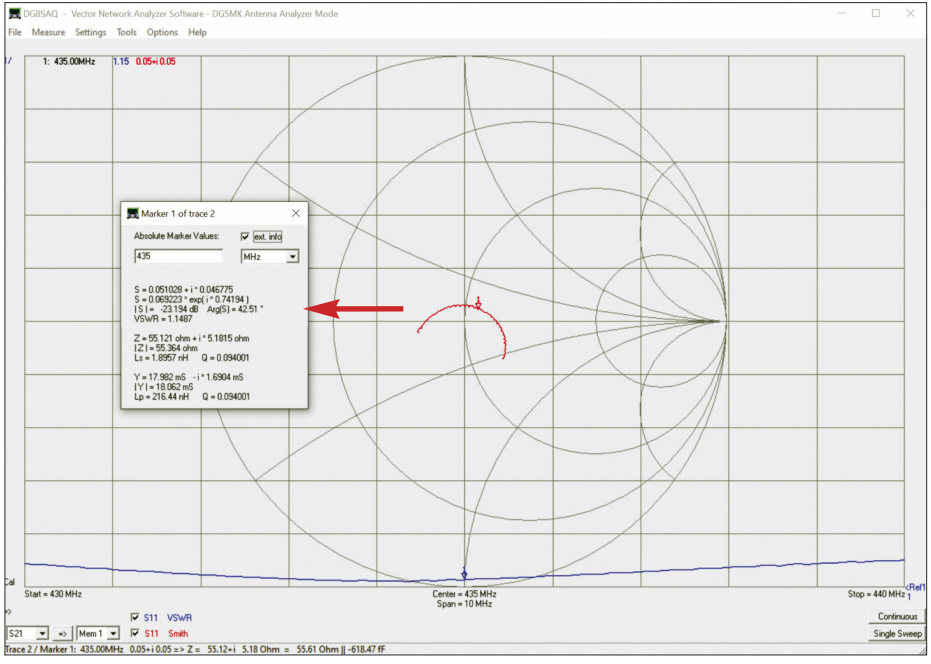


Bild 84: Detailinformationen des Messwertes an der Markerposition

Messwert an der Position des Markers angezeigt. So wird eine Impedanz Z mit einem Realteil von 55,121 Ω und einem Imaginärteil von 5,1815 Ω angezeigt. Der Betrag der Impedanz liegt mit 55,364 Ω nahe an der gewünschten Systemimpedanz von 50 Ω, wodurch sich das gute SWV von 1,15 ergibt. Der positive Imaginärteil deutet auf eine Antenne mit leicht induktivem Charakter hin, sie ist zu lang. Mittels Feinabgleich der mechanischen Elemente könnte man nun versuchen, den Imaginärteil möglichst nahe in Richtung null zu bringen.

Literatur

[1] FUNKAMATEUR-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; *www.box73.de* → *BX-246*

[2] Knitter, M., DG5MK: *www.dg5mk.de*

[3] 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

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

[5] FUNKAMATEUR-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; *www.box73.de* → *BX-245-SOL*

[6] Knitter, M., DG5MK: Vektorieller Antennenanalysator FA-VA6 für Messungen bis 1 GHz. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 5, S. 360–362; H. 6, S. 465–467

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Anhang

Tabelle 3: Stückliste

Bauteil	Anzahl	Anmerkung
Platine, teilbestückt	1	
Halterung für Akkumulator 18650	1	
Tastatur 4×4	1	vormontiert
Schrauben T6 M2×6	4	vormontiert an Tastatur
Muttern M2	4	vormontiert an Tastatur
TFT-Display	1	vormontiert
Klebestreifen 45 mm × 60 mm	1	vormontiert an Display
Gehäuse, bedruckt	1	besteht aus Ober- und Unterschale
Gummifüße	4	
Isolationspads	2	vormontiert in Gehäuseoberschale
Zylinderschrauben T10 M3×6	4	für Befestigung der Platine im Gehäuse
Mutter und Unterlegscheibe für BNC-Buchse	1	
Senkkopfschrauben T10 M3×6	4	für Verschraubung der Gehäuseschalen
T10-Bit-Einsatz	1	
USB-Kabel (USB-C auf USB-2.0)	1	
Koffer mit Schaumstoffeinlagen	1	
Bau- und Bedienungsanleitung	1	
Typenschild	1	auf die Unterseite zu kleben
BNC-Stecker	3	für SOL-Selbstbausatz
49,9-Ω-Widerstand	1	für SOL-Selbstbausatz
Silberdraht, ca. 5 cm	1	für SOL-Selbstbausatz
Akkumulator	1	Panasonic NCR18650BD
Messprotokoll	1	beiliegende Einzelseite

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Tabelle 4: Parametererläuterungen

Abkürzung	Parameter	Erläuterung
SWV	Stehwellenverhältnis	Verhältnis von Maximum zu Minimum einer Hüllkurve, welche durch die Überlagerung von rück- und hinlaufender Welle entsteht. Der Wert 1 bedeutet keine rücklaufende Welle (Maximum = Minimum) und damit optimale Anpassung einer Last an eine Quelle (zumeist 50 Ω).
Z_0	Referenz-Impedanz	Tatsächliche Impedanz der Quelle (zumeist 50 Ω) oder Wert für die Umrechnung angezeigter Werte auf eine neue, fiktive Referenz-Impedanz (Was-wäre-wenn-Betrachtung)
Z	Gemessene Impedanz	Impedanz des Testobjektes als komplexer Wert, bestehend aus Realteil und Imaginärteil. Der Realteil ist der Wirkwiderstand, der Imaginärteil der Blindwiderstand.
Abs(Z), |Z|	Absolutwert (Betrag) von Z	Betrag der gemessenen Impedanz Z, wird auch als Scheinwiderstand bezeichnet.
Phase(Z), Arg(Z)	Phase von Z	Gibt die Phasenverschiebung von Spannung und Strom an, die durch Anschluss der Impedanz Z entsteht, wird in Grad oder in Radiant angegeben.
S11	Streuparameter (Reflexionsfaktor)	Verhältnis einer rücklaufenden- zu einer hinlaufenden Welle als komplexer Wert nach Realteil und Imaginärteil. S11 ist ein Maß für die Anpassung einer Last an die Quelle. Bei optimaler Anpassung wird S11 null.
Abs(S11), |S11|	Absolutwert (Betrag) von S11	Betrag des gemessenen Streuparameters S11. Betrachtet lediglich das Betragsverhältnis einer rücklaufenden zu einer hinlaufenden Welle ohne Auswertung der Phase.
Phase(S11), Arg(S11)	Phase von S11	Gibt die Phasenverschiebung der rücklaufenden zur hinlaufenden Welle an, wird zumeist in Radiant angegeben.
R, Rs, Rp	Widerstand R	Bezeichnet den Wert des Widerstandes R für ein serielles oder paralleles Ersatzschaltbild für eine gemessene Impedanz Z.
C, Cp, Cs L, Lp, Ls	Kapazität C, Induktivität L	Bezeichnet den Wert der Kapazität oder Induktivität für ein serielles oder paralleles Ersatzschaltbild für eine gemessene Impedanz Z.
Q	Güte	Bezeichnet die Güte einer gemessenen Impedanz Z als Verhältnis von Imaginärteil zu Realteil der Impedanz Z.
RL	Rückflussdämpfung (Return Loss)	Die Rückflussdämpfung ist eine Angabe in Dezibel, welche die Dämpfung der rücklaufenden Welle angibt. Bei guter Anpassung der Last an die Quelle wird nur ein kleiner Teil der Welle reflektiert und die Dämpfung des rücklaufenden Signals ist entsprechend hoch. Je höher der Wert, umso besser ist die Anpassung.
ML	Fehlanpassungsverlust (Missmatch Loss)	Der Fehlanpassungsverlust ist eine Angabe über verlorene Leistung im System aufgrund einer Fehlanpassung. Bei optimaler Anpassung geht keine Leistung verloren und der Fehlanpassungsverlust ist 0 dB. Je schlechter die Anpassung, umso höher der Wert.
IR	Impulsantwort (Impulse Response)	Die Impulsantwort ist die Reaktion eines Systems auf einen sehr kurzen, aber starken Spannungsimpuls. Über die Impulsantwort eines Kabels können mittels Stärke und Zeit von Reflexionen auf Bedeutung und Ort von Störstellen Rückschlüsse gezogen werden.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Fortsetzung Tabelle 4: Parametererläuterungen

Abkürzung	Parameter	Erläuterung
SR	Sprungantwort (Step Response)	Die Sprungantwort ist die Reaktion eines Systems auf einen sehr steilen Spannungssprung. Durch die Überlagerung eines Gleichanteils können in einem Kabel Rückschlüsse auf die Impedanz nach Zeit und Ort gezogen werden.
PE	Port-Erweiterung	Virtuelle Verschiebung der Bezugsebene in Sekunden (zumeist Nanosekunden) oder über den Verkürzungsfaktor eines Kabels in Metern.
VF	Verkürzungsfaktor	Bezeichnet die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle in einem Kabel im Verhältnis zur Lichtgeschwindigkeit im Vakuum.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

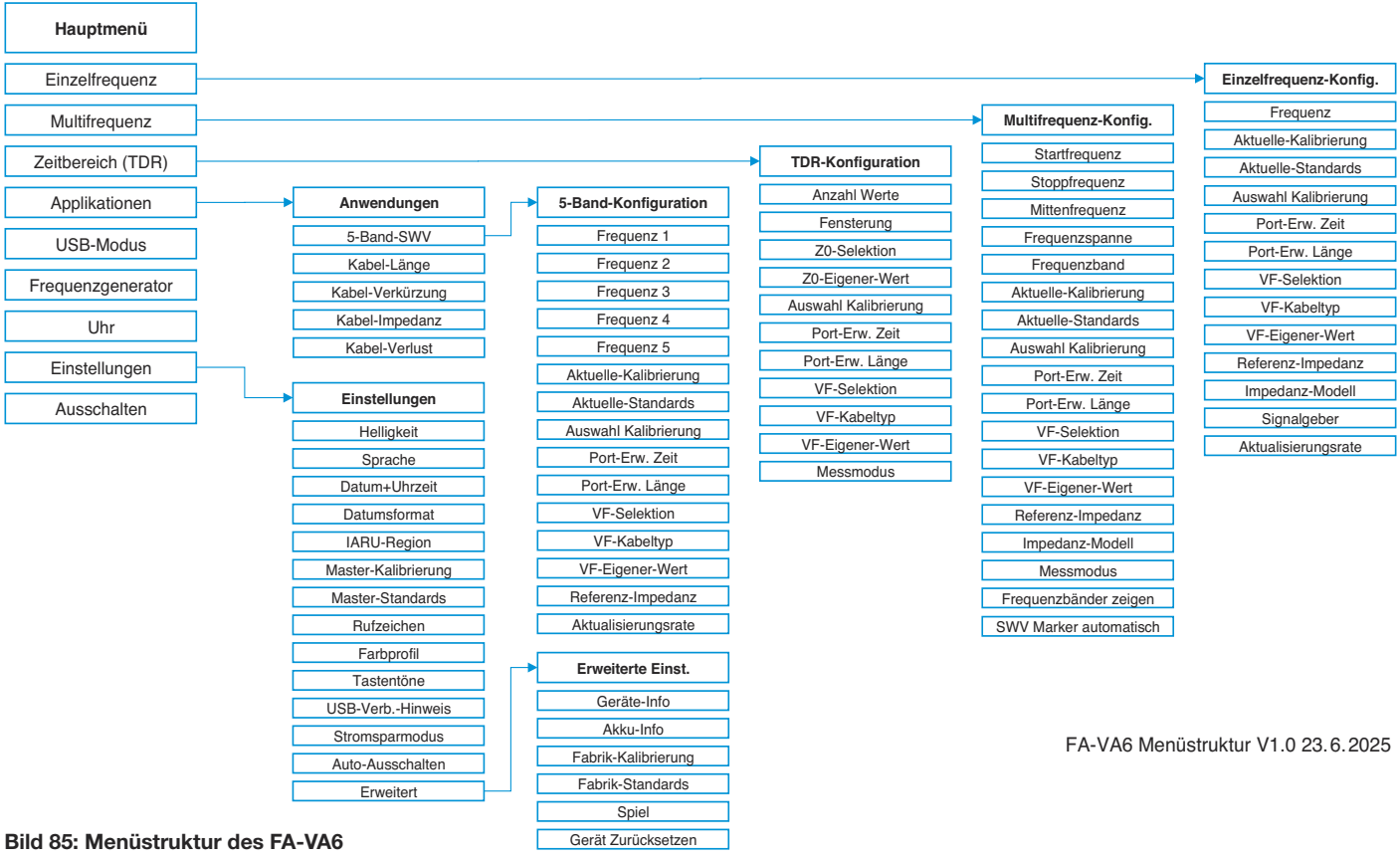


Bild 85: Menüstruktur des FA-VA6

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

■ USB-Protokoll

Der FA-VA6 kann über ein einfaches serielles Protokoll gesteuert werden, welches auch die Einbindung in eigene Projekte ermöglicht. Die USB-Verbindung wird an einem PC mit Windows als Betriebssystem als virtuelle serielle Schnittstelle (virtueller COM-Port) registriert. Wie bei einer echten, hardwarebasierenden seriellen Schnittstelle können durch Übermittlung von ASCII-Zeichen sowohl Befehle, als auch Messdaten ausgetauscht werden. Somit ist der Betrieb des FA-VA6 auch mit einer einfachen Terminalsoftware oder anderen Drittprogrammen möglich. Die

Tabelle 5: USB-Protokoll

IVIDF	Identifikation des FA-VA6	Parameter: keine. Die Rückgabe besteht aus einer Zeile Zeichen, die das Gerät bezeichnet.
IVRAG	verfügbarer Frequenzbereich des FA-VA6	Parameter: keine Die Rückgabe besteht aus zwei Ganzzahlen, welche die Frequenzgrenzen des unterstützten Messbereiches angeben.
IVSCN	Startet eine Einzel- oder Multifrequenzmessung	Parameter: *Startfrequenz Stoppfrequenz Werteanzahl Genauigkeit* [*0,1,2*] *Wartezeit* *Startfrequenz* und *Stoppfrequenz* sind als Ganzzahlen anzugeben. *Werteanzahl* ist als Ganzzahl anzugeben. *Genauigkeit* beschreibt die verfügbare Genauigkeit der internen Verarbeitung mit 0 = *schnell*, 1 = *ausgewogen*, 2 = *präzise*. *Wartezeit* beschreibt eine zusätzliche Verzögerung vor jedem Messwert in Millisekunden und ist als Ganzzahl anzugeben. Die Rückgabe des FA-VA6 findet im Touchstone-Format statt. Die erste Zeile beschreibt das Datenformat: „# Hz S RI R 50“. Die Zeile zeigt an, dass folgende Werte der Frequenz in Hertz und der komplexe Streuparameter S als Realteil und Imaginärteil, bezogen auf eine Systemimpedanz von 50 Ω, ausgegeben werden. Es folgt eine Anzahl an Zeilen, wie mit Werteanzahl angefordert. Der erste Wert pro Zeile ist die Frequenz, es folgen Realteil und Imaginärteil des unkalibrierten S11 Wertes der Messung. Die Verarbeitung der unkalibrierten Werte und Berechnung von Stehwellenverhältnis und anderen Werten hat, inklusive einer gegebenenfalls erforderlichen Kalibrierung, durch die aufrufende Software zu erfolgen.
IVSTP	Stoppt einen Messablauf	Parameter: keine Die Rückgabe besteht aus den Zeichen „OK“.
IVLDS	Listet die gespeicherten Datensätze auf	Parameter: keine Die Rückgabe besteht aus einer Zeile je Messwertsatz, welche den Zeitstempel des jeweiligen Messwertsatzes oder „<leer>“, wenn nichts gespeichert ist, enthält.
IVRD6	Liest den gespeicherten Datensatz *Datensatzinde*x	Parameter: Datensatzindex [0, 15] Die Rückgabe erfolgt analog IVSCN in einem Touchstone Format und besteht aus den 101 gespeicherten und kalibrierten S11 Werten der Systemimpedanz 50 Ω.
IVRDS	Liest die ersten 100 Messwerte aus dem gespeicherten Datensatz *Datensatzindex*	Parameter: Datensatzindex[0, 15] Die Rückgabe erfolgt analog ‚IVSCN‘ in einem Touchstone Format und besteht aus den ersten 100 gespeicherten und kalibrierten S11-Werten der Systemimpedanz 50 Ω. Da der FA-VA6 intern mit 101 Werten arbeitet, das Vorgängermodell aber mit 100 Werten, wird aus Gründen der Kompatibilität der 101te Messwert verworfen und nicht übertragen.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Schnittstelle ist auf eine Kommunikation mit den Einstellungen 8 Datenbits, kein Paritätsbit, ein Stoppbit (8, N, 1) ausgelegt. Die Baudrate beträgt 115200 Baud. Zeilen sind mit *Zeilenvorschub* abzuschließen (LF).
Die Steuerbefehle an den FA-VA6 bestehen aus einem fünfstelligen Befehl mit Optionen, getrennt durch Leerzeichen und mit LF abgeschlossen.

■ Messprotokoll

Dem Bausatz liegt ein individuelles Messprotokoll für die Platine des jeweiligen Bausatzes in Form eines Einzelblattes bei. Dieses zeigt den Streuparameter S11 in Dezibel und fortlaufender Phase.
In der Regel lassen sich diese Werte nur nach einer sorgfältigen *Aktuelle-Kalibrierung* mit dem Modell *Ideal* reproduzieren. Idealerweise liegt zwischen den Multifrequenz-Werten eine zusätzliche Verzögerung von rund 100 ms. Das Load-Kalibrierelement sollte nach der Kalibrierung nicht von der Buchse entfernt werden. Schon ein Entfernen und Wiederanschließen kann zu sich ändernden Übergangswiderständen führen, welche die gemessenen Werte relevant beeinflussen.

■ Bausatz SOL-Kalibrierelemente

Dem Bausatz liegen alle erforderlichen Teile für den Aufbau eines einfachen Satzes BNC-SOL-Kalibrierelemente bei. Die erstellten Elemente können problemlos bis zu einer Frequenz von 100 MHz, aber auch darüber hinaus für Kalibrierzwecke genutzt werden. Für den Aufbau ist an einigen Stellen Geduld und etwas Fingerspitzengefühl erforderlich.

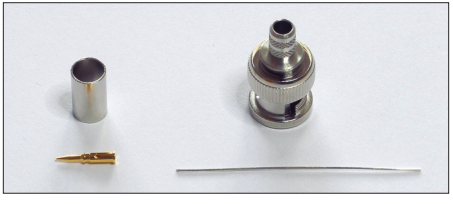


Bild 86: Bauteile Short- und Open-Element

Die Kalibrierelemente bestehen aus einem Short- (Kurzschluss), Open- (Offen) und Load-Element (definierter Abschlusswiderstand). Diese Elemente werden jeweils mit Hilfe eines BNC-Crimpsteckers angefertigt. Für den definierten Abschlusswiderstand wird statt eines 50-Ω-Widerstandes ein 49,9-Ω-Widerstand verwendet. Die entstehenden Abweichungen sind für praktische Zwecke unerheblich.
Die BNC-Stecker bestehen jeweils aus dem eigentlichen BNC-Gehäuse, einem vergoldeten Mittenkontakt und einer Crimphülse. Die Verwendung Letzterer ist optional.

Open-Element

Bild 86 zeigt die verwendeten Bauteile für das Short- und Open-Element, wobei für das Open-Element lediglich der Mittenkontakt verwendet wird.
Unter Verwendung des beiliegenden Stücks Silberdraht ist der Mittenkontakt von hinten in das BNC-Gehäuse einzuführen und mit einer Flachzange soweit vorzuschieben, dass dieser spürbar einrastet. Das Stück Silberdraht wird wieder abgezogen und noch später beim Short-Element verwendet. Bild 87 zeigt den vorbereiteten Vorgang. Alternativ wird der Mittenkontakt mit dem Stück Silberdraht eingeführt, dann aber mit einem kleinen Schraubendreher mit leichtem Druck zum Einrasten gebracht.

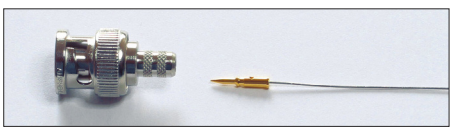


Bild 87: Vorbereitung Open-Element

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

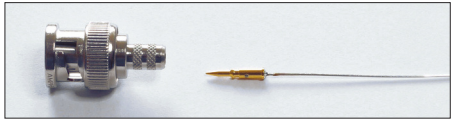


Bild 88: Vorbereitung Short-Element

Short-Element

Für das Short-Element werden die Bauteile nach Bild 86 verwendet, während die Crimphülse wiederum optional ist. Zunächst ist der Silberdraht an den Mittenkontakt anzulöten. Dabei darf kein Lötzinn auf den äußeren Bereich des Kontaktes gelangen. Dies gelingt sehr gut mittels einer Zange, die den Mittenkontakt samt Silberdraht in einer senkrechten Stellung hält. Beim Lötvorgang fließt dann das Lot in den Mittenkontakt hinein. Bild 88 zeigt das gewünschte Ergebnis in Vorbereitung auf den nächsten Schritt.

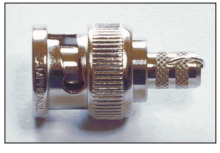


Bild 89: BNC-Stecker mit umgelegtem und gekürztem Draht



Bild 90: BNC-Stecker mit angelötetem Draht

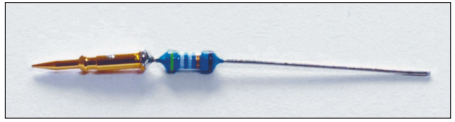


Bild 91: Vorbereitung Load-Element

Der Mittenkontakt mit dem angelöteten Silberdraht ist wiederum in das BNC-Gehäuse einzuführen. Für das Einrasten gelten die Anmerkungen des Open-Elements. Der Silberdraht ist an der Außenseite des BNC-Gehäuses nunmehr umzulegen und mit dem Seitenschneider auf wenige Millimeter zu kürzen. Bild 89 zeigt das gewünschte Ergebnis.

Als letzter Schritt ist der umgelegte und gekürzte Draht mit der Außenseite des BNC-Gehäuses zu verlöten. Für einen guten Kontakt bedarf es hier reichlich Hitze und Lot. Das BNC-Gehäuse kann für den Lötvorgang in einer Zange arretiert werden. Bild 90 zeigt die entsprechende Stelle nach dem Lötvorgang.

Load-Element

Die Erstellung des Load-Elements geschieht analog zum Short-Element. Es wird lediglich statt des Silberdrahts der 49,9-Ω-Widerstand verwendet. Die Anschlussdrähte sind entsprechend zu kürzen. Der Widerstand sollte aber nicht direkt auf dem Mittenkontakt aufliegen. Bild 91 zeigt die Vorbereitung des Load-Elements.

Besondere Vorsicht ist beim Einrasten des Mittenkontaktes erforderlich. Die Anschlussdrähte des Widerstands sind sehr dünn und können schnell umbiegen. Gegebenenfalls kann mit einem Schraubendreher sehr vorsichtig unterstützt werden. Bild 92 zeigt das fertiggestellte Set der Kalibrierelemente. Wer über eine entsprechende Crimpzange verfügt, kann noch

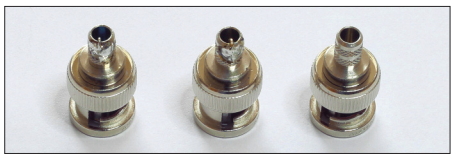


Bild 92: Fertiggestellte Kalibrierelemente



Bild 93: Fertiggestellte Kalibrierelemente mit Crimphülsen

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

die drei Crimphülsen anbringen und erhält so einen besseren Schutz der Kalibrierelemente. Bild 93 zeigt das Set mit angebrachten Crimphülsen.

Funktionstest

Für den Funktionstest der Kalibrierelemente kann der FA-VA6 verwendet werden. Dazu werden bei einer niedrigen Messfrequenz von z. B. 1 MHz im Einzelfrequenz-Betriebsmodus nacheinander die drei Elemente angeschlossen. In der Messung *Impedanz Z* sollte der FA-VA6 für Short einen Wert nahe null, für Open einen sehr hohen Wert und für Load einen Wert von ca. 50 Ω anzeigen.
Für das Load-Element kann darüber hinaus anhand der Rückflussdämpfung die Brauchbarkeit bei höheren Frequenzen beurteilt werden. Dazu wird der FA-VA6 im Multifrequenz-Betriebsmodus mit der Messung *S11 in dB* auf den maximalen Frequenzbereich von 10 kHz bis 1 GHz eingestellt. Bei angeschlossenem Load-Element wird ein Durchlauf gestartet. Die Rückflussdämpfung entspricht dem Betrag nach S11 in Dezibel. Bei niedrigen Frequenzen sollte die Dämpfung besser als 50 dB sein. Sie verringert sich bei höheren Frequenzen schnell auf 20 dB bis 10 dB. Die angezeigten Werte sind stark abhängig von der zuvor durchgeführten Kalibrierung. Wird die vorhandene *Fabrik-Kalibrierung* genutzt, ergeben sich solide Anhaltswerte. Wird jedoch direkt vorher eine *Aktuelle-Kalibrierung* mit einem hochwertigen Set und bekannten und eingegebenen Parametern durchgeführt, so können für das selbst angefertigte Load-Element sehr genaue Werte ermittelt werden.

■ Versionsgeschichte

23. 6. 2025, Version 1.0

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Index

0–9

24-Bit-ADU 5
32-Bit-DSP 5
5-Band SWV 36

A

Abgleichvorgang 57
Add Frequency Marker 54
Additional Delay 55
Akku-Info 20
aktivierter Marker 12, 13, 30
Aktualisierungsrate 25, 37
Aktuelle Kalibrierung 24, 30, 34, 36, 41, 45
Amplitudenänderung 14
Anbindung des FA-VA6 an VNWA 51
Änderung der Textfarbe 18
Applikationen 1, 5, 16, 19, 36, 41 44, 45
Ausgangssignal 6, 39
Auto-Ausschalten 20

B

Bausatz SOL-Kalibrierelemente 66
Beipackzettel 41, 57
Betriebsmodus 11, 16, 17, 18, 19 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 46 47, 67
Bildwiederholrate 5
Blindwiderstände 28
blinken 18

C

CAL 21, 26, 31, 36, 57
Continuous-Knopf 58

D

Datum 19, 39
Datumsformat 19
Dauermessung 12, 17, 21, 26, 31
Detailansicht 23, 29, 34
Durchgängiges Einstellungskonzept .. 16
Dynamikumfang 5

E

Ein- und Ausschalten 15, 17, 18, 30
Einfache Navigation 2, 16
Einführung zum Messprinzip 23, 49
Eingabemodus 18
Eingabetaste 11, 16, 17
Einschalten 11, 19
Einstellungen 11, 16, 19, 20, 30 39, 40, 41, 51, 58, 65
Einstellungsmenü 19, 41
Einstiegsbildschirm 51
Einzelfrequenz 5, 17, 18, 19, 21 22, 23, 24, 25, 26, 29, 31, 36, 40, 46, 47 67
Einzelfrequenz-Betriebsmodus 2 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 31, 36 46, 47, 68
Erhaltungsstrom 16
Ersatzschaltbild 5, 23, 62

F

FA-VA6 als USB-Messvorsatz 55

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Fabrik-Kalibrierung..... 14, 20, 40, 41 56, 68
FDE-Modell..... 41
Fehlanpassungsverlust..... 5, 24, 62
Fehlernetzwerk..... 15, 40
Fehlstellenmessung..... 43
Frequenzband..... 12, 30
Frequenzbereich..... 5, 12, 26, 31, 39 54, 64, 67
Frequenzgenerator..... 17, 19, 39
Frequenzmarker..... 54, 59
Frequenzspanne..... 11, 12, 17, 19, 26 27, 29, 30, 42, 47
Frequenzstabilität..... 5

G

Gerät zurücksetzen..... 20
Geräte-Info..... 20
Gitterrahmen..... 54, 59
Gleichspannungs-Impedanz..... 34
Güte..... 5, 21, 23, 62

H

Hauptmenü..... 10, 11, 19, 51
Helligkeit..... 6, 19
Hilfefunktion..... 11, 16, 17, 24, 29, 34 39, 42

I

IARU-Region..... 11, 19, 30
Imaginärteil..... 5, 14, 22, 27, 46, 60 62, 64
Impedanz-Modell..... 25, 30
Impulsantwort..... 5, 19, 31, 32, 33, 43 44, 62
Impulsantwort in Dezibel..... 32, 33
Induktivität..... 5, 21, 22, 23, 46, 47, 62
Informationsleiste..... 11, 12, 16, 21 22, 23, 27, 28, 32, 33, 42
Inhaltsverzeichnis..... 2
Interaktionsmodell..... 16

J

Justierung der Antenne..... 12

K

Kabel-Impedanz..... 38, 45
Kabel-Länge..... 37, 44
Kabel-Verkürzung..... 37, 44, 45
Kabellänge..... 5, 38, 44, 45
Kalibrierelemente..... 7, 14, 15, 20, 24 30, 37, 40, 41, 45, 46, 56, 57, 65, 66, 67
Kalibrierung..... 7, 10, 14, 15, 16, 20 21, 24, 26, 30, 31, 34, 36, 37, 39, 40, 41 45, 46, 55, 56, 57, 58, 64, 65, 67
Kondensator..... 23, 46
Kontextbezogene Funktionen..... 16

L

Ladeelektronik..... 16
Ladesymbol..... 19
LCR..... 19, 21, 23, 25, 46, 47
LCR-Meter..... 19, 23, 25, 46
Leuchtstärke..... 5
Load-Element..... 40, 65, 66, 67

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

M

Magnetantenne..... 47, 48
Marker..... 12, 13, 17, 26, 27, 28, 30 32, 33, 43, 46, 47, 54, 59
Marker-Funktion..... 12
Master-Kalibrierung..... 20, 41
Master-Standards..... 20
Menüelement..... 19, 24
Menüsystem..... 16, 19
Messbeispiele..... 43
Messdurchlauf..... 12, 27, 30, 57
Messmodus..... 30, 35
Messung an einer Spule..... 45
Mismatch Loss..... 24
Mittenfrequenz..... 17, 26, 29, 42, 47
Multiband-Antenne..... 36
Multifrequenz..... 5, 11, 12, 13, 19, 23 26, 27, 28, 29, 30, 34, 40, 41, 42, 46, 47 55, 65, 67
Multifrequenz-Betriebsmodus..... 11, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 41, 42, 47, 67

N

Navigation..... 11, 16

O

Open-Element..... 65

P

Phasenverschiebung..... 14, 22, 62
Port-Erweiterung..... 16, 63
Position des Markers..... 5, 12, 26, 27 28, 32, 33, 34, 60

R

Realteil..... 14, 22, 27, 46, 60, 62, 64
Referenz-Impedanz..... 21, 25, 26, 30 31, 36, 37, 62
Reflexionsfaktor.... 13, 14, 21, 22, 28, 62
Rückflussdämpfung 5, 23, 24, 29 62, 67
Rücksprung..... 18

S

S11..... 5, 13, 14, 19, 21, 22, 25, 26 28, 29, 30, 37, 40, 46, 49, 53, 54, 55, 57 58, 62, 64, 65, 67
Selektionsfeld..... 18
Seriennummer..... 20, 50
Settings..... 11, 51, 52, 55, 56, 57
Sicherheitsabfrage..... 42
Signalgeber..... 22, 25
Signalverarbeitung..... 5, 30, 35
Skalierungswerte..... 59
Smith-Diagramm..... 19, 26, 28, 46, 58
SOL-Kalibrierung..... 21, 26, 31, 36, 39
Speicherplätze..... 41
Spiel..... 20
Sprache..... 11, 19, 49
Sprachumstellung..... 11
Sprungantwort..... 5, 19, 31, 33, 34, 43 44, 63
Sprungantwort Impedanz Z 33, 34
Spule..... 23, 45, 46, 47
Startfrequenz..... 29, 64
STD..... 21, 26, 31, 36
Stehwellenmessung..... 11
Stellenmodus..... 18
Stop-Knopf..... 58
Selektionsfeld..... 18
Seriennummer..... 20, 50
Settings..... 11, 51, 52, 55, 56, 57
Sicherheitsabfrage..... 42
Signalgeber..... 22, 25
Signalverarbeitung..... 5, 30, 35
Skalierungswerte..... 59
Smith-Diagramm..... 19, 26, 28, 46, 58
SOL-Kalibrierung..... 21, 26, 31, 36, 39
Speicherplätze..... 41
Spiel..... 20
Sprache..... 11, 19, 49
Sprachumstellung..... 11
Sprungantwort..... 5, 19, 31, 33, 34, 43 44, 63
Sprungantwort Impedanz Z 33, 34
Spule..... 23, 45, 46, 47
Startfrequenz..... 29, 64
STD..... 21, 26, 31, 36
Stehwellenmessung..... 11
Stellenmodus..... 18
Stop-Knopf..... 58

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Streuparameter S11..... 5, 13, 14, 19 22, 25, 28, 29, 30, 37, 49, 55, 65
Stromsparmodus..... 20
Stückliste..... 7, 61
Sweep..... 52, 55, 57
SWV-Darstellung..... 54
SWV-Großanzeige..... 22
SWV-Messung an einer Magnetantenne..... 47
Systemimpedanz..... 28, 60, 64

T

Tastenbelegung..... 17
TDR..... 5, 17, 19, 43, 44
Terminalprogramm..... 39
TFT-Farbdisplay..... 5
Totalreflexion..... 33
Touchstone-Format..... 49, 53, 64
Trace..... 58
Transformationseigenschaften..... 26

U

Uhr..... 19, 20, 39
Uhrzeit..... 19, 39
USB-Modus..... 19, 20, 38, 39, 51
USB-Schnittstelle..... 19, 41

V

Vektor..... 14
Verkürzungsfaktor..... 5, 19, 30, 31 34, 35, 37, 38, 43, 44, 45, 63
Verlust eines Kabels..... 19
Versionsgeschichte..... 68
VF-Kabeltyp..... 25, 30, 35, 37
VF-Selektion..... 25, 30, 35, 37
VNWA 39, 42, 49, 50, 51, 52, 53 55, 56, 57, 58, 60
VNWA-Software..... 39, 49, 51, 60

W

Wirkwiderstände..... 28

X

x-Achse des Diagramms..... 12, 35
x-y-Koordinatensystem..... 14

Y

y-Achse (Imaginärteil)..... 14
y-Achse des Diagramms..... 28

Z

Z..... 5, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 30, 33, 34, 36, 37, 40, 41, 43, 44, 46, 47, 53, 55, 56, 57, 60, 62, 68
Z0..... 21, 26, 31, 34, 36, 43, 62
Zahleneingabefeld..... 18
Zahlentasten..... 16
Zeitbereich..... 5, 19, 31, 32, 33, 34, 35, 41, 43, 44
Zeitstempel..... 19, 42, 53, 64

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2025

Bestell-Nr. BX-246

FUNK AMATEUR POWERED BY HAM SPIRIT

Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskiring 38
13156 Berlin

Stand Juli 2025

Probleme bitte an *support@funkamateur.de* mitteilen.

Bei der Entsorgung dieses Produkts sind die Bestimmungen zum Umgang mit Elektronikschrott zu beachten. Elektronische Geräte, Akkumulatoren und Batterien gehören nicht in den Hausmüll!
WEEE-Registrierungs-Nr. DE 80777816