

Betriebsanleitung zum vektoriellen Antennenanalysator

NORBERT GRAUBNER – DL1SNG

1. Aufgabe des Geräts

Messen von Antennen-Fußpunktimpedanzen und grafische Darstellung derselben über einem einstellbaren Frequenzbereich von 50 kHz bis 165 MHz. Anwendbar auch für andere Impedanzmessungen. Autarker Betrieb mit Batterie und eigenem Display, wahlweise auch mit PC-Anschluss.

2. Warnhinweis

Der Eingang des Geräts ist bestmöglich mit einem Diodennetzwerk geschützt. Dennoch besteht die Gefahr von Beschädigungen, sofern in unmittelbarer Nähe der angeschlossenen Antenne – auch im ausgeschalteten Zustand des Messgeräts – Sendeanlagen betrieben werden. Insbesondere bei Fielddays erfordert dies eigene Vorsicht und Absprache mit allen anderen Teilnehmern. Bei 100 W EIRP Sendeleistung im 2-m-Band sollten mindestens 100 m Abstand eingehalten werden, an KW-Antennen und in der Nähe von kommerziellen Großsendern deutlich mehr.

3. Bedienung und Menü

Die Funktionen des Geräts werden über eine rote und vier weiße Tasten, die sich rechts vom Display befinden, gesteuert. Dabei dienen die erste und die vierte Taste (gekennzeichnet mit einem aufwärts oder abwärts gerichteten Dreieck, im Folgenden *Menü-Vor-/Menü-Rück*-Tasten genannt) für die Auswahl der Menüpunkte, während die beiden inneren Tasten (markiert mit Plus- und Minuszeichen; im Folgenden *Plus-/Minus*-Tasten genannt) vorzugsweise für das Einstellen von Werten zuständig sind. Im Folgenden werden alle vorhandenen Funktionen des Geräts beschrieben, die Reihenfolge ergibt sich aus dem Menüabfolge. Ein schwarzer Cursorbalken im Display springt jeweils auf den in den Überschriften angegebenen Menüeintrag. Jeder Tastendruck wird von einem Knack-Ton quittiert; sofern man an das Menü-Ende oder nicht einstellbare Grenzen stößt, ertönt ein Protest-Ton.

3.1 Ein-/Ausschalten

Zum Einschalten die unterste (rote) Taste kurz drücken. Es ertönt eine Fanfare, kurzzeitig wird der Eröffnungsbildschirm mit der Versions-Nummer der Firmware angezeigt und nach einem Knack-Ton ist das Gerät einsatzbereit.

Zum Ausschalten die rote Taste länger als 0,5 s drücken. Nach einer Abschiedsfanfare

schaltet das Gerät ab. Dabei werden alle Einstellungen gespeichert und sind beim nächsten Einschalten wieder vorhanden. Im eingeschalteten Zustand bewirkt ein kurzer Druck auf die rote Taste einen Neuaufbau des Bildes (Ausnahme siehe Pkt. 3.3.3). Dies kann erforderlich werden, wenn im Bild irgendwo versehentlich einzelne Pixel stehen geblieben sind.

3.2 Darstellungsarten

Es gibt fünf Darstellungsarten, die mithilfe der *Plus-/Minus*-Tasten auszuwählen sind:

3.2.1 Impedanz (Real- und Imaginärteil)

Es liegt das Reihenschaltungsmodell von Wirk- und Blindwiderstand zugrunde. Wegen besserer Ablesbarkeit werden beide Komponenten im logarithmischen Maßstab angezeigt (10 Ω bis 999 Ω , zwei Kurven in einem Diagramm). Eventuell negative Blindanteile werden als Beträge dargestellt. In der Regel kann das Vorzeichen des Blindanteils aus der Kennlinienneigung abgeleitet werden (steigend = positiv, fallend = negativ); es wird außerdem in der untersten Zeile angezeigt. Rechts und links von der Grafik sind die Beträge in groben, logarithmischen Schritten (10 – 20 – 50 – 100) skaliert. Von jeder Kurve geht eine horizontale Linie zur zugehörigen seitlichen y-Skalierung ab, dies erleichtert das Zuordnen der Werte.

3.2.2 Betrag und Phase

Anzeige von Scheinwiderstand (10 Ω bis 999 Ω) und Phasenwinkel ($\pm 90^\circ$) über dem Wobbelbereich (zwei Kurven in einem Diagramm).

3.2.3 Stehwellenverhältnis

Frequenzgang des Stehwellenverhältnisses, bezogen auf 50 Ω . Die untere Kurve wird an der linken y-Achse skaliert und überstreicht die Werte von 1 bis 10. An der rechten y-Achse sind – bei stark verminderter Genauigkeit – höhere Werte (10 bis 10000) ablesbar; diese zweite Kurve soll lediglich Tendenzen anzeigen, z. B. bei Verwendung des Messgeräts als Dip-Meter (Impedanz einer induktiven Sonde in der Nähe eines LC-Schwingkreises).

3.2.4 Smith-Chart

Anzeige der Impedanz im Smith-Diagramm, bezogen auf 50 Ω . Die Datenliste für die Werte auf der Markerfrequenz steht rechts oben.

3.2.5 Datenfeld

Reines Textfeld für die Anzeige der folgenden abgeleiteten Daten:

- Wirkwiderstand und Blindwiderstand des Messobjekts als **Reihenschaltung**, dazu die scheinbare Induktivität oder Kapazität des Blindanteils auf der Markerfrequenz;
- Wirkwiderstand und Blindwiderstand des Messobjekts als **Parallelschaltung**, dazu die scheinbare Induktivität oder Kapazität des Blindanteils auf der Markerfrequenz;
- Scheinwiderstand (vektorielle Addition von Wirk- und Blindwiderstand);
- Phasenwinkel des komplexen Lastwiderstands (0° : reell, $+90^\circ$: rein induktiv, 90° : rein kapazitiv);
- Stehwellenverhältnis, bezogen auf 50 Ω ;
- Rückflussdämpfung (a) am Messobjekt in dB;
- nominelle Leitungsverluste (V_a) in dB;
- alle Leitungsverluste einschließlich des dissipativen Anteils infolge Fehlanpassung (V_g) in dB.

Im unteren Bereich enthält das Datenfeld Eingabefelder für den Wellenwiderstand und die spezifische Dämpfung der verwendeten Verbindungsleitung (s. Pkt. 3.3.6 und 3.3.7).

3.3 Eingabe der Parameter

Über die *Menü-Rück*-Taste gelangt man nacheinander zu folgenden Eingabefeldern:

3.3.1 Start-Frequenz

In allen fünf Darstellungsarten können Start- und Stopp-Frequenz des zu überstreichenden Wobbelbereichs im Bereich von 50 kHz bis 165 MHz variiert werden; die Startfrequenz wird links unten im Display angezeigt. Unterhalb 1 MHz beträgt die Schrittweite 10 Hz, oberhalb ist es 1 kHz. Die Startfrequenz kann nie größer sein als die Stopp-Frequenz (s. Pkt. 3.3.3).

3.3.2 Marker-Frequenz

Der Wobbelbereich zwischen Start- und Stopp-Frequenz ist in 203 Schritte aufgeteilt, die Teilung des Bereichs ist logarithmisch, d. h. die Schrittweite ist proportional zur jeweiligen Markerfrequenz. In den kartesischen Darstellungsarten (Pkt. 3.2.1 bis 3.2.3) wird eine verschiebbare senkrechte Cursor-Linie gezeichnet, dies ist der *Frequenzmarker*. Er sitzt jeweils auf einem der Teilungsschritte, die zugehörige Frequenz wird in der untersten Zeile angezeigt. Vom Schnittpunkt der Cursor-Linie mit den Messkurven gehen die bereits erwähnten horizontale Linien zu den zugehörigen Skalierungen an den Rändern des Diagramms ab (rechts und links). Hierdurch ist die Zugehörigkeit der jeweiligen

Kurve leichter erkennbar. Im Smith-Diagramm (Darstellungsart nach Pkt. 3.2.4) werden Markerfrequenz und die zugehörigen Messwerte in einem Textfeld rechts oben aufgelistet. Ein kleiner Kreis, der auf der Kurve entlang läuft, markiert die aktuelle Marker-Frequenz.

3.3.3 Stopp-Frequenz

Hier gilt sinngemäß das Gleiche wie bei der Startfrequenz. Die Stopp-Frequenz wird rechts unten unter dem Diagramm angezeigt. Sie kann nie kleiner sein als die Startfrequenz. Für schmalbandige Messobjekte, z. B. Quarze, kann man den Wobbelbereich auf bis zu 10 Hz (unterhalb 1 MHz), bzw. 1 kHz (oberhalb von 1 MHz) einengen und diesen Bereich in 203 Schritte auflösen.

3.3.4 Leitungslänge

(Cursorbalken links unten)

Eine Leitung zwischen Last und Messgerät verändert die zu messende Impedanz in einer ganz bestimmten Weise. Bei korrekter Eingabe von Leitungslänge, Wellenwiderstand und spezifischer Leitungsdämpfung berücksichtigt das Messgerät den Einfluss der Leitung und zeigt auf dem Display diejenige Impedanz an, die am Eingang des Kabels angeschlossen ist. Da dieses Verfahren mit zunehmender Leitungslänge ungenauer wird, ist die erlaubte maximale Leitungslänge auf 25 Freiraum-Wellenlängen, oder maximal 99,99 m begrenzt. Die Länge der Leitung wird in Metern eingegeben, die Auflösung beträgt 1 cm, maßgeblich ist die **mechanische** Länge. Bezugspunkt ist die Außenkante des Innenpols der BNC-Buchse.

Es ist nicht erforderlich, die Länge der Leitung auf den Zentimeter genau zu kennen; diese kann bei offenem Ende der Leitung (Last abgetrennt) mithilfe des Messgerätes ermittelt werden. Dazu wählt man mithilfe der *Menü-Vor-/Menü-Rück*-Tasten zunächst die Darstellungsart, wählt mit den *Plus-/Minus*-Tasten *Smith-Chart* (Pkt. 3.2.4), weiter mit *Menü-Rück* zum Feld Startfrequenz, stellt hier 50 kHz ein, stellt ebenso die Stopp-Frequenz auf 165 MHz, gibt in Feld *VF* (Verkürzungsfaktor; siehe Pkt. 3.3.5) den listenmäßigen Verkürzungsfaktor des benutzten Kabels ein (s. Tabelle), stellt im Feld *Daempfung bei 100 MHz* (siehe Pkt. 3.3.7) den Wert auf 0.0 dB/100 m, wählt zum Schluss das Feld für die Leitungslänge (Cursorbalken links unten auf $L = x.xx \text{ m}$) und stellt hier ganz grob den geschätzten Wert ein.

Im Diagramm wird nun eine mehr oder weniger stark gewundene Schneckenkurve angezeigt. Nun verändert man die Längenangabe dahingehend, dass sich die Windungsanzahl der Schneckenkurve im-

mer mehr verringert, bis nur noch eine weitgehend gestreckte (vielleicht etwas unruhige) Linie vom Unendlichpunkt rechts in Richtung Zentrum verläuft. Zum Schluss noch einmal das Feld *Daempfung bei 100MHz* wählen und hier nun den korrekten Wert laut Tabelle eintragen. Im Smith-Diagramm müsste nun die unruhige Linie zu einem kleinen „Knäuel“ in der Nähe des Unendlich-Punkts zusammenfallen. Damit ist die Leitung bestmöglich kompensiert und das Messobjekt kann am Eingang der Leitung angeschlossen und gemessen werden.

3.3.5 Verkürzungsfaktor

(VF; Cursorbalken rechts unten)

Je nach Kabelsorte unterscheidet sich die elektrisch wirksame Länge der Leitung von ihrer mechanischen Länge. Der zugehörige Verkürzungsfaktor muss eingegeben werden, siehe Tabelle.

3.3.6 Datenfeld: Wellenwiderstand

Das Datenfeld ist nicht nur eine der fünf möglichen Darstellungsarten, sondern es können auch darin enthaltene Menüpunkte angewählt werden. Es handelt sich um dieselbe Darstellung wie bereits unter Pkt. 3.2.5 beschrieben, jedoch steht der Cursorbalken dabei auf dem Eingabefeld.

Es können Leitungs-Wellenwiderstände von 30 bis 80 Ω eingegeben werden; größere Abweichungen gegenüber 50 Ω sind nicht vorgesehen, da die Berechnungen wegen unvermeidlicher Messfehler zunehmend ungenauer werden.

3.3.7 Datenfeld: Daempfung bei 100MHz

An dieser Stelle wird die nominelle Leitungsdämpfung eines 100 m langen Leitungsstücks bei 100 MHz eingegeben. Dieser Wert ist im zugehörigen Datenblatt des Kabels zu finden (auch in der Tabelle). Die Firmware errechnet hieraus die Dämpfung der Leitung bei der aktuellen Länge und Markerfrequenz.

3.3.8 Speichern in ...

Mithilfe der *Plus-/Minus*-Tasten kann der Cursorbalken auf eine von sechs Speicherbänken gesetzt werden. Ein kurzer Druck auf die rote *Power*-Taste speichert die aktuell angezeigte Kurve im internen I^2C -EEPROM des Messgeräts. Diese Funktion erleichtert das Optimieren von Antennen, denn man kann die Messdaten später, z. B. nach Modifikationen, miteinander vergleichen. Der Speichervorgang dauert etwa 3 s und wird optisch und akustisch gemeldet.

3.3.9 Einlesen aus ...

Diese Funktion ist das Gegenstück zu Pkt. 3.3.8. Anstelle der Messwerte, die an der Eingangsbuchse anliegen, sind die Kurven-

züge aus einer der sechs Speicherbänke zu sehen, die Auswahl erfolgt unmittelbar über die *Plus-/Minus*-Tasten. Wegen der eingblendeten Texte ist die Darstellung nicht besonders deutlich, die Funktion ist hauptsächlich für das Übertragen der gespeicherten Messdaten zum PC vorgesehen (siehe Pkt. 5.5).

3.3.10 Displaybeleuchtung

Im hellen Tages- und Sonnenlicht wird die Hintergrundbeleuchtung des Displays nicht benötigt. Zur Verlängerung der Akkumulator-Betriebsdauer ist die Beleuchtung ein- und ausschaltbar. Das Ein- und Ausschalten erfolgt durch Verschieben des Cursorbalkens mithilfe der *Plus-/Minus*-Tasten.

3.4 Sonderfunktionen

Neben den normalen Menüfunktionen verfügt das Gerät über Sonderfunktionen, die über eine Tastenkombination erreichbar sind:

3.4.1 Gerät kalibrieren

Nach dem Bestücken der Platine muss diese kalibriert werden. Dabei werden die Toleranzen einiger Komponenten erfasst und permanent in einem internen Speicher abgelegt. Dieser Vorgang muss nur einmal bei betriebswarmem Gerät durchgeführt werden. Die gespeicherten Daten werden später bei jeder Messung zur Kompensation heran gezogen und erhöhen die Genauigkeit erheblich.

Zum Kalibrieren benötigt man einen soliden 50- Ω -BNC-Abschlusswiderstand und einen Lötkolben. Die Unterseite der Messplatine muss zugänglich sein, d. h. der Vorgang muss vor dem Einbau der Platine ins Gehäuse durchgeführt werden. Das Kalibrieren wird durch gleichzeitiges Betätigen der *Plus-/Minus*-Tasten eingeleitet, dabei muss der Menübalken auf einer der vier Darstellungsarten nach Pkt. 3.1 stehen. Der Vorgang selbst wird durch Hilfetexte auf dem Display geführt und begleitet.

3.4.2 Quick-Zoom

Einen zu untersuchenden Frequenzbereich kann man feiner auflösen oder erweitern. Dazu stellt man die Markerfrequenz auf das Zentrum des zu untersuchenden Bereichs (Pkt. 3.3.2) und drückt dann gleichzeitig kurz die *Plus-/Minus*-Tasten. Dabei wechselt das Gerät in den Quick-Zoom-Modus. Durch anschließende Betätigung der *Plus*- oder *Minus*-Tasten (auch Dauerbetätigung ist möglich) wird der Frequenzbereich stufenweise herangezoomt, bzw. weitergefasst.

Soweit es die Frequenzgrenzen des Messgeräts (50 kHz, 165 MHz) zulassen wird dabei die eingestellte Markerfrequenz in der Mitte des Grafikdisplays platziert.

Nach 3 s ohne Tastendruck schaltet das Gerät mit den neuen Frequenzgrenzen in den Normalbetrieb zurück.

3.4.3 Quick-Band-Select

Ähnlich wie bei Quick-Zoom lassen sich über *Quick-Band-Select* unmittelbar alle Amateurfunkbänder einstellen. Dazu muss der Cursorbalken auf der Start- oder Stopp-Frequenz stehen (Pkt. 3.3.1 oder 3.3.3) und gleichzeitig die *Plus-/Minus*-Tasten kurz gedrückt werden. Anschließend kann man über die *Plus-/Minus*-Tasten eines der Amateurbänder zwischen 136 kHz bis 145 MHz auswählen, die jeweiligen Frequenzgrenzen reichen etwas über die Grenzen des jeweiligen Amateurfunkbandes hinaus. Nach 3 s ohne Tastendruck schaltet das Gerät mit den neuen Frequenzgrenzen in den Normalbetrieb zurück.

4. Akkumulator

Das Gerät ist für acht NiMH-Akkumulatoren (keine NiCd!) der Bauform AA mit einer Kapazität von 2500 mAh und einer Spannung von 1,2 V vorgesehen. Primärbatterien dürfen grundsätzlich **nicht** eingesetzt werden. Die acht NiMH-Zellen liefern nominell 9,6 V, bei voll geladenen, neuen Zellen und eingeschalteter Display-Beleuchtung ergibt sich eine Betriebsdauer von etwa 6 h.

Das Gerät enthält eine Überwachung der Akkumulatorspannung. Unterhalb von 9 V ertönt ein wiederholter Warnton und auf dem Display erscheint eine Meldung. Es kann jedoch noch weiter gemessen werden. Erst beim Unterschreiten von 8 V schaltet das Gerät zum Schutz der Akkumulatoren mit einer bekannten Molltonfolge ab, die zuletzt verwendeten Einstellungen werden gespeichert.

4.1 Akkumulator laden

Die Hohlsteckerbuchse am rückwärtigen Blech des Gehäuses (Innenstift = Pluspol, Außenmantel = Minuspol bzw. Masse) führt zur Ladeplatine. Zum Laden kann jede Gleichspannungsquelle zwischen 10,5 und 16 V verwendet werden, wobei diese mit mindestens 270 mA belastbar sein muss. Die Ladeschaltung arbeitet rein zeitgesteuert (16 h) mit 250 mA Ladestrom ($I/10$). Während des Ladens blinkt die LED an der Stirnseite langsam, nach abgelaufener Ladezeit schnell. In diesem Zustand kann das Gerät beliebig lange angeschlossen bleiben.

Man muss nicht das Ende der Ladezeit abwarten; das Messgerät kann auch während des Ladens benutzt werden. Da hierbei die Stromaufnahme über die Hohlsteckerbuchse entsprechend zunimmt, verlängert sich die Ladezeit nicht. Gegebenenfalls ist bei Messungen, die während des Ladens vorgenommen werden, die hochfrequenz-

mäßige (aber meist unsaubere) Erdung des Messgeräts über das angeschlossene Netzteil zu berücksichtigen, d. h. erdfreie Messungen (z. B. an einem Dipol ohne zwischengeschalteten Balun) sind dann **nicht** möglich (ansonsten sehr wohl – solange man das Gerät bei der Messung isoliert aufstellt und nicht berührt). Alternativ Punkt 4.2 beachten!

4.2 Aufladen des Akkumulators vorzeitig abbrechen

Ein laufender Ladevorgang kann jederzeit unterbrochen werden, z. B. wenn man erdfrei messen muss oder das Gerät fernab von der Stromversorgung benötigt. Dabei sollte man jedoch bedenken, dass mit jedem Neuanschluss an die Spannungsquelle der Ladezyklus wieder von vorne beginnt. Bei zuvor nicht vollständig entladene Akkumulator ist damit eine Überladung sehr wahrscheinlich.

Moderne NiMH-Akkumulatoren sind für eine derartige Betriebsweise durchaus geeignet, auch der gefürchtete *Memory-Effekt* tritt nicht mehr auf, jedoch lässt häufiges Überladen die Akkumulatoren schneller altern, d. h. die Kapazität lässt sich schneller nach. Im Zweifel lässt man das Gerät so lange ohne Netzteil in Betrieb (z. B. über Nacht), bis es sich wegen Unterspannung selbst abschaltet. Dann kann wieder bedenkenlos geladen werden.

4.3 Selbstentladung

Bedenken sollte man auch, dass normale NiMH-Akkumulatoren nach spätestens 3 Mon. Lagerzeit entladen sind. An der Entladung hat nicht das Gerät Schuld, sondern der Akkumulator selbst. Dies ist besonders ärgerlich, wenn man das Gerät nur selten benutzt. Außerdem sollte im Interesse hoher Lebensdauer der Akkumulator nicht über längere Zeit im entladenen Zustand verbleiben. Regelmäßiges Nachladen, z. B. aller zwei Monate, ist vorteilhaft.

Erst seit kurzem gibt es Ausführungen (z. B. Panasonic Infinium HHR 3MPE, 2100 mAh), die nach 12 Mon. Lagerung immer noch 80 % der eingeladenen Energie halten. Trotz der etwas geringeren Kapazität sind diese zu bevorzugen.

5. Betrieb am PC

Obwohl der FA-Antennenanalysator in erster Linie für einen Stand-alone-Betrieb konzipiert wurde (Messen fernab von Stromversorgungen und anderen Hilfsmitteln), kann er auch an einen PC angeschlossen werden. Auf dessen Festplatte lassen sich fast beliebig viele Messkurven speichern, wieder einlesen, anzeigen, anderweitig beliebig auswerten und auf dem Monitor des PCs werden die Messkurven wesentlich besser dargestellt.

5.1 Verbinden

Nach (einmaliger) Installation von USB-Treibersoftware, Microsoft .NET Framework 2.0 und Anwendungssoftware *FA VA USB.EXE* (siehe Baumappe) kann das Messgerät über ein USB-Kabel mit dem PC verbunden und eingeschaltet werden. Erst anschließend darf die Anwendungssoftware gestartet werden. Beim erstmaligen Start sucht sich die Software den virtuellen COM-Port, den der USB-Treiber im PC simuliert; der Vorgang wird am Bildschirm angezeigt. Nach einigen Sekunden ist dieser Vorgang abgeschlossen und das Gerät ist einsatzbereit. Das Programm legt den Namen des gefundenen COM-Ports in der Windows-Registry ab. Sofern bei künftigen Starts hier der Name gefunden wird, überspringt das Programm eine neuerliche Such-Prozedur.

Beim Start des Programms ermittelt die Software die aktuelle Grafikauflösung und stellt die Größe des Arbeitsfensters bildschirmfüllend ein. Bei Bedarf kann das Fenster durch Ziehen an der rechten unteren Ecke verkleinert werden, die internen Elemente passen sich der jeweiligen Fenstergröße automatisch an.

5.2 Einstellung von Parametern

Der Datenfluss über die USB-Verbindung erfolgt **ausschließlich** vom Messgerät zum PC. Daher können die Einstellungen für Start- und Stopp-Frequenz, Leitungslänge, Verkürzungsfaktor, Wellenwiderstand und Dämpfung der Leitung, Wahl der Speicherbank im Messgerät fürs Schreiben und Lesen und für die Displaybeleuchtung nur am Messgerät vorgenommen werden. Am PC lassen sich aber Darstellungsart, vier unabhängige Markerfrequenzen und die Farben von Kurven und zugehörigen Skalierungen frei wählen.

5.3 Darstellungsarten

Ähnlich wie beim Messgerät verfügt auch die Anwendungs-Software über vier Darstellungsarten; ein gesondertes Datenfeld wie im Messgerät unter Pkt. 3.2.5 ist nicht vorgesehen. Die Darstellungsart am PC ist unabhängig von derjenigen, die am Messgerät eingestellt wurde. Die Auswahl erfolgt über den Menüpunkt *Ansicht*.

5.4 Markerfrequenzen

Auf den angezeigten Kurven sitzen jeweils vier dreieckförmige Marker. Diese können mit der Maus auf den Kurven entlang gezogen werden. Im zugehörigen Textfeld werden die genauen Werte für Frequenz, Wirk- und Blindwiderstand, Phasenwinkel und Stehwellenverhältnis angezeigt. Die Textfelder des zuletzt verschobenen Markers sind farbig unterlegt.

Die Frequenzmarker lassen sich auch mithilfe der horizontalen Scrollbar verschieben, die sich unter den Textfeldern befindet. Feinkorrekturen des jeweils aktiven Markers sind mithilfe der Rechts-Links-Cursorstasten an der PC-Tastatur möglich.

5.5 Farben

Einziger Eintrag unter dem Hauptmenüpunkt *Extras* ist die Funktion *Farben*. Man klickt in der links im Fenster gezeigten Farbpalette eine beliebige Farbe an und klickt danach auf das Farbfeld derjenigen Kurvenart, der man diese Farbe zuordnen möchte. Sofern die Kurvenart im Hintergrund angezeigt wird, kann man die Veränderung sofort begutachten. Die Skalierungen an den y-Achsen erhalten dieselbe Farbe wie die zugehörigen Kurven.

5.6 Speichern von Kurven

Die aktuell vom Messgerät hereinkommenden Kurven können unter beliebigem Namen auf Festplatte oder einem anderen Speichermedium, z. B. USB-Stick, gesichert werden. Es spielt keine Rolle, ob es sich dabei um aktuelle Messdaten handelt, z. B. von einer angeschlossenen Antenne, oder um Daten, die gerade aus einer der 6 Speicherbänke im Messgerät ausgelesen werden (siehe Pkt. 3.3.9 „Einlesen aus ...“). Unter dem Hauptmenüpunkt *Datei* wählt man *Speichern unter ...*, wählt oder definiert in der Maske das gewünschte Verzeichnis, vergibt einen sinnvollen Namen und bestätigt durch Klick auf den *Speichern*-Button. Der Datei-Suffix *.csv*

weist auf das benutzte Datenformat hin (*comma separated value*) und wird automatisch vergeben.

5.7 Wiedergeben von gespeicherten Kurven

Wenn nicht die aktuell über die USB-Verbindung herein kommenden Kurven angezeigt werden sollen, sondern ältere, bereits im PC gespeicherte Kurven, wählt man unter *Datei* den Eintrag *Kurvendatei öffnen*, wählt die gewünschte Datei in dem sich öffnenden Fenster und bestätigt mit einem Klick auf den Button *Öffnen*.

Ebenso wie bei einer aktuell herein kommenden Messkurve können auch hier die vier Frequenzmarker verschoben und somit beliebige Frequenzwerte nachträglich ausgewertet werden. In diesem Zustand ist das Abschalten des Messgeräts, bzw. das Unterbrechen der USB-Verbindung erlaubt, was andernfalls zu einer Fehlermeldung führen würde.

5.8 Zurückschalten auf USB-Betrieb

Wenn das Programm beim Wiedergeben von gespeicherten Kurven geschlossen wurde, wird es beim nächsten Start sofort die Maske *Kurvendatei öffnen* präsentieren und die Auswahl einer (beliebigen) Kurve erwarten. Erst wenn dies geschehen ist, lässt sich das Programm wieder auf den unter Pkt. 5.1 angenommenen direkten USB-Betrieb umstellen. Dies geschieht unter *Datei* mit dem Eintrag *USB-Schnittstelle*. Spätestens jetzt muss das Messgerät angeschlossen und eingeschal-

tet sein, sonst sucht das Programm erneut alle vorhandenen virtuellen COM-Schnittstellen ab.

5.9 Drucken

Wegen erheblichen Programmieraufwandes wurde keine Druckfunktion implementiert, der Menüeintrag ist ohne Funktion. Sofern das Ausdrucken der angezeigten Kurven gewünscht wird, kann dies sehr einfach mithilfe Windows-interner Bordmittel geschehen:

- Anfertigen eines Screenshots mit der Tastenkombination *Alt + Druck*, nach dem Betätigen der *Alt*-Taste (Kurve zuckt manchmal) ggf. warten, bis die Kurven neu gezeichnet wurden.
- Starten des Grafik-Programms *Microsoft Paint* (meist unter *Start* → *Programm* → *Zubehör*) oder eines ähnlichen.
- Im Programm *Paint* unter *Bearbeiten* den Eintrag *Einfügen* wählen → das Bild wird eingefügt.
- Unter *Datei* den Eintrag *Seite einrichten ...* wählen, hier das Querformat einstellen und die Bildränder ringsum auf Null setzen, vertikal und horizontal zentrieren und ggf. die Skalierung so einstellen, sodass das Bild auf die Seite passt. Weitere Bilder in derselben Sitzung brauchen nicht mehr justiert werden.
- Unter *Datei* → *Drucken ...* das Bild ausdrucken.

Damit sind alle Funktionen der PC-Software *FA-VA-USB.EXE* erklärt.

FA-VA@funkamateurl.de

Daten marktüblicher 50-Ω-Koaxialkabel

Typ	Mantel Material	Mantel Ø [mm]	Außenleiter Anzahl (Material)	Innenleiter Material	Innenleiter Ø [mm]	Aufbau [mm]	Dielektrikum Material	Dielektrikum Ø [mm]	Masse je 100 m [kg]	Verkü.- fakt. VF	Dämpfg./100 m @100 MHz [dB]
Aircell5	PVC	5,0	2 (PECu F, CuG)	Cu	1,05	Draht	PE Comp		3,6	0,82	9,3
Aircell7	PVC	7,3	2 (PECu F, CuG)	Cu	1,85	Litze 19 × 0,37	PE Comp	5,0	7,2	0,83	6,3
Aircom Plus	PVC	10,3	2 (PECu F, CuG)	Cu	2,7	Draht	PE LZ	7,2	15,0	0,83	3,8
Ecoflex10	PVC	10,2	2 (PECu F, CuG)	Cu	2,85	Litze 7 × 1,00	PE Comp	7,25	13,0	0,85	4,0
Ecoflex15	PVC	14,6	2 (PECu F, CuG)	Cu	4,5	Litze 7 × 1,55	PE Comp	11,3	26,0	0,86	2,8
H155	PE	5,4	2 (Al PET Al F, CuG vz)	Cu	1,41	Litze 19 × 0,28	PE	3,9	3,8	0,81	9,3
H1001		10,3				Litze 19 × 0,54	PE		14,0	0,83	4,7
H2000-Flex	PVC	10,3	2 (PETCu F, CuG)	Cu	2,62	Draht	PE Sch	7,15	14,0	0,83	3,9
H500		9,8			2,5	Draht	PE		13,5	0,81	4,1
K02252-D	FEP	3,0	2 (CuG vs, CuG vs)	St vk vs	0,54	Litze 7 ×	PTFE	1,55	2,4	0,69	26
Multiflex141	FEP	4,14	2 (CuF vs, CuG vs)	Cu vs	0,92	Draht	PTFE	2,93	4,5	0,706	12
RG58/U		4,95				Draht	PE		3,5	0,66	15,5
RG58/CU	PVC	4,95	1 (CuG vz)	Cu vz	0,94	Litze 19 × 0,18	PE	2,95	3,7	0,66	17
RG142		4,95			0,95	Draht	Teflon		6,4	0,7	18,1
RG174/U	PVC	2,55	1 (CuG vz)	St vk	0,48	Litze 7 × 0,16	PE	1,48	1,1	0,66	26,2
RG178/RG196		1,80				Litze 7 × 0,10	Teflon		0,8	0,7	42,7
RG188		2,5				Litze 7 × 0,17	Teflon		1,5	0,7	27,5
RG213/UBX		9,5				Litze 7 × 0,70	PE		12,7	0,66	7,8
RG213/U	PVC	10,3	1 (CuG)	Cu	2,25	Litze 7 × 0,75	PE	7,28	15,3	0,66	6,0
RG213/FOAM		10,3			2,5	Litze	Schaum		11,0	0,80	4,1?
RG214	PVC	10,8	2 (CuG vs, CuG vs)	Cu vs	2,25	Litze 7 × 0,75	PE	7,28	18,5	0,66	6,6
RG223		5,38			0,90	Draht	PE		5,1	0,66	13,5
RG316/U	FEP	2,50	1 (CuG vs)	St vz vs	0,54	Litze 7 × 0,17	PTFE	1,55	1,6	0,71	28
RG400		4,95				Litze 19 × 0,20	Teflon			0,70	17

St: Stahl, Cu: Kupfer, Al: Aluminium, G: Geflecht, F: Folie, vs: versilbert, vz: verzinkt, vk: verkupfert, PE: Polyethylen, PTFE: Polytetrafluoroethylen (Teflon), PE Comp: Polyethylenverbindung, PE LZ: Polyethylen mit Luftzellen, PET: Polyethylenterephthalat, PVC: Polyvinylchlorid, FEP: Fluoriertes Ethylenpropylen