

Antennenanalysator für 1 MHz bis 180 MHz: MetroVNA Pro

RAINER MÜLLER – DM2CMB

Der MetroVNA Pro ist ein kleiner, aus Akkumulatoren versorgter vektorieller Antennenanalysator für den Frequenzbereich von 1 MHz bis 180 MHz. Zusätzlich können in diesem Bereich auch Transmissionsmessungen an Filtern, Kabeln und Verstärkern sowie Pegel- und Feldstärkemessungen vorgenommen werden.

Der MetroVNA Pro wurde von Antonio Ferrulli, IZ7LDG, aus der Sicht eines Funkamateurs für Funkamateure entwickelt. Dies ist besonders bei der Arbeit mit dem Gerät zu merken. Der MetroVNA Pro ist einfach zu handhaben, das Handbuch ist sehr ausführlich und alle Menüpunkte sind durch Bildbeispiele erklärt. Neben Informationen zum Messgerät sind auf www.metrovna.com auch Beispielmessungen zu den einzelnen Funktionen und Messergebnisse eines Gerätetests vorhanden.



Bild 1: Ansicht des eingeschalteten Antennenanalysators MetroVNA Pro und eines externen Steuerungs- und Anzeigegeräts per Bluetooth verbundenen Android-Smartphones

■ Hardware

Bild 1 zeigt den via Bluetooth mit einem Smartphone verbundenen MetroVNA Pro. Das gut ablesbare, hintergrundbeleuchtete Touch-Farbdisplay mit 3,1 Zoll Diagonale dient zur Messwertdarstellung sowie zur Bedienung. Das Display ist hell und gut ablesbar, aber leider nicht entspiegelt. Über sieben weitere Tasten unterhalb des Displays lassen sich die Menüs aufrufen, die Amateurfunkbänder anwählen und die Schrittweite der Frequenzabstimmung ändern.

Zusätzlich lässt sich der MetroVNA Pro über die USB- oder die Bluetooth-Schnittstelle mit einem PC oder Android-Gerät verbinden.

Die Messbuchse für die Antennenanalyse und der Messeingang zur Pegelmessung sind an der schmalen Oberkante angeordnet, siehe Bild 7, ebenso die USB-Buchse und der Einschalter. Die USB-Buchse dient

gleichzeitig zum Aufladen des eingebauten Li-Ionen-Akkumulators. Als Akkumulator ist im MetroVNA Pro eine Standard-Lithium-Ionen-Rundzelle mit Lötflächen eingebaut.

Aufgrund der geringen Masse von nur 200 g und der Bluetooth-Schnittstelle bietet es sich förmlich an, den MetroVNA Pro direkt am Speisepunkt der Antenne anzuschließen. Der MetroVNA Pro sollte dabei sicherheitshalber in einer Kunststoffhülle mit einem kleinen Loch für die Messbuchse stecken, denn das Gerät ist nicht Spritzwasser geschützt.

Das Gehäuse besteht aus zwei Halbschalen. Nach dem Lösen der drei Schrauben an jeder Seite lässt sich die obere Halbschale mit dem Display anheben. Die Verbindungsfolie von der Platine zum Display ist aber zu kurz, um das Gerät ganz zu öffnen. Antonio, IZ7LDG, hat mir freundlicherweise das Bild 3 und zusätzlich ein Blockschaltbild für diesen Beitrag zur Verfügung gestellt.

Zur Messung von Zweipolen wie beispielsweise Antennen findet ein interner Richtkoppler Verwendung. Das hat den Vorteil, dass der Innenleiter der Messbuchse elektrisch auf Masse liegt. Mögliche statische Aufladungen der Antennen werden so nach Masse abgeleitet.

Das vom Richtkoppler kommende Messsignal richtet der Detektor AD8302, der

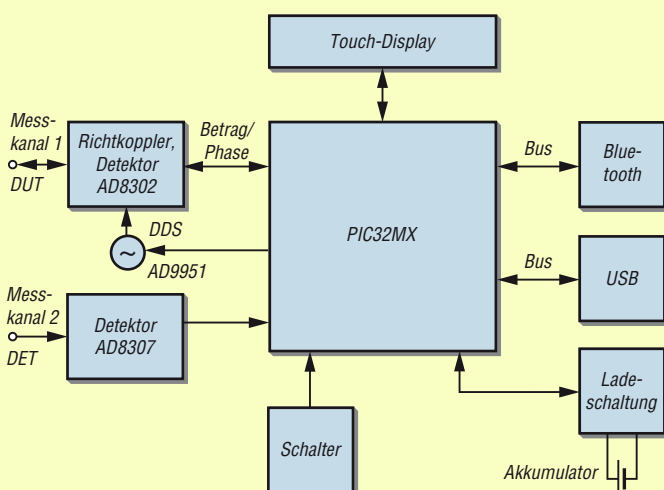
Technische Daten des MetroVNA Pro

Frequenz	1 MHz ... 180 MHz
Messmöglichkeiten	Widerstand R , Impedanz $ Z $, Reaktanz X , Phase, Stehwellenverhältnis (SWV), Rückflussdämpfung (Reflexion, S_{11}), Durchgangsdämpfung (Transmission, S_{21}), Feldstärke, Pegel
Generator	-6 dBm an 50 Ω
Pegelmessung	-70 dBm ... +5 dBm
Genauigkeit	± 2 dB
Akkumulator	Li-Ionen, 3000 mAh
Messanschlüsse	2 x BNC
Display	Touch-Farb-TFT, 3,1"
Menüs	10 und 4 Service-Menüs
Ladespannung	5 V über USB-Buchse
Schnittstellen	USB, Bluetooth
Firmware-Aktualisierung	über USB
Kompatibilität	mit Android-Tablet, Android-Smartphone
Betriebssysteme	Windows, Linux, Android, OS X
Software	IG/VNA, vna/J, MetroVNA, BlueVNA (Android-App)
Abmessungen (B x H x T)	125 mm x 95 mm x 20 mm
Masse	200 g
Preis	329 € [2]

zur Messung von Amplituden und Phasenwinkel geeignet ist, gleich. Der nachfolgende 32-Bit-Mikroprozessor PIC32MX wertet das Signal aus und steuert das Display an. Für Transmissions- und Pegelmessungen ist an einer zweiten Messbuchse der logarithmische Detektor AD8307 eingebaut.

Ein mit dem AD9951 aufgebaute DDS-Generator erzeugt das für den Richtkoppler erforderliche Signal. Da der MetroVNA Pro auch als einfacher HF-Generator nutzbar ist, habe ich mir dieses Signal etwas genauer angesehen, siehe Bild 5. Der nicht veränderbare Ausgangspegel beim getesteten Gerät betrug im KW-Bereich -8,2 dBm, im 2-m-Band -9,2 dBm. Das dürfte für die meisten Anwendungen reichen.

Bild 2: Blockschaltbild des MetroVNA Pro; bei Zweipolmessungen, z. B. an Antennen, ist nur der Messkanal 1 (DUT) beschaltet, bei Transmissionsmessungen liegt das Messobjekt zwischen den Buchsen DUT und DET.



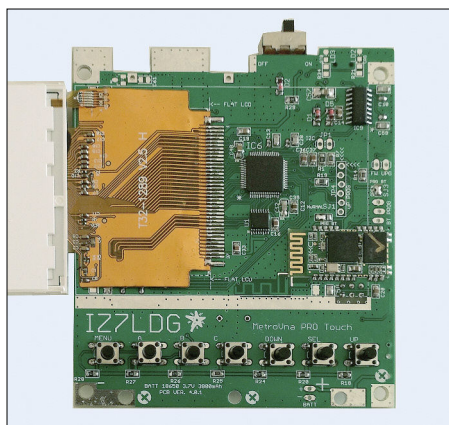


Bild 3: Platine des MetroVNA Pro mit einem Teil des weggeklappten Displays (links); unterhalb des Displays liegen die sieben Taster.

Interessanter und für Zweipolmessungen wichtiger ist die Signalqualität. Bild 18 zeigt das Spektrum eines 10-MHz-Signals: Es ist sehr sauber. Die erste Harmonische ist mit 62,1 dBc, die zweite mit 77 dBc gedämpft. Die Frequenzabweichung betrug 116 Hz und ließ sich im Menü *CalFreq* (Bild 6) durch Änderung der DDS-Referenzfrequenz ganz einfach korrigieren – erforderlich sind nur ein ausreichend genauer Frequenzzähler oder alternativ zum Frequenzvergleich ein Empfänger mit einstelltem genauen Sender, wie WWV, Baken usw.

■ Bedienung

Nach dem Einschalten des MetroVNA Pro erfolgt eine automatische Kalibrierung für die Reflexionsmessung. Der Messkanal 1 (DUT) muss dabei offen sein. Ist beim Einschalten ein Kabel angeschlossen, wird es in die Kalibrierung einbezogen. Eine erneute Kalibrierung ist jederzeit über den Menüpunkt *CalRefl* möglich, Bild 4. Für Reflexionsmessungen stehen im Hauptmenü, siehe Bild 8, gleich sieben unterschiedliche Darstellungsformen bereit. Als Testobjekt für die nachfolgenden Messungen habe ich eine stark verkürzte kapazitive Antenne für 14 MHz genutzt. Die einfachste Darstellung der Reflexionsmessung finden wir im Menü *Easy*, Bild 9. Es zeigt nur das Stehwellenverhältnis (SWV) und die Impedanz an. Für die Frequenz-eingabe lässt sich zusätzlich eine Ziffern-

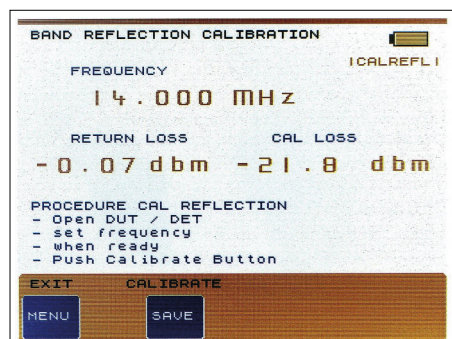


Bild 4: Das Menü *CalRefl* dient zur Kalibrierung des Messeingangs DUT für die Reflexionsmessung

tastatur einblenden. Die hier eingestellte Frequenz wird auch in andere Menüs übernommen.

Das Menü *Meter* in Bild 12 gibt alle ermittelten Antennenparameter als Balkenanzeige und als numerische Werte aus, wobei Balkenanzeige und Ziffern des SWV vergrößert dargestellt sind. Im Menü *Auto SWR* in Bild 16 werden neben der grafischen Darstellung des SWV auch das Stehwellenverhältnis bei der Mittenfrequenz sowie die Frequenz mit dem geringsten SWV angezeigt.

Gleich zwei analoge Messinstrumente sind im Menü *SMeter* in Bild 13 nachgebildet. Zur Anzeige kommen das SWV und der Betrag der Impedanz. Zusätzlich sind die Werte numerisch dargestellt. Im Menü *SWMeter* in Bild 17 werden alle Antennenparameter numerisch angezeigt. Zusätzlich erfolgt die SWV-Anzeige auf einem großen analogen Messinstrument. Das Menü *Graph* in Bild 10 stellt den Kurvenverlauf des SWV im gewählten Frequenzbereich grafisch dar. Dieses Menü lässt sich auch aus den anderen Menüs zur Reflexionsmessung direkt aufrufen. Der eingeblendete Marker ist beliebig positionierbar.

Eine sehr schöne Idee hat IZ7LDG mit dem Menü *Multi* in Bild 14 realisiert: die gleichzeitige Anzeige des SWV für fünf Amateurfunkbänder als Balkenanzeige sowie numerisch. Beim Abgleich von Multibandantennen dürfte das eine große Hilfe sein. Als Testantenne nutze ich in diesem

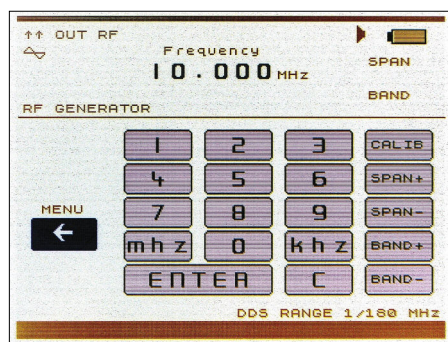


Bild 5: Im Menü *RFGen* ist die Frequenz des HF-Generators per Tastatur einstellbar.

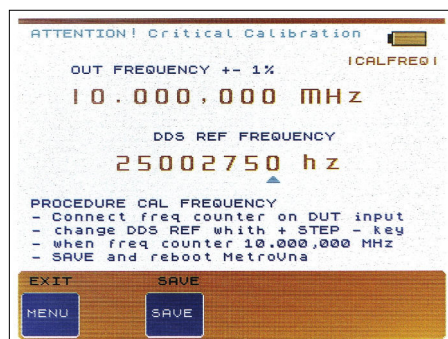


Bild 6: Im Menü *CalFreq* lässt sich zur Frequenzkalibrierung die DDS-Referenzfrequenz verändern.



Bild 7: An der schmalen Oberkante sind die beiden BNC-Messbuchsen, die USB-Buchse und der Einschalter angeordnet.

Fall eine Breitband-Doppel-Loop von DL4KCJ.

Auch Transmissionsmessungen an Vierpolen sind mit dem MetroVNA Pro über das Menü *TLGraph* in Bild 11 möglich. Das Messobjekt ist dazu zwischen Messkanal 1 *DUT* und Messeingang *DET* zu schalten. Zur Darstellung kommt der Kurvenverlauf im gewählten Frequenzbereich, wobei der MetroVNA Pro den Kurvenanfang etwas verfälscht anzeigt. Zur besseren Auswertung lässt sich ein Marker (*Mrk*) einblenden.

Im Menü *dBMeter* in Bild 15 ist mit dem MetroVNA Pro auch eine einfache Feldstärke- und Pegelmessung realisierbar. Die Anzeige erfolgt wiederum auf einem großen analogen Messinstrument. Die Überprüfung mit einem kalibrierten Generator und verschiedenen Dämpfungsgliedern zeigte, dass die Anzeige im KW-Bereich sehr genau ist. Bei einem -50-dBm-Signal

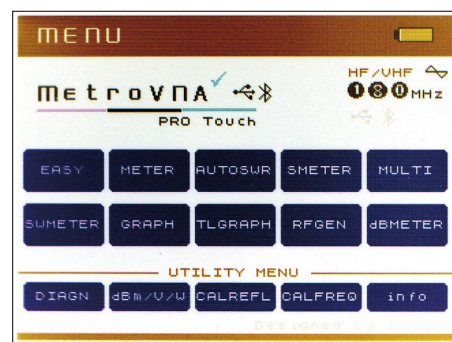


Bild 8: Vom Hauptmenü des MetroVNA Pro sind die Untermenüs erreichbar.

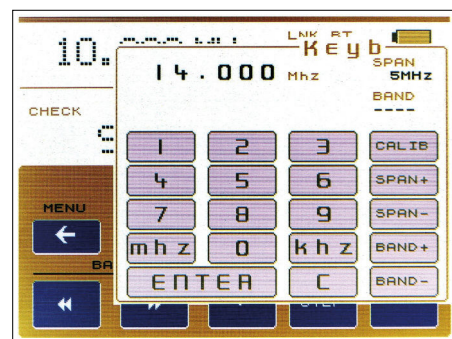


Bild 9: Auch im Menü *Easy* ist das Einblenden einer Tastatur zur Frequenzeingabe möglich (alle Displaydarstellungen invertiert).

lag der Zeiger unmittelbar neben der entsprechenden Marke.

Zu den höheren Frequenzen hin zeigen sich die typischen Merkmale des verwendeten logarithmischen Detektors AD8307. Bei 145 MHz betrug die Abweichung jedoch noch vertretbare 1 dB.

■ Android-Apps MetroVNA und BlueVNA

Zur Darstellung der Messwerte auf einem Android-Smartphone oder -Tablet entwickelte Dan Toma, YO3GGX, die App *MetroVNA*. Die Verbindung zum MetroVNA Pro erfolgt per Bluetooth. Dies funktioniert mit meinem *Samsung Galaxy Tab S* samt *Android V5.0.2* auf Anhieb und ohne Probleme.

Alle Messungen sind zwar nur als Einzelmessungen möglich, doch das stört nicht unbedingt. Die maximale Entfernung für die Bluetooth-Übertragung habe ich nicht getestet. Sie soll bis zu 10 m betragen, ist aber von vielen Einzelfaktoren abhängig. Nach Anklicken des Buttons *M* an der linken Seite des Bildschirms in Bild 19 öffnet sich ein zusätzliches Menü. Hier erfolgt die Umschaltung zwischen Reflexionsmessung, Transmissionsmessung, der Darstellung im Smith-Diagramm sowie der Generatorfunktion. Ebenfalls lassen sich dort Antennenkabel nach Kabelart und -länge eingeben. Auch die Kalibrierung des MetroVNA Pro ist über dieses Menü zu starten.

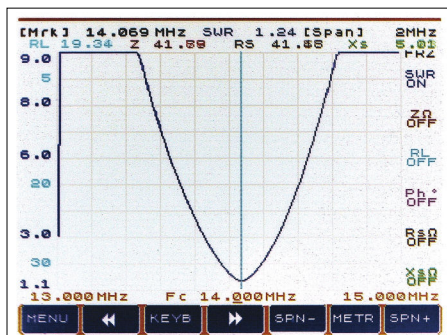


Bild 10: Das Menü *Graph* zeigt hier den SWV-Verlauf einer kapazitiven Antenne für 14 MHz mit eingblendeten Markern an.

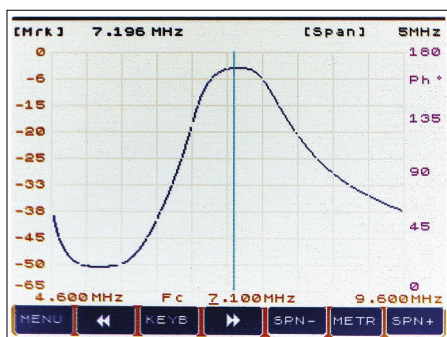


Bild 11: Das Menü *TLGraph* stellt die Durchlasskurve eines 7-MHz-Bandpassfilters mit etwas verfälschtem Kurvenanfang dar.

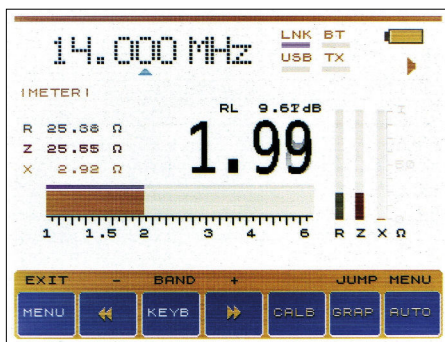


Bild 12: Im Menü *Meter* werden Widerstand, Impedanz, Reaktanz und SWV angezeigt, Letzteres auch als Balkenanzeige.

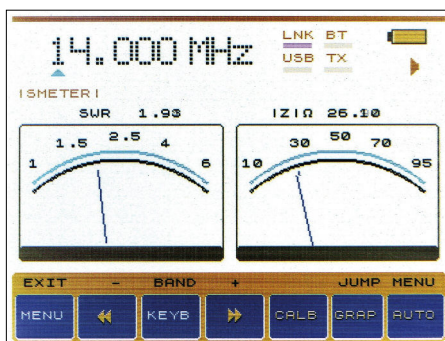


Bild 13: Darstellung des SWV und der Impedanz im Menü *SMeter*

Bild 21 zeigt die Messergebnisse einer 2-m-Antenne. Die einzelnen Kurven lassen sich über das Menü an der rechten Seite ein- und ausblenden. Sie haben die gleiche Farbe wie die zugehörige Taste. Zusätzlich ist die Anzeige der Antennenparameter bei einer

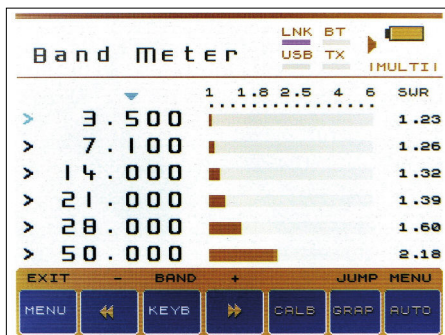


Bild 14: Im Menü *Multi* lässt sich das SWV für sechs Amateurfunkbänder anzeigen, hier die Werte einer Breitband-Doppel-Loop.

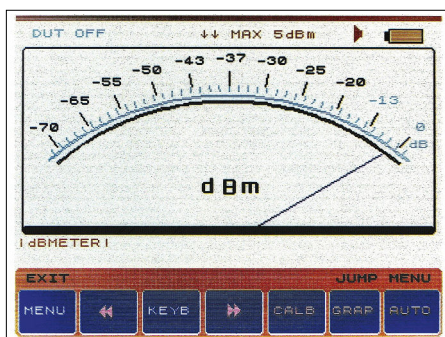


Bild 15: Menü *dBMeter*; der Pegel zugeführter Signale wird sehr genau angezeigt, hier am Beispiel von 0 dBm.

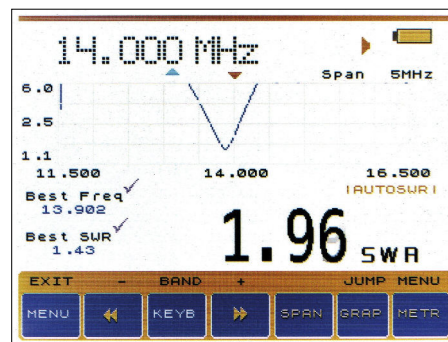


Bild 16: Das Menü *AutoSWR* zeigt zusätzlich zum SWV an der gewählten Frequenz die Frequenz mit dem geringsten SWV an.

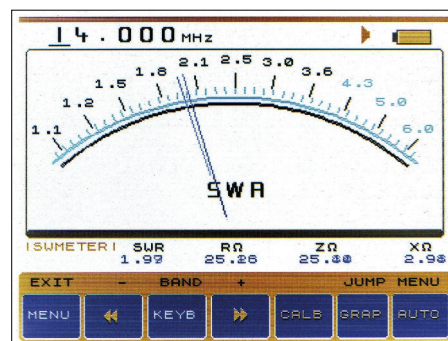


Bild 17: Auch im Menü *SWMeter* sind alle wichtigen Werte sofort ersichtlich.

beliebigen Markerfrequenz und beim geringsten SWV möglich.

Transmissionsmessungen sind zwar auch mit dem MetroVNA Pro allein möglich, doch eine vernünftige Kurvendarstellung bietet erst ein Tablet. Bild 20 zeigt die Messkurven vom Test eines 10-MHz-Quarzes. Die Werte des durch den Marker angewählten Messpunkts werden numerisch ausgegeben.

Die Messwerte lassen sich auch im Smith-Diagramm darstellen. Allerdings ist dabei zu beachten, dass der MetroVNA Pro den Blindwiderstand nur als Betrag, also als positiven Wert, ausgibt. Dadurch erfolgt eine Darstellung nur in den ersten beiden Quadranten.

In Bild 22 ist dies deutlich erkennbar. Es zeigt das Smith-Diagramm einer 2-m-Antenne. Mit dem in Bild 22 unten rechts erkennbaren Schieber lässt sich die Frequenz des Messpunkts ändern.

Die App *BlueVNA* wurde von Dan Toma, YO3GGX, zwar für die *miniVNA*-Geräte entwickelt, doch ist diese auch zusammen mit dem MetroVNA Pro nutzbar. Es ist lediglich die *miniVNA*-Geräteversion *STD* zu wählen.

Nach dem seit Januar 2016 verfügbaren Update der App *MetroVNA* ist der Funktionsumfang beider Apps aber annähernd gleich. Bei <http://play.google.com> sind beide Apps verfügbar und im Handbuch zum MetroVNA Pro sehr ausführlich beschrieben, weshalb ich hier nicht weiter darauf eingehe.

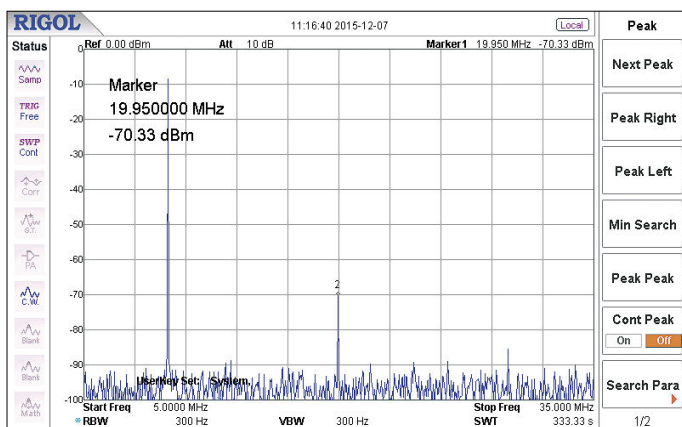
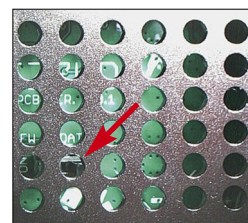


Bild 18: Darstellung des Spektrums eines 10-MHz-Signals mit einem RIGOL-Analysator; die erste Harmonische ist um 62,1 dBc, die zweite um 77 dBc unterdrückt.

Fotos, Screenshots: IZ7LDG (3), DM2CMB (19)

Bild 23: Für ein Firmware-Update des MetroVNA Pro ist ein Umschalter auf der Rückseite zu betätigen.



Schalter wieder auf die rechte Seite zurückzuschieben. Die Installation verlief problemlos, allerdings hätte der Signalton, der während des Updates ertönt, etwas leiser sein können.

Für verschiedene miniVNA-Geräte wurden von anderen Funkamateuren bereits PC-Programme entwickelt, die auch zur Auswertung der Daten des MetroVNA Pro nutzbar sind. Diese Programme sind in den jeweiligen Handbüchern ausführlich dokumentiert. Ich weise deshalb an dieser Stelle nur auf Probleme hin, die bei der Nutzung der Software auftraten.

Das Programm *IG/VNA* lief bei mir anstandslos. Mit ihm lassen sich sowohl Einzelmessungen als auch kontinuierliche Reflexions- und Transmissionsmessungen durchführen. Der Versuch, das Programm *vna/J* zu installieren, scheiterte allerdings am Betriebssystem *Windows 10*. Das Programm ist in *Java* geschrieben und sollte somit auch unter verschiedenen Betriebssystemen laufen. Doch selbst mit Unterstützung des Programmentwicklers Dietmar Krause, DL2SBA, konnte ich *Windows 10* nicht überzeugen, das Programm zu starten. Auf einem alten Laptop mit *Windows Vista* läuft es problemlos. Eine ausführliche Dokumentation von *vna/J* ist auf [1] vorhanden.

■ Updates sowie PC-Programme IG/VNA und vna/J

Eine weitere sinnvolle Ergänzung stellt die Nutzung eines PC zur Auswertung der Messwerte dar. Es gibt verschiedene Analyseprogramme, die ursprünglich für den *miniVNA* entwickelt wurden, die aber auch für den MetroVNA Pro nutzbar sind. Auf dem mitgelieferten USB-Speicherstift waren neben den Gerätetreibern die Programme *IG/VNA*, *vna/J* sowie ein Handbuch für die Android-App gespeichert.

Nach dem Anschließen des MetroVNA Pro an meinem PC wurden der Antennenanalysator vom Betriebssystem *Windows 10* sofort erkannt und die Treiber automatisch installiert. Bei meinen ersten Versuchen bin ich über eine Funktionsstörung des MetroVNA Pro gestolpert, worauf ich mich zunächst an den Händler wandte. Innerhalb einer Stunde bekam ich vom Entwickler des MetroVNA Pro die Datei für ein Firmware-Update zugeschickt. Weitere Verbes-

serungen der Firmware sind inzwischen ebenfalls in die neu ausgelieferten Geräte integriert worden.

Eventuell später herausgegebene Firmware-Updates für den MetroVNA Pro sind über einen PC und die USB-Schnittstelle möglich. Zum Laden eines Updates ist auf der Rückseite des MetroVNA Pro ein Schalter zu betätigen, der sich, wie Bild 23 zeigt, durch die Lüftungsöffnungen erreichen lässt – eine clevere Lösung. Dieser Schalter ist auf *FW* (linke Schalterstellung) zu schieben. Danach den MetroVNA Pro einschalten, mit dem USB-Port des PC verbinden und das Update-Programm, z. B. *upgrade_fw2.60.exe*, starten.

Nun sind im Update-Programm der genutzte USB-Port einzutragen, z. B. *COM4*, und die *Enter*-Taste zu betätigen. Während des Updates ertönt ein langer Piepton und im Fenster läuft zusätzlich eine Fortschrittsanzeige. Nach Beendigung des Updates sind der MetroVNA Pro auszuschalten und der

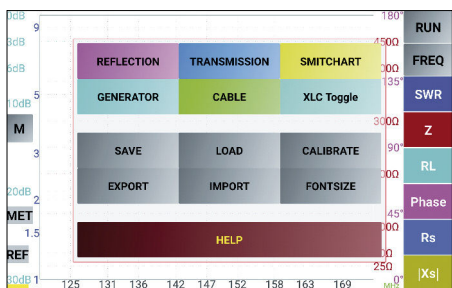


Bild 19: Im Hauptmenü der App MetroVNA werden die Messart ausgewählt sowie der Generator und zusätzliche Funktionen aufgerufen.

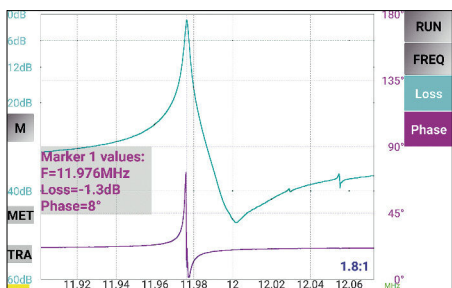


Bild 20: Darstellung der Einfügedämpfung und Phase beim Test eines 10-MHz-Quarzes im Transmissionsmodus der App MetroVNA

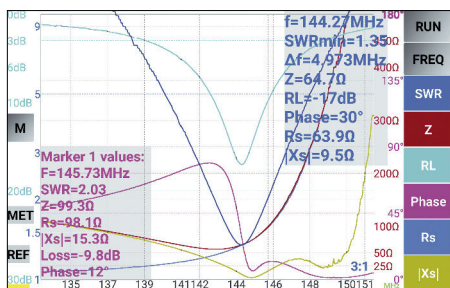


Bild 21: Darstellung der Messkurven und Messwerte in der App MetroVNA; die einzelnen Kurven lassen sich über das Menü an der rechten Seite ein- und ausblenden.

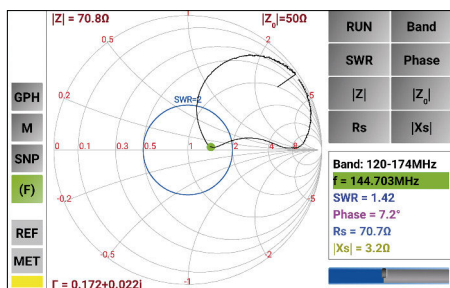


Bild 22: Darstellung des Smith-Diagramms in der App MetroVNA; mit dem Schieber unten rechts lässt sich die Frequenz ändern.

■ Fazit

Der MetroVNA Pro ist in Deutschland bei WiMo [2] erhältlich. Trotz des Ärgers mit *Windows 10* und *Java* bin ich mit meinen Versuchen und den Testergebnissen des Antennenanalysators MetroVNA Pro sehr zufrieden. Es ist ein tolles Messgerät mit einem großen Funktionsumfang und es passt für den portablen Einsatz auch noch in die Hosentasche. Die Akkulaufzeit ist ausreichend und der Energiespeicher lässt sich mit einem auch für Mobiltelefone oder Smartphones genutzten Ladegerät schnell wieder aufladen. Meine Einschätzung: ein Schweizer Taschenmesser für den HF-Techniker.

Zum Schluss möchte ich Antonio Ferrulli, IZ7LDG [3], für die Unterstützung und WiMo für die Bereitstellung des Testgeräts danken.

dm2cmb@t-online.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Krause, D., DL2SBA: *vna/J*. www.dl2sba.com
- [2] WiMo: MetroVNA Pro. www.wimo.com → Gerätezubehör → SWR-, Netzwerk-Analyser
- [3] Ferrulli, A., IZ7LDG: MetroVNA Android. www.youtube.com/watch?v=h-qMAUsfO-0