

Kurzanleitung zur Software WinNWT für den FA-Netzwerktester

Anliegen der folgenden Zeilen ist es, den Nutzern des FA-NWT einen schnellen Einstieg in die Bedienung des FA-NWT zu ermöglichen. Weitere Feinheiten sind dagegen dem FA-Beitrag [1] sowie insbesondere der jeweils aktuellen Dokumentation [2] zu entnehmen.

Über die bloße Softwarebeschreibung hinausgehend gibt es noch einige allgemeine Hinweise zur Durchführung der Messungen.

■ Installation

WinNWT läuft unter Windows XP, 2000, 98SE (Testergebnisse zu anderen Windows-Versionen liegen nicht vor). Zur Installation Programm *winnwt_setup_V108.exe* ausführen und bei Abfrage die Lizenzbedingungen akzeptieren. Als Programmverzeichnis empfehlen wir ein Verzeichnis unter *C:\Programme\...*, beispielsweise *C:\Programme\Afu\WinNWT*. Alle erforderlichen DLLs und Programmteile werden installiert und ein Icon auf dem Desktop erzeugt. Sämtliche Einstellungen sind (falls später von Interesse) bei Windows XP unter *Dokumente* → *Einstellungen* beim jeweiligen Nutzer im Verzeichnis *hfm9* abgelegt. Bei Win98SE liegt dieses Verzeichnis *hfm9* im Rootverzeichnis auf C:\.

Den von der Installationsroutine letztlich vorgeschlagenen Schritt *Launch WinNWT* klicken wir zunächst einmal weg.

Weitere notwendige Schritte

An der Firmware der vom FA-Leserservice ausgelieferten Bausätze braucht nichts verändert zu werden, der mitgelieferte PIC besitzt eine Firmware, die sowohl für WinNWT von DL4JAL als auch für NWT9 von DK3WX geeignet ist. Falls Sie jedoch die Hardware-Option 80/400 MHz (BX-062) erworben haben, prüfen Sie, ob der richtige PIC steckt.

Wenn Sie den FA-NWT nicht direkt an eine serielle Schnittstelle anschließen können/wollen, sondern einen USB-Adapter benutzen, ist zunächst noch dieser zu installieren. Für den BX-067 haben wir eine spezielle Kurzanleitung erstellt [3]. Der Adapter installiert sich als virtueller COM-Port. Dessen Nummer lässt sich folgendermaßen ermitteln: *Systemsteuerung/System* → *Register Hardware* → *Geräte-Manager* → *Anschlüsse*.

Schließlich ist noch zu prüfen, ob der FA-NWT mit Spannung versorgt wird (LED!) und ob das Kabel zur PC-Schnittstelle steckt.

Grundlegende Einstellungen

Nun können Sie WinNWT starten (gelbes Icon *WINHFM9.exe* auf dem Desktop). Nach dem Start müssen zunächst unter Menüpunkt *Einstellungen* → *Option* einige Häkchen gemäß Bild 1 verändert werden. Auch die oberen Frequenzgrenzen stellen wir besser alle auf 160 000 000 Hz. Bei einem USB-Adapter ist die entsprechende virtuelle Schnittstelle *COM.xx* auszuwählen. Vergessen Sie nicht, die Änderungen mit *OK* zu bestätigen.

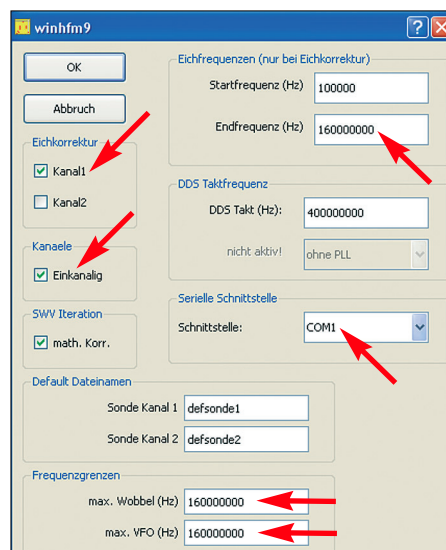


Bild 1: Karteikarte Einstellungen/Option mit entsprechenden Einstellungen

Der FA-NWT besitzt nur einen Kanal – daher Häkchen *Einkanalig*. Ein zweiter Kanal müsste extern nachgerüstet werden, was noch nicht durch einen Bausatz unterstützt wird; Anschlüsse hierfür sind aber vorgesehen, siehe Baumappe [4]. Wir klicken dann gleich noch auf Hilfe und setzen das Häkchen *Tipp?*.

■ Durchgangsmessungen

Derartige Messungen (auch „Transmissionsmessungen“) dienen dazu, die Verstärkung oder Dämpfung eines so genannten Vierpols (Verstärker, Filter, Dämpfungsglied usw.) in Abhängigkeit von der Frequenz zu ermitteln. Der Eingang des Vierpols kommt dabei an den Generator-Ausgang des FA-NWT, der Ausgang an den Detektoreingang des FA-NWT, siehe Bild 2. Das Ergebnis ist die sicher bekannte Durchlasskurve. Wissen müssen Sie noch, dass Eingang und Ausgang des FA-NWT 50 Ω Impedanz aufweisen. Bestimmte Bauelemente wie z. B. Quarzfilter sind daher unbedingt entsprechend anzupassen!

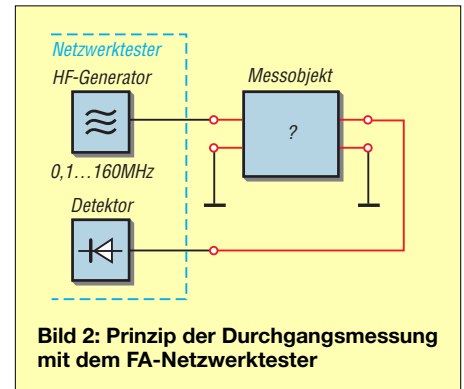


Bild 2: Prinzip der Durchgangsmessung mit dem FA-Netzwerktester

Kalibrierung

Vor der ersten Messung ist der FA-NWT zu kalibrieren – dies jedoch im Normalfall nur einmalig. Sollte Ihnen dazu notwendiges Material fehlen, unterlassen Sie zunächst die Kalibrierung, besorgen die notwendigen Utensilien und arbeiten unterdessen mit der mitgelieferten Standardkalibrierung – nicht optimal, aber besser als gar nichts... Gleiches gilt für die Kalibrierung zum Reflexionsmesskopf und zum Wattmeter (s.u.)!

Gehen Sie oben auf den Menüpunkt *Wobbeln* und klicken Sie *Eichen Kanal 1* an. Wir wählen zunächst Messsonde *Log*. WinNWT fordert zum Einschleifen eines 40-dB-Dämpfungsgliedes zwischen Generatorausgang und Messeingang auf.

Solche Dämpfungsglieder gehören an und für sich zur Grundausstattung des Amateurlabors, 40-dB-Glieder sind jedoch selten. Der FA-Leserservice hat preisgünstige Dämpfungsglieder im Programm, wobei hier einmal *ATT-10* und einmal *ATT-30* oder zweimal *ATT-20* in Frage kommen. Eine schnelle Notlösung mit Teilen aus der Bastelkiste zeigt Bild 3. Besser ist die Alternativvariante Bild 4, diese ist dann zweimal aufzubauen und hintereinander zu schalten. Zur Verbindung

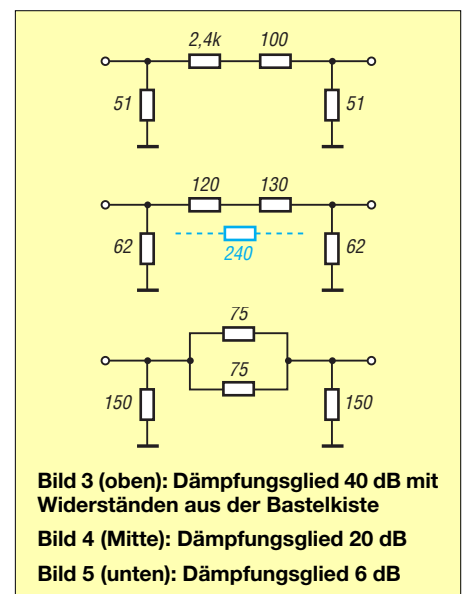


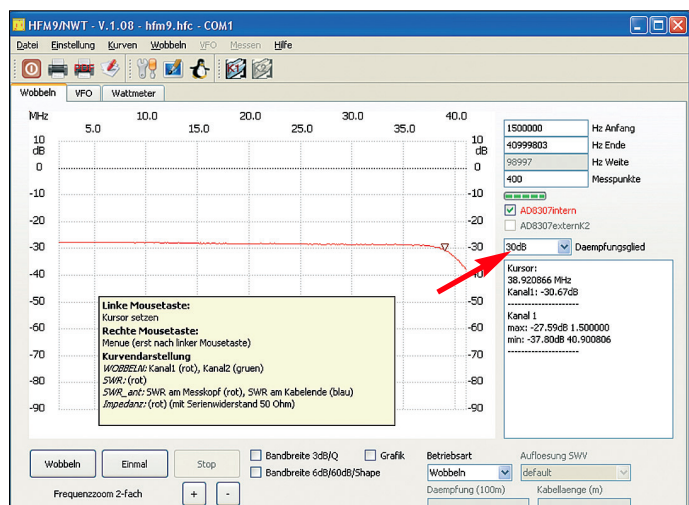
Bild 3 (oben): Dämpfungsglied 40 dB mit Widerständen aus der Bastelkiste

Bild 4 (Mitte): Dämpfungsglied 20 dB

Bild 5 (unten): Dämpfungsglied 6 dB

kommen nur hochwertige BNC-Kabel mit 50 Ω Wellenwiderstand, vorzugsweise doppelt geschirmte (RG223U, Aircell 7, Aircell 5) in Betracht. Gegen solche aus RG58 oder RG174 ist prinzipiell nichts einzuwenden, doch kursieren hier „preiswerte“ Ausführungen, deren Schirmungsmaß zu wünschen übrig lässt. Finger weg auch von Flohmarkt-Kabeln ohne Beschriftung, es sei denn, Sie prüfen den Wellenwiderstand nach!

Nach dem OK erscheint die erste Kurve und Sie folgen der Aufforderung, Aus- und Eingang des FA-NWT direkt zu verbinden. Auch den Ratschlag, die Werte sofort zu speichern, befolgen Sie unbedingt und wählen die vorgeschlagenen Dateinamen *AD8307intern* sowie *defsonde1.hfm*.



Einmal beim Kalibrieren, machen wir gleich mit der linearen Sonde weiter: Oben Menüpunkt *Wobbeln*, *Eichen Kanal 1*, Messsonde *Lin.*, 6-dB-Dämpfungsglied einschleifen (ATT-6 aus dem FA-Leser-service, Notlösung siehe Bild 5). Dann wiederum Aus- und Eingang verbinden sowie abschließend sofort speichern unter Name *AD8307intern* (ja – Name belassen!) sowie *AD8361.hfm*.

Die Standard-Kalibrierung für Durchgangsmessungen ist nun erledigt und wird dank Auswahl der vorgeschlagenen Dateinamen bei jedem Start wieder neu geladen. Für spezielle Messaufgaben kann es indes notwendig sein, weitere Kalibrierungen vorzunehmen und diese unter separaten Namen abzuspeichern. Beispielsweise könnte man auf diese Weise Kabeldämpfungen kompensieren.

Messungen in der Praxis

Sie können nun zwischen linearer und logarithmischer Sonde hin und her springen, indem Sie unter *Wobbeln* (oben), Auswahl *Messsonde 1* jeweils *Defsonde1.hfm* für logarithmische Messung (Anzeige in Dezibel) oder *AD8361.hfm* für lineare Messung (Anzeige in Zahlenwerten) wählen. Bei der linearen Messung ist die Ables-

barkeit viel feiner, aber der überstrichene Pegelbereich umfasst praktisch nur 10 dB. Auch die obere und untere Frequenzgrenze können Sie verändern, geben Sie z. B. für 1,5 MHz nur *1m5* oder *1,5m* ein, *1500k* oder *1 500 000* geht natürlich auch. Überlegen Sie immer, in welchem Frequenzbereich Sie wirklich messen wollen (so **schmal wie möglich und sinnvoll!**) und wie viele Abtastpunkte Sie dazu benötigen (400 meist ausreichend, mehr kostet Zeit). Nach dieser Auswahl wird der Frequenzbereich mit *Wobbeln* bzw. *Einmal* kontinuierlich bzw. einmalig durchlaufen.

Mit der linken Maustaste lässt sich ein Marker setzen, was erst nach Stopp des Wobbeldurchlaufs erfolgen sollte.

Bild 6: Durchlasskurve eines 1-kW-Tiefpassfilters YA-1 von Bencher Inc. in logarithmischer Darstellung, 30 dB Dämpfung manuell eingeschleift und softwaremäßig zugeschaltet

Bild 7: Erstkalibrierung der SWR-Messung – dazu ist im Menü *Wobbeln* der Unterpunkt *Eichen Kanal 1* zu wählen; Abspeicherung am besten unter *defsonde1.hfm*.

Screenshots:
DL2RD

Sie können auch ein Dämpfungsglied einschleifen, das macht z. B. **vor** dem Eingang eines Verstärkers Sinn (**nach** dem Verstärker ggf. Leistung zu beachten!). Wenn Sie dieses dann rechts unter Dämpfungsglied auswählen (10er-Stufung möglich), wird das bei der Anzeige berücksichtigt, siehe Bild 6. Eine automatische Umschaltung ist möglich (siehe [4]), ein entsprechender Bausatz in Vorbereitung.

Reflexionsmessungen

Derartige Messungen (auch „Anpassungsmessungen“) dienen dazu, die Anpassung des Eingangs oder Ausgangs eines Vierpols oder die Anpassung eines Zweipols (Antenne!) an 50 Ω zu ermitteln. Die An-

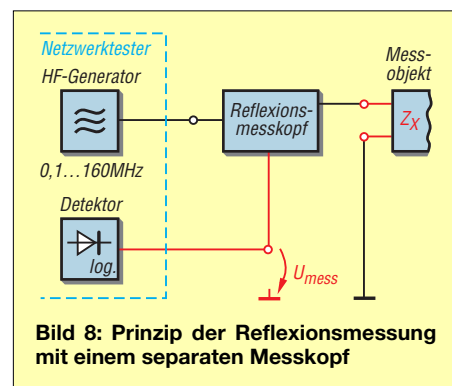
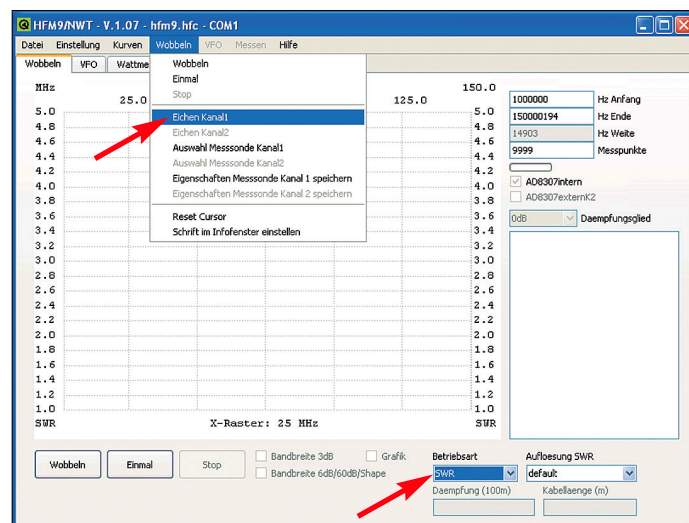


Bild 8: Prinzip der Reflexionsmessung mit einem separaten Messkopf

passung ist ein Kriterium für optimale Leistungsübertragung. Dazu benötigen Sie den Reflexionsmesskopf *BX-066*, [5], [6] oder einen anderen Richtkoppler mit exakt 10 dB Auskoppeldämpfung. Der Ein- oder Ausgang des Vierpols bzw. der Zweipol kommt dabei an den Messeingang X des Reflexionsmesskopfes; dieser wiederum mit Anschluss G (Stecker) an den Generatorausgang des FA-NWT, der Ausgang U_{mess} an den Detektoreingang des FA-NWT, siehe Bild 8. Das Ergebnis ist der frequenzabhängige Verlauf der so genannten Welligkeit s (auch Stehwellenverhältnis SWV, engl. VSWR). Daraus lassen sich



der Reflexionsfaktor r , die Rückflussdämpfung a_r in Dezibel, aber auch die Impedanz Z des Zweipols berechnen. Reflexionsfaktor und Impedanz sind normalerweise komplexe Größen (Real- und Imaginärteil bzw. Betrag und Phasenwinkel). Eine dahingehende Auswertung macht nur Sinn, wenn das Gerät die Phase auch mit hinreichender Genauigkeit misst. Beim FA-NWT haben wir aus Aufwandsgründen bewusst darauf verzichtet.

Kalibrierung

Vor der ersten Reflexionsmessung muss der FA-NWT wie oben beschrieben für Durchgangsmessungen kalibriert worden sein (mindestens der logarithmische Mess-

eingang). Stecken Sie nun den Reflexionsmesskopf wie erwähnt an und wählen Sie, falls noch nicht geschehen, unter Menü *Wobbeln*, Auswahl *Messsonde 1* die log. Sonde *defsonde1.hfm* sowie auf dem Arbeitsblatt *Wobbeln* unten die Betriebsart *SWR*, klicken **oben** auf das Menü *Wobbeln* und gehen dort auf den Unterpunkt *Eichen Kanal 1*, wie Bild 8 zeigt. Die Software fordert Sie nun auf, den Reflexionsmesskopf offen zu lassen, d. h. Eingangsbuchse *X* bleibt unbeschaltet.

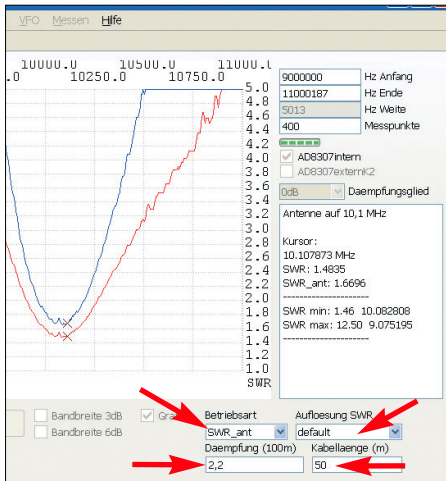


Bild 9: SWV-Verlauf einer 30-m-Antenne; in der Betriebsart *SWR_ant* erfolgt nach Eingabe der 100-m-Dämpfung und der tatsächlichen Länge des Kabels eine Rückrechnung auf das SWV an der Antenne (blaue Kurve).

Nun nimmt der NWT Messwerte auf und Sie werden aufgefordert, diese abzuspeichern. Es empfiehlt sich, den vorgeschlagenen Standard-Dateinamen *defsonde1.hfm* beizubehalten. Die folgende Anfrage nach dem Überschreiben der alten, gleichnamigen Datei bejahen Sie! Damit sind Sie nun auch für SWV-Messungen (an manchen Stellen engl. SWR genannt) gerüstet und durch die Auswahl der o. g. Standarddatei „kennt“ WinNWT nach einem Neustart sofort die richtigen Kalibrierwerte. Eines weiteren Kalibrierdurchgangs bedarf es hier nicht.

Reflexionsmessungen durchführen

Die Software berechnet unter *Wobbeln*, Betriebsart *SWR* eine SWR-Skala automatisch, wobei die Werte ausschließlich für den Reflexionsmesskopf *BX-066* oder vergleichbare mit $a_K = 10$ dB gelten! Die Auflösung der Skala lässt sich unter *Auflösung SWR* (rechts unten in Bild 9) wählen. Auf dem Bildschirm erscheint der Verlauf des SWV eines am X-Eingang des Messkopfes angeschlossenen Testobjekts, z. B. einer Antenne.

Antennen und Impedanzen messen

WinNWT gestattet es ferner, aus dem gemessenen SWV auf das an der Antenne zu

schließen. Dazu ist in der Betriebsart *SWR_ant* (Auswahl rechts unten) die Dämpfung des verwendeten Kabels bei der interessierenden Frequenz in Dezibel bei 100 m Länge (Datenblättern wie [7] zu entnehmen) sowie die tatsächliche Länge in Meter einzugeben. Da die Frequenzabhängigkeit der Dämpfung hierbei (noch) keine Berücksichtigung findet, ist ein *Wobbeln* nur in der näheren Umgebung der betreffenden Frequenz sinnvoll, siehe Beispiel in Bild 9. Messungen an längeren Kabeln sollten dennoch die absolute Ausnahme bleiben, da Fehlinterpretationen nicht auszuschließen sind. Messen Sie immer so dicht wie möglich an der Antenne!

Darüber hinaus gibt es noch die Betriebsart *Impedanzberechnung Z-Impedanz*, ebenfalls über das Arbeitsblatt *Wobbeln* rechts unten auszuwählen. Wegen der Zweideutigkeit der Berechnung aus dem SWV muss dazu hinter dem Reflexionsmesskopf ein 50-Ω-Widerstand in Reihe zum Messobjekt geschaltet werden, wobei die Software eine Bedienungsführung leistet. Ein kleiner Bausatz (Weißblechgehäuse, BNC-Buchse, BNC-Einbaustecker, zweimal 100 Ω), ist im FA-Leserservice unter *BX-068* erhältlich.

Nach dem Zwischenstecken und anschließendem *OK* erscheint auf dem Arbeitsblatt eine von 0 bis 200 Ω reichende Impedanzskala; nach Auswahl des relevanten Frequenzbereiches kann dieser mit *Wobbeln* bzw. *Einmal* kontinuierlich bzw. einmalig durchlaufen werden. Unter Anwendung dieses Zwischensteckers *BX-068* lassen sich auch mechanische Länge oder Verkürzungsfaktor eines Koaxialkabels bestimmen [8].

Weiteres zum Wobbeln

Gelegentlich kommt es zum Einfrieren des Programms während des laufenden Wob-

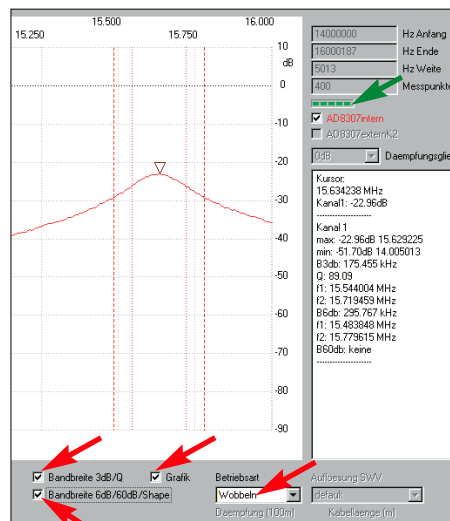


Bild 10: Sahnehäubchen: Bestimmung von Bandbreiten (-3, -6, -60 dB), Güte und Shape-Faktor in der Betriebsart *Wobbeln*

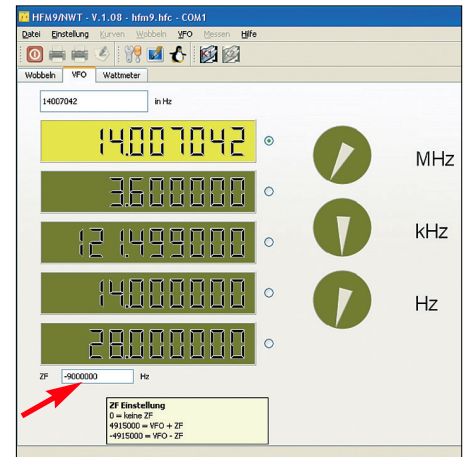


Bild 11: Auf dem Arbeitsblatt *VFO* lässt sich auch eine eventuelle *ZF* berücksichtigen.

belbetriebs. An dem Problem wird noch gearbeitet. Damit Ihnen so etwas nicht passiert, helfen

- Deaktivierung jeglicher Virens Scanner u. Ä. während der Messungen;
- Cursormanipulationen nur nach Stopp des Wobbelbetriebs.

Kommt doch einmal die Sanduhr und verschwindet nicht mehr, Stromzufuhr zum NWT unterbrechen und wieder anstecken. Beachten Sie jedoch zuvor den grünen Fortschrittsbalken (grüner Hinweiszeiger in Bild 10), so lange sich dieser noch bewegt, ist alles in Ordnung!

Frequenzmarken

Unter Menü *Wobbeln* → *Frequenzmarken* lassen sich **Marken** für die einzelnen Bänder (vordefiniert) auswählen und ggf. verändern oder ergänzen. Diese erscheinen nach *OK* auf dem Arbeitsblatt *Wobbeln*, unabhängig von der gewählten Betriebsart. Sehr hilfreich bei SWV-Messungen an Mehrbandantennen!

Bandbreite-/Gütebestimmung

Auf dem Arbeitsblatt *Wobbeln*, Betriebsart *Wobbeln*, lässt sich unten ein Häkchen setzen bei *Bandbreite/3dB*. Erkennt die Software in der abgebildeten Durchlasskurve ein Maximum (f_0), so errechnet sie aus den nächstgelegenen -3-dB-Frequenzen f_2 und f_1 die Güte gemäß der bekannten Beziehung

$$Q = \frac{f_0}{f_2 - f_1}$$

Für realistische Werte der Leerlaufgüte darf der zu untersuchende Schwingkreis nur so lose wie irgend möglich angekoppelt werden. Machen Sie sich dazu die sehr hohe Messdynamik des FA-NWT von über 80 dB zu Nutze!

Haben Sie zusätzlich das Häkchen bei *Grafik* gesetzt, erscheinen bei den beiden Eckfrequenzen f_2 und f_1 senkrechte Linien. Ähnlich wird verfahren, wenn das Häkchen

bei *Bandbreite/6dB/60dB/Shape* gesetzt ist. WinNWT sucht die nächstgelegenen –6-dB-Frequenzen, zeigt diese an, und falls es auch noch die –60-dB-Frequenzen findet, zeigt es diese ebenfalls an und errechnet daraus den Shapefaktor $S = B_{60\text{dB}}/B_{6\text{dB}}$.

■ Arbeitsblatt VFO

Hier arbeitet der Generator des NWT nur auf **einer** einstellbaren Frequenz und stellt dann einen Messgenerator mit einem Ausgangspegel von etwa 3 dBm $\pm$ 1 dB dar. Zunächst können Sie mit der Maus einen von fünf Speichern auswählen, um dann mit der Maus oder den Cursortasten die Regler *MHz*, *kHz* und *Hz* entsprechend Bild 11 zu betätigen. Welcher Regler gerade aktiv ist, bestimmen Sie mit einem Mausklick oder mit *CTRL+1*, *CTRL+2*, *CTRL+3*. Im obersten Frequenzfeld lässt sich die Frequenz auch digital eingeben, *144m* (144 MHz) oder *m137* (137 kHz) werden ebenso akzeptiert wie die volle Eingabe in Hertz. Gemäß obigem Kasten ist ferner eine Einstellung der VFO-Frequenz mit der Tastatur möglich.

Für die Einspeisung des Generatorsignals als VFO-Signal in einen Superhetempfänger lässt sich unten eine Zwischenfrequenz vorgeben, für Messenderanwendungen muss hier aber 0 stehen!

Die tatsächliche Generatorfrequenz f_{osz} berechnet sich aus der eingestellten (Empfangs-)frequenz f_e zu

$$f_{\text{osz}} = f_{\text{ZF}} + f_e$$

Soll der VFO (NWT) unterhalb der Empfangsfrequenz f_e schwingen, geben Sie f_{ZF} mit negativem Vorzeichen ein, s. Bild 11. Die bis auf die 1-Hz-Stelle erfolgenden Anzeigen täuschen allerdings eine Genauigkeit vor, die in Wirklichkeit nicht immer vorhanden ist. Die garantierte Genauigkeit beträgt lediglich 50 ppm (7,25 kHz bei 145 MHz!) bzw. mit Option TCXO **BX-063** 5 ppm. Für eine höhere Frequenzgenauigkeit muss eine Kalibrierung der Taktfrequenz mit einem entsprechend genauen Frequenzzähler erfolgen, siehe [1], Kasten S. 41, bzw. für Option TCXO siehe [4].

■ Arbeitsblatt Wattmeter

Dabei arbeitet der FA-NWT als Milliwattmeter, das neben der Leistung in mW/ μ W/pW auch den Pegel in dBm und die zugehörige Spannung (an 50 Ω) in mV oder μ V anzeigt.

Auch hier ist eine anfängliche Kalibrierung angesagt, was einen externen Messgenerator mit einem 0-dBm-Signal erfordert, das sich ferner auf –20 dBm absenken lässt. Dessen Frequenz stellen Sie in die Nähe des Bereiches, wo sie am meisten messen möchten. Für Messungen im KW- und UKW-Bereich empfiehlt sich eine Kalibrierung bei 100 MHz. (Zur Erhöhung der Ge-

VFO-Einstellung mittels Tastatur

Q	W	E	R	T	Z
+10MHz	+1MHz	+10kHz	+1kHz	+10Hz	+1Hz
A	S	D	F	G	H
–10MHz	–1MHz	–10kHz	–1kHz	–10Hz	–1Hz

naugigkeit lassen sich weitere Kalibrierungen in unmittelbarer Nähe interessierender Nutzfrequenzen ermitteln und unter separaten Namen angespeichern.)

Anstelle des Messgenerators kann der Stationstransceiver erhalten, wenn sich die Sendeleistung bis auf wenige Watt herunter einstellen lässt, Sie die Leistung hinreichend genau messen können (gutes SWR-/Powermeter) und ein Dämpfungsglied zur Verfügung steht, das die o. g. Sendeleistung trägt (bei den Typen **ATT-xx** aus dem FA-Leserservice **nicht** der Fall!). Mein FT-847 lässt sich bis 2 W herunterregeln, dem habe ich ein 10-dB-/2-W-Dämpfungsglied nachgeschaltet (ergibt 0,2 W = 23 dBm), dann ein **ATT-3** sowie zunächst ein und dann ein weiteres **ATT-20**.

Für den KW-Bereich lässt sich auch der an vielen Klubstationen für EMV-Messungen vorhandene Kalibrator von DL7AV verwenden, der bei 3,686 MHz exakt 0 dBm abgibt [9].

Zur Kalibrierung also Arbeitsblatt *Wattmeter*, dann Menüpunkt *Messen, Eichen Kanal 1*. WinNWT fordert ein 0-dBm-Signal an, nach Anlegen und *OK* dieselbe Prozedur mit einem –20-dBm-Signal, anschließend wie empfohlen abspeichern unter Name *AD8307intern* und *defsonde1*. *hfm* – Überschreiben: ja!

Ermittelte Messwerte können Sie hier, beispielsweise zur Aufnahme bestimmter Kurven, in eine Tabelle schreiben und diese als *.TXT-Datei im eingangs genannten Ordner *hfm9* abspeichern.

Dr.-Ing. W. Hegewald, DL2RD
nwt@funkamateurl.de

Literatur und URL

- [1] Lindenau, A., DL4JAL: LinNWT und WinNWT – Software zum FA-Netzwerktester. FUNKAMATEUR 56 (2007) H. 1, S. 38–41; aktuelle Software und Dokumentation: www.dl4jal.eu
- [2] Lindenau, A., DL4JAL: HFM9/NWT 4 Linux/Windows V1.08. Software-Dokumentation, www.dl4jal.eu
- [3] Redaktion FA:: Netzwerktester FA-NWT: USB-Adapter unter Windows nutzen; www.funkamateurl.de → Online-Shop → Bausätze → BX-067
- [4] Graubner, N., DL1SNG; Borchert, G., DF5FC: Baumappte zum Netzwerktester FA-NWT. Beigabe zum Bausatz, Box 73 Amateurfunkservice GmbH, Berlin 2007; www.funkamateurl.de → Online-Shop → Bausätze → BX-060
- [5] Nussbaum, H., DJ1UGA: Messung der Reflexionsdämpfung mit dem FA-Netzwerktester. FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 12, S. 1398–1401
- [6] Nussbaum, H., DJ1UGA; Hegewald, W., DL2RD: Reflexionsmesskopf für den Netzwerktester FA-NWT. Beigabe zum Bausatz, Box 73 Amateur-

funkservice GmbH, Berlin 2007;

www.funkamateurl.de → Online-Shop → Bausätze → BX-066

- [7] FA-Bauelementeinformation: Koaxialkabel, Daten marktüblicher 50- Ω -Koaxialkabel. FUNKAMATEUR 56 (2007) H. 1, S. 57–58
- [8] Wippermann, W., DG0SA; Hegewald, W., DL2RD: Kabel messen mit dem FA-NWT. FUNKAMATEUR 56 (2007) H. 3, S. 276–277
- [9] Molière, T., DL7AV: Feldstärkemessungen leicht gemacht (4). Selbstabgleichender Eichgenerator für Kurzwellen. CQ DL 70 (1999) H. 9, S. 747–749

Versionsgeschichte

Die aktuellste Fassung dieser Kurzanleitung wird jeweils im Online-Shop des FUNKAMATEUR als ergänzende Information zum Produkt *Netzwerktester NWT01, Komplettbausatz*, Artikel-Nr. **BX-060**, zum Download bereitgestellt.

Damit Leser, die die vorigen Textversionen bereits kennen, nicht alles neu lesen müssen, führen wir an dieser Stelle auf, was sich von Version zu Version geändert hat. Die aktuellste Version steht dabei als Erstes.

Version 070327

- Anpassung an Softwareversion V1.09;
- Ausführungen zu Messkabeln S. 1 ausführlicher;
- Hinweis zur Kabellänge bei Reflexionsmessungen ergänzt;
- Hinweis zur Frequenzgenauigkeit bei VFO ergänzt;
- Hinweis zum DL7AV-Eichgenerator bei Wattmeter ergänzt.

Version 070321

- Ursprungsversion.