

**RigExpert®**

**AA-170**

**Antennen-Analyzer  
0,1 bis 170 MHz**

**Bedienungsanleitung**



# Inhaltsverzeichnis

1 Beschreibung .....	4
2 Spezifikationen.....	5
3 VORSICHTSMASSNAHMEN .....	6
4 Betrieb .....	7
4.1 Vorbereitung für den Einsatz.....	7
4.2 Ein- oder ausschalten des Analysators.....	7
4.3 Hauptmenü.....	8
4.4 Ein- und Mehrpunkt-Messmodi .....	8
4.4.1 SWR-Modus .....	9
4.4.2 MultiSWR Modus.....	9
4.4.3 „Show-all“-Modus .....	10
4.5 Graphische Modi .....	10
4.5.1 SWR-Graph .....	11
4.5.2 R, X Graph.....	11
4.5.3 Daten-Bildschirm .....	12
4.5.4 Speichernutzung .....	12
4.6 Menü Einstellungen .....	12
4.7 Computer-Verbindung .....	15
5. Applikationen.....	16
5.1. Antennen .....	16
5.1.1. Prüfen einer Antenne.....	16
5.1.2. Abgleichen von Antennen.....	16
5.2. Koaxial-Kabel.....	17
5.2.1. Offene und kurzgeschlossene Kabel.....	17
5.2.2. Kabellängenmessung.....	17
5.2.3. Verkürzungsfaktor-Messung .....	19
5.2.4. Finden von Kabelfehlern.....	20
5.2.5 Herstellung von $\lambda/4$ -, $\lambda/2$ - und anderen Koax-Stubs .....	20
5.2.6. Bestimmung der Kenngröße Impedanz .....	21
5.3. Messung anderer Werte .....	22
5.3.1. Kapazitäten und Induktivitäten .....	22
5.3.2. Übertrager.....	23
5.3.3 Traps.....	23
5.4 HF Signal-Generator.....	24



## 2 Spezifikationen

Frequenzbereich: 0,1 ... 170 MHz

Frequenz-Auflösung: 1 kHz

Messmöglichkeit an 50- und 75 Ohm-Systemen

SWR-Messbereich: 1 ... 10

SWR-Darstellung: numerisch oder als Balken

R-, X-Bereich: 0 ... 10000, -10000 ... 10000 numerischer Modus

0 ... 200, -200 ... 200 im Graphik-Modus

Anzeigemodi:

- Stehwellenverhältnis (SWR) auf einer oder mehreren Frequenzen
- SWR, R, X, Z, L, C auf einer Frequenz
- SWR-Graph, 100 Punkte
- R-, X-Graph, 100 Punkte

HF-Ausgang:

- Steckverbindertyp: UHF (SO-239)
- Ausgangssignal Form: rechteckig, 0,1 bis 30 MHz (Bei höheren Frequenzen werden Harmonische des Hauptsignals verwendet.)
- Ausgangsleistung: -10 dBm (bei 50 Ohm Last)

Energieversorgung:

- Drei 1,5 V Alkali-Zellen des Typs AA\* bzw.
- Drei 1,2 V, 1800 ... 2700 mAh, Ni-MH-Akkus vom Typ AA\*
- Max. 3 Stunden Dauermessung; Max. 2 Tage im Stand-by-Modus bei vollen Batterien
- Wenn der Analyzer mit dem PC oder einem Netzteil verbunden ist bezieht er seine Energie über den USB-Anschluss.

Interface:

- 128 x 64 grafisches LCD-Display
- 6 x 3 wassergeschützte Eingabetasten
- Mehrsprachige Menüs und Hilfen
- USB-Anschluss zum PC

Abmaße: 220 x 100 x 36 mm (9·4·1,5")

Arbeitstemperatur: 0...40 °C (32...104 °F)

Masse (inkl. Batterien): 400 g (14 Oz)

Batterien bzw. Akkus und Ladegeräte werden nicht mit geliefert.

### 3 VORSICHTSMASSNAHMEN



**Niemals den Analyzer bei Gewitter verwenden!**  
**Blitze wie auch statische Aufladungen könnten Sie töten**  
**oder den Analyzer zerstören.**



Niemals den Analyzer nach Beendigung der Messungen  
angeschlossen lassen! Plötzliche Überspannungen, Gewitter  
oder starke Sender könnten ihn nachhaltig beschädigen.



Niemals ein HF-Signal in den Analyzer einspeisen. Ver-  
wenden Sie den Analyzer nicht wenn aktive Sender in  
unmittelbarer Nähe sind!



**Vermeiden Sie statische Aufladungen** während Sie ein Kabel  
anschießen! Es wird empfohlen, die Kabel vor dem An-  
schließen auf Masse zu legen..



Lassen Sie den Analysator nur im aktiven Messmodus,  
wenn Sie ihn wirklich verwenden. Ansonsten kann es zu  
Störungen in nahe gelegenen Empfängern führen.



Beim Anschluss an einen PC erst das Antennenkabel an-  
schließen, dann den USB-Port verbinden. Das schützt den  
Analyzer vor statischen Entladungen.

## 4 Betrieb

### 4.1 Vorbereitung für den Einsatz

Öffnen Sie die Abdeckung auf der Unterseite des Analysators. Legen Sie drei voll aufgeladenen Ni-MH 1,2 V (oder drei 1,5 V Alkaline) Batterien ein und beachten Sie die Polarität.

Sie sollten nicht:


- neue und alte Batterien kombinieren;
- unterschiedliche Batterietypen gleichzeitig verwenden;
- überhitzte oder beschädigte Batterien verwenden;
- Batterien kurzschließen;
- Alkali-Batterien aufzuladen versuchen.

Um Ni-MH-Akkus aufzuladen, verwenden Sie ein entsprechendes Ladegerät. Für eine längere Akkulaufzeit, ist es empfehlenswert, ein Gerät zu verwenden, das jede Batterie separat auflädt zu verwenden.

Ausgelaufene Batterien können den Analysator ernsthaft schädigen.

Entnehmen Sie die Batterien, wenn der Analysator für einen längeren Zeitraum nicht benutzt wird. Lagern Sie Akkus an einem kühlen trockenen Ort.

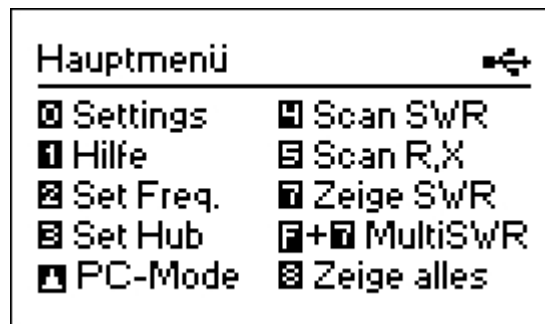
### 4.2 Ein- oder ausschalten des Analysators

Um den Analysator ein- oder auszuschalten, verwenden Sie die  (Power)-Taste, die sich in der unteren rechten Ecke der Tastatur befindet. Wenn diese Taste gedrückt wird, werden Firmware-Versionsnummer sowie Batteriespannung auf dem LCD angezeigt.

Das On-Screen Menü System der RigExpert Antennen-Analyzer bietet eine einfache aber effektive Möglichkeit, das gesamte Gerät zu steuern.

## 4.3 Hauptmenü

Sobald der Analyzer eingeschaltet ist, erscheint das *Hauptmenü* auf dem Bildschirm:



Das *Hauptmenü* enthält eine kurze Liste der verfügbaren Befehle. Durch Drücken der Tasten auf der Tastatur, können Sie die entsprechenden Messmodi aufrufen.

Es gibt eine Power-Anzeige in der oberen rechten Ecke des Hauptmenüs:

- Diese Batterieanzeige zeigt den Ladezustand. Wenn die Batteriespannung zu niedrig ist, blinkt dieser Indikator.
- Das *USB-Symbol* wird angezeigt, wenn der Analysator mit einem PC verbunden ist oder ein Netzteil an der USB-Buchse steckt.

RigExpert Analyzer sind selbstdokumentierend: Das Drücken der Taste **1** (Hilfe) ruft einen Bildschirm mit einer Liste der verfügbaren Möglichkeiten für den aktuellen Modus auf.

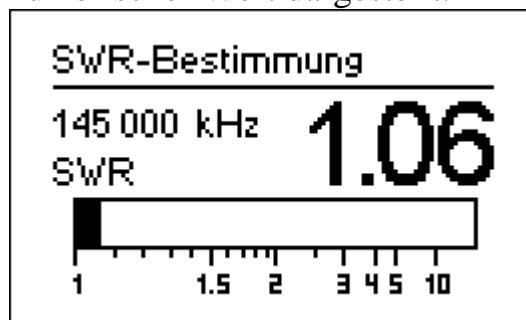
## 4.4 Ein- und Mehrpunkt-Messmodi

Bei Einpunktmessungen werden verschiedene Parameter einer Antenne oder eines anderen Untersuchungsobjektes auf einer vorgegebenen Frequenz untersucht. In Mehrpunktmessverfahren wird auf verschiedenen Frequenzen gemessen.



## 4.4.1 SWR-Modus

Im *SWR-Modus* (Taste **7** im *Hauptmenü*) wird das Stehwellenverhältnis (SWR) sowohl als Balken auch als numerischer Wert dargestellt:



Stellen Sie die gewünschte Frequenz ein (Taste **2**) oder wechseln Sie diese mit der linken bzw. rechten Pfeiltaste.

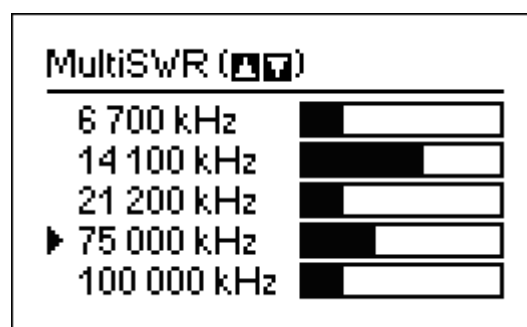
Durch Drücken auf die **✓** Taste (ok) wird der Messvorgang gestartet oder beendet. So lange das Antennensymbol in der oberen rechten Ecke blinkt ist der Messvorgang aktiv. Das Drücken der **1** Taste (Hilfe) listet alle verfügbaren Kommandos für diesen Modus auf.

## 4.4.2 MultiSWR Modus

Der RigExpert AA-170 ist in der Lage, die Stehwellenverhältnisse auf bis zu fünf verschiedenen Frequenzen gleichzeitig zu erfassen und anzuzeigen. Dieser Modus wird mit der Tastenkombination **F** + **7** im *Hauptmenü* aktiviert:

MultiSWR (F7)	
6 700 kHz	SWR: 1.26
14 100 kHz	SWR: 2.5
21 200 kHz	SWR: 1.28
▶ 75 000 kHz	SWR: 1.6
100 000 kHz	SWR: 1.27

Numerische Anzeige



Balkendarstellung

Dieses Feature bietet sich zum Abgleich von Multibandantennen an. Mit den **▲** (Auf-) und **▼** (Ab-) Cursorstasten können die Frequenzen eingestellt oder geändert werden. Durch Drücken der **0**-Taste wird zwischen numerischer und Balkendarstellung gewechselt:

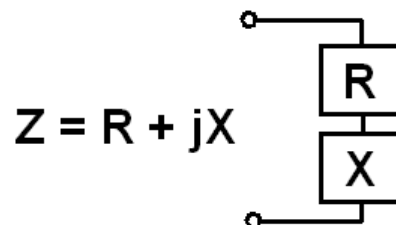
### 4.4.3 „Show-all“-Modus

Im *Show-all-Modus* (*Übersicht-Modus*) (Taste **8**) werden alle Parameter des angeschlossenen Messobjektes gleichzeitig angezeigt. Das sind das SWR und  $|Z|$  (Betrag der Impedanz); wobei sowohl der Realteil der Impedanz (R) wie auch ihre Blindkomponente (X) explizit dargestellt werden. Ferner werden die entsprechende Induktivität (L) bzw. Kapazität (C) angezeigt:

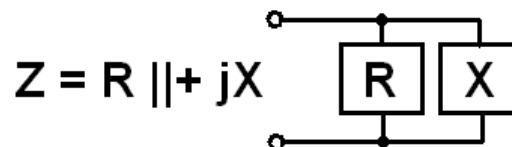
Show all	
123 456 kHz	SWR: 2.8
RL: 6.6 dB	Z : 63.9 $\Omega$
R: 42.1 $\Omega$	X: -48.1 $\Omega$
	C: 27 pF
Rll: 97.0 $\Omega$	Xll: -85.0 $\Omega$
	Cll: 15 pF

Für diesen Modus muss das entsprechende Impedanzschaltungs-Modell im Einstellungsmenü ausgewählt werden (*Reihen-* oder *Parallel-*Schaltung):

- Im Reihenmodell wird die Impedanz als Reihenschaltung von Widerstand und Blindwiderstand ausgedrückt:



- Im Parallelmodell wird die Impedanz als Parallelschaltung von Widerstand und Blindwiderstand ausgedrückt:

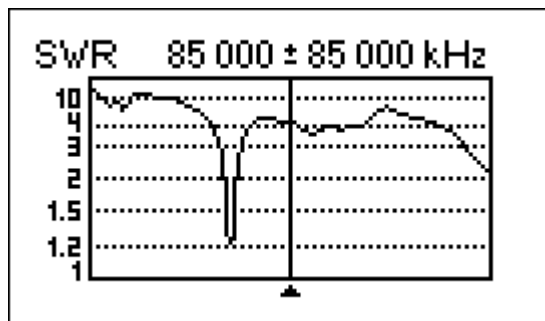


## 4.5 Graphische Modi

Ein Schlüsselmerkmal des RigExpert Antennen-Analyzers besteht darin, die einzelnen Parameter grafisch darstellen zu können. Besonders wertvoll ist diese Art der Darstellung, wenn Abhängigkeiten der zu untersuchenden Größen innerhalb des vorgegebenen Frequenzbereiches sichtbar werden sollen.

## 4.5.1 SWR-Graph

Im *SWR-Graph-Modus* (Drücken von **4** im Hauptmenü), wird der Verlauf des Stehwellenverhältnisses im ausgewählten Frequenzbereich dargestellt:



Sie können entweder die gewünschte Mittenfrequenz einstellen (Taste **2**) oder den Scanbereich (Taste **3**) festlegen. Mit den Pfeiltasten (**◀ ▶ ▲ ▼**) können die Parameter ebenfalls festgelegt bzw. geändert werden.

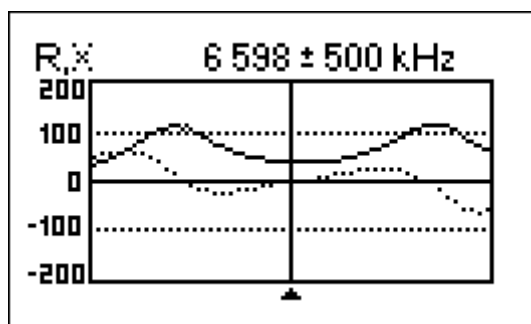
Durch Drücken von **✓** (ok) wird die Anzeige aktualisiert.

Mit **0** wird eine Liste mit Amateurbändern geöffnet, um die Mittenfrequenzen und Scanbereiche schnell einstellen zu können. Diese Taste erlaubt einen Überblick über den vom Gerät unterstützten Frequenzbereich.

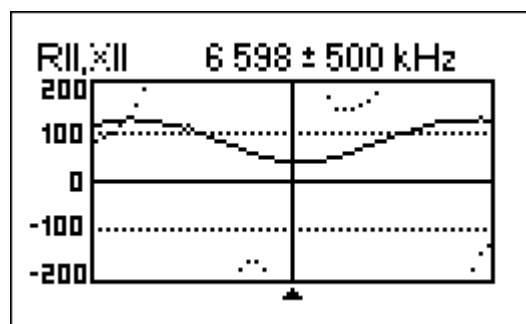
Ein Druck auf die Taste **1** zeigt eine Liste weiterer Kommandos für diesen Modus.

## 4.5.2 R, X Graph

Im *R, X Graph-Modus* (Taste **5** im Hauptmenü) werden die Werte von R (Realteil der Impedanz) und X (Blindanteil) in Abhängigkeit von der Frequenz in verschiedenen Farben dargestellt.



R,X Graph - Reihenmodell



R||,X|| Graph - Parallelmodell

In diesen Darstellungen bedeuten positive Werte des Blindwiderstandes (X) induktive Last, negative Werte kapazitive Last. Bitte beachten Sie die unterschiedlichen Darstellungen wenn das Reihen- oder Parallelmodell Menü *Einstellungen* gewählt wurde.

### 4.5.3 Daten-Bildschirm

In allen Graphik-Modi, zeigt die Tastenkombination **F** + **1** verschiedene Parameter am Cursor an:

```
85 000 kHz   SWR: 10.9
RL: 1.6 dB   |Z|: 348.2 Ω
R: 224.6 Ω   X: -266.1 Ω
              C: 7 pF
RII: 540.0 Ω XII: -455.6 Ω
              CII: 4 pF
Press any key to continue
```

### 4.5.4 Speichernutzung

In allen graphischen Modi besteht die Möglichkeit, die Darstellungen zu speichern (Taste **6**). Es gibt 100 unabhängige Speicherplätze. Später können Sie diese mit **9** vom jeweiligen Speicherplatz wieder aufgerufen werden.

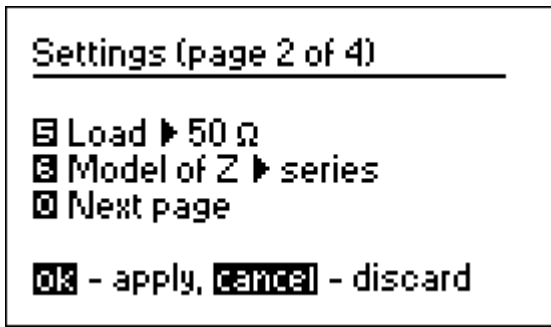
Die Tastenkombination **F** + **9** öffnet einen Editor für die Speichernamen.

## 4.6 Menü Einstellungen

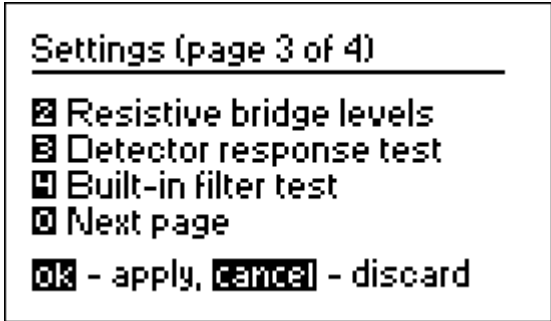
Im *Menü Einstellungen* (Drücken von **0**) sind verschiedenste Einstellungen des Analyzers möglich. Durch erneutes Drücken von **0** gelangt man jeweils zu weiteren Einstellungen:

```
Settings (page 1 of 4)
-----
☒ Language ▶ English
☒ Backlit ▶ on
☒ Sound ▶ on
☒ Battery ▶ NiMH
☒ Next page
☒ - apply, cancel - discard
```

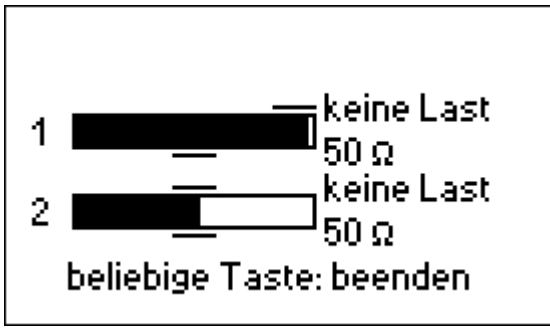
- 2** – Sprachauswahl
- 3** – Hintergrundhelligkeit an oder aus
- 4** – Sound an oder aus
- 5** – Batterie-Typ ( NiMH oder Alkaline)
- 0** – nächste Seite der Einstellungen, mit SWR- und R,X-Anzeigeoptionen



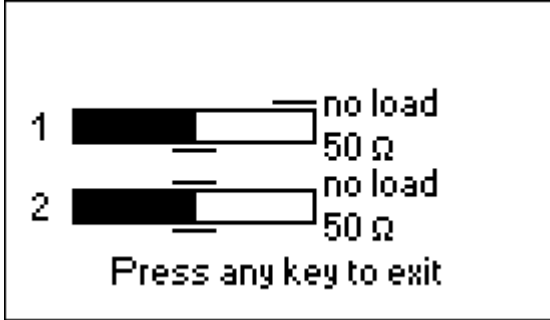
- 5** - Referenz Impedanz für SWR-Messung – 50 oder 75 Ohm
- 6** - Auswahl Impedanzschaltungs-Modell - Reihe oder parallel
- 0** - nächste Seite der Einstellungen, mit verschiedenen Tests zur schnellen Überprüfung der Analyzer-Einstellungen



- 2** – Test der HF-Messbrücke. Bei offener Messbuchse sollte die Anzeige ähnlich dieser sein:

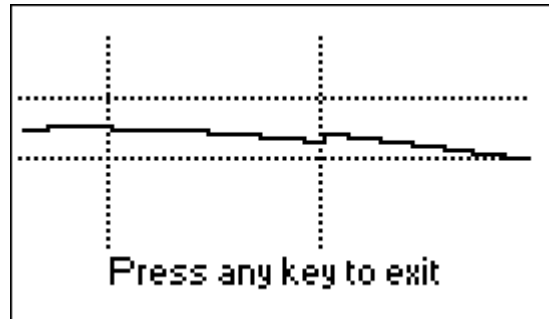


Mit 50 Ohm Lastwiderstand sollte die Anzeige ähnlich dieser sein:



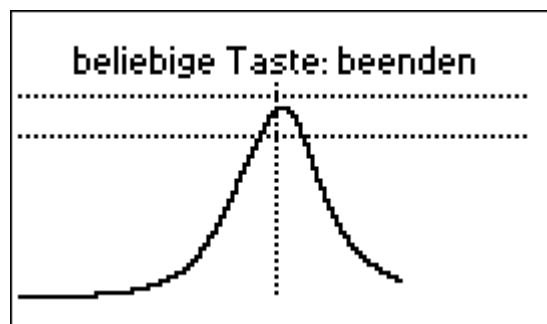
Sollten die Balken überhaupt nicht gefüllt sein, liegt entweder ein Defekt an der Endstufe oder am HF-Detektor vor.

- 3 – Detektor Ausgangsspannung über die Frequenz: Bei offener Messbuchse sollte die Anzeige ähnlich dieser sein:



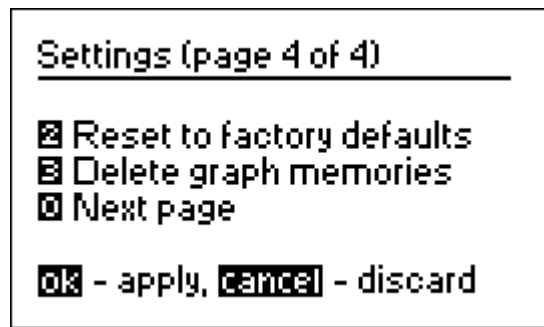
Der Spannungskurve sollte zwischen den beiden horizontalen gestrichelten Linien verlaufen. Die senkrechten Linien zeigen die Grenzen der Subbänder des jeweiligen Analyzers.

- 4 – Bandpassfilter Darstellung. Im Leerlauf am Antennenanschluss sollte das Display aussehen wie auf dem Bild:



Der obere Teil der Kurve sollte in der Mitte des Bildschirms zwischen zwei horizontalen Linien dargestellt werden. Eine kleine horizontale Verschiebung der Kurve ist erlaubt.

0 - geht zur letzten Seite, die Reset-Befehle enthält



- 2 - Setzt den Analysator auf die Werkseinstellungen zurück
- 3 - Löscht alle 100 Graphen-Speicher
- 0 - geht zur ersten Seite des Einstellungs-Menüs

## 4.7 Computer-Verbindung

Alle RigExpert-Antennen-Analyzer können an einen PC angeschlossen werden. Damit ist es möglich die Messwerte komfortabel anzuzeigen, Screen-Shots zu machen und die Firmware des Analyzers auf dem neuesten Stand zu halten

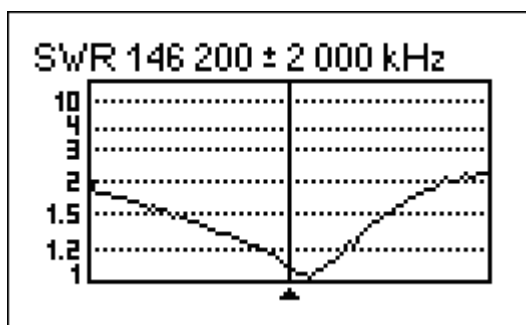
Ein konventionelles USB-Kabel ist zum Anschluss ausreichend. Die notwendige Software ist auf der beigelegten CD enthalten bzw. unter [www.rigexpert.com](http://www.rigexpert.com) downloadbar. Details finden Sie im *Software-Handbuch*.

# 5. Applikationen

## 5.1. Antennen

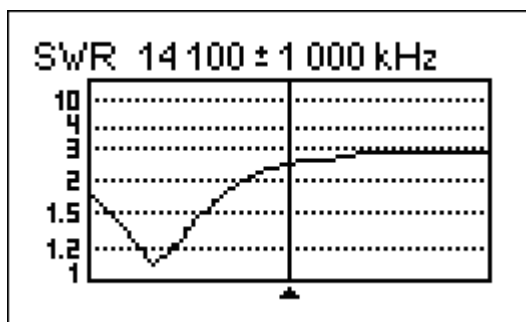
### 5.1.1. Prüfen einer Antenne

Es ist eine gute Idee, die Antenne vor dem Anschluss an die Funkanlage zu überprüfen. Der *SWR-Graph* –Modus eignet sich dazu:



Das obige Bild zeigt den Graph des Stehwellenverhältnisses einer vertikalen VHF-Antenne, die über 40 m Kabel angeschlossen ist. Die Arbeitsfrequenz ist 146,2 MHz. Das SWR auf dieser Frequenz ist rund 1,1, was akzeptabel ist.

Die nächste Darstellung zeigt einen SWR-Graph eines einfachen Dipols, der für eine Arbeitsfrequenz von 14,1 MHz entwickelt wurde:



Die tatsächliche Resonanzfrequenz liegt bei 13,4 MHz, was zu weit von der Arbeitsfrequenz weg liegt. Das SWR auf 14,1 MHz beträgt etwa 2,5, was in vielen Fällen nicht zu akzeptieren ist.

### 5.1.2. Abgleichen von Antennen

Wenn durch eine Messung deutlich wurde, dass die Antenne außerhalb der gewünschten Frequenz liegt, kann der Analyzer beim Abgleich der Antenne helfen.



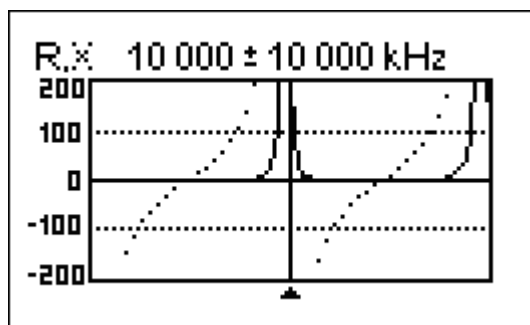
Die geometrischen Abmessungen einfacher Antennen (z. B Dipole) können nach einfachen Faustregeln geändert werden, um auf die gewünschte Resonanzfrequenz zu kommen.

Andere Antennentypen erfordern mehr Aufwand als das bloße Ändern der Länge eines Elementes (wie Spulen Filter usw.). Hier hilft der *SWR*-Modus oder “*Show all*” – Modus bei kontinuierlicher Anzeige der Parameter weiter.

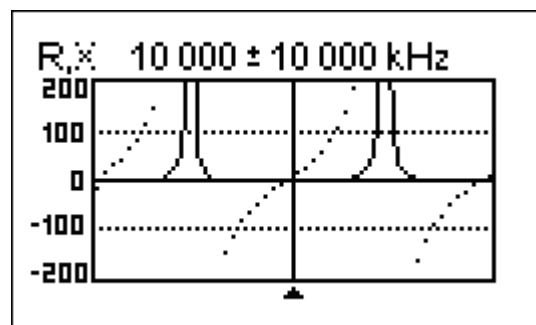
Für Multi-Band-Antennen verwenden Sie den *Multi SWR*-Modus. Damit kann man den Einfluss des jeweiligen Abstimmelementes (Trimmkondensator, Spule, physikalische Länge des Antennenelements) auf das Stehwellenverhältnis sehen – und das bei bis zu fünf Frequenzen gleichzeitig.

## 5.2. Koaxial-Kabel

### 5.2.1. Offene und kurzgeschlossene Kabel



Offenes Kabel



Kurzgeschlossenes Kabel

Die obigen Bilder zeigen die Graphen von R und X für Kabelstücke mit offenen und kurzgeschlossenen Enden. *Resonanzfrequenzen* sind die Nulldurchgänge der X-Kurve (gepunktete Linie):

- Bei Kabeln mit offenen Enden liegen die Resonanzfrequenzen (von links nach rechts) bei  $1/4$ ,  $3/4$ ,  $5/4$  usw. der Wellenlänge dieses Kabels.
- Bei Kabeln mit kurzgeschlossenen Enden liegen diese Punkte bei  $1/2$ ,  $1$ ,  $3/2$  usw. der Wellenlänge.

### 5.2.2. Kabellängenmessung

Die Resonanzfrequenz eines Kabels hängt von seiner Länge und seinem Verkürzungsfaktor ab.

$$V = \frac{1}{\sqrt{e}}$$

$e$  – relative Dielektrizitätszahl des als Dielektrikum verwendeten Isolierstoffes

Anders ausgedrückt, der *Verkürzungsfaktor* kennzeichnet das Verhältnis der Wellenausbreitungsgeschwindigkeit im Kabel gegenüber der im Vakuum.

$$V = \frac{v}{c}$$

$v$  – Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle im Isolierstoff des Kabels

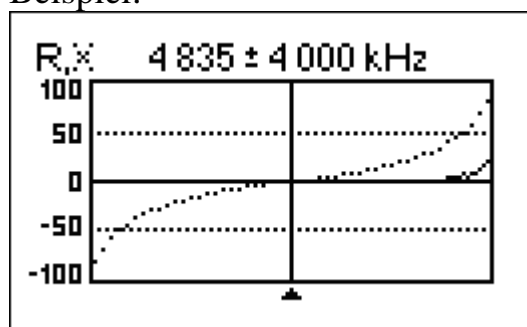
Die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen (z. B auch Licht) ist eine *Naturkonstante*:  $c = 299792458$  m/s. Dieser Wert gilt für Vakuum. In anderen Medien ist diese Ausbreitungsgeschwindigkeit geringer. Das Verhältnis dieser Ausbreitungsgeschwindigkeiten wird durch den Verkürzungsfaktor  $V$  ausgedrückt.

Jeder Kabeltyp hat einen anderen Verkürzungsfaktor. RG-58 z. B. hat  $V = 0,66$ . Beachten Sie, dass diese Parameter sowohl vom Herstellungsprozess als auch vom Material abhängig sind.

Um die physikalische Länge eines Kabels zu bestimmen gehen Sie wie folgt vor:

1. Bestimmen Sie die Resonanzfrequenz durch Einpunktmessung oder aus dem R,X-Graph.

Beispiel:



Die Viertelwellen- Resonanzfrequenz eines offenen Stücks RG-58-Kabels beträgt 4835 kHz

2. Bei Kenntnis der Lichtgeschwindigkeit  $c$  und des Verkürzungsfaktors des jeweiligen Kabeltyps kann die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle in diesem Kabel bestimmt werden.  $v = c \cdot V$

Beispiel:

$$299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,66 = 197863022 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3. Die Berechnung der physikalischen Länge des Kabels erfolgt durch die Division von Ausbreitungsgeschwindigkeit im Kabel durch Resonanzfrequenz (in Hz) sowie Multiplikation des Ergebnisses mit der Zahl, wo sich diese Resonanzfrequenz befand (1/4, 1/2, 3/4, 1, 5/4 usw.)

$$l = \frac{v}{f} \cdot n$$

$l$  – Kabellänge,  $f$  – Frequenz in Hz,  $n$  – s.Text

Beispiel:

$$\frac{197863022 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4835000 \frac{1}{\text{s}}} \cdot \frac{1}{4} = 10,23 \text{ m} \quad \left( 1 \text{ Hz} = \frac{1}{\text{s}} \right)$$

(Die tatsächliche Länge betrug im Beispiel 10,09 m, was etwa 1% vom berechneten Ergebnis abweicht.)

### 5.2.3. Verkürzungsfaktor-Messung

Bei Kenntnis der Resonanzfrequenz und der physikalischen Länge des kann der aktuelle Wert des Verkürzungsfaktors leicht bestimmt werden:

1. Ermitteln der Resonanzfrequenz wie oben beschrieben.

Beispiel:

10,09 m offenes Kabel.

Die Resonanzfrequenz beträgt 4835 kHz am 1/4-Wellen-Punkt.

2. Berechnung der Ausbreitungsgeschwindigkeit in diesem Kabel. Division der Kabellänge durch 1/4, 1/2, 3/4 usw. (Abhängig von der Lage der Resonanzfrequenz), danach Multiplikation mit dieser Frequenz (in Hz).

$$v = \frac{l}{n} \cdot f$$

$l$  – Kabellänge,  $f$  – Frequenz in Hz,  $n$  – s.Text

Beispiel:

$$\frac{10,09 \text{ m}}{\frac{1}{4}} \cdot 4835000 \frac{1}{\text{s}} = 195140600 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \left( 1 \text{ Hz} = \frac{1}{\text{s}} \right)$$

3. Zuletzt wird der Verkürzungsfaktor bestimmt. Hierzu muss lediglich die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Kabel durch die im Vakuum ( $c$ ) dividiert

werden.  $V = \frac{v}{c}$

Beispiel:

$$\frac{195140600 \frac{m}{s}}{299792458 \frac{m}{s}} = 0,65$$

### 5.2.4. Finden von Kabelfehlern

Um Kabelfehler aufzuspüren, werden die gleichen Methoden wie bei der Längenbestimmung angewendet. Betrachten Sie den Blindwiderstand (X) in der Nähe des Nulldurchganges:

- Bewegt er sich von  $-\infty$  bis 0, ist das Kabel offen (z. B. gerissen).
- Liegt er zwischen 0 und  $+\infty$ , ist das Kabel kurzgeschlossen.

### 5.2.5 Herstellung von $\lambda/4$ -, $\lambda/2$ - und anderen Koax-Stubs

Koaxialkabel-Stücke mit bestimmter elektrischer Länge werden häufig als Komponenten von Baluns, Anpassleitungen oder Umwegleitungen verwendet.

Um einen Stub mit einer bestimmten elektrischen Länge herzustellen, geht man wie folgt vor:

1. Bestimmung der mechanischen Länge des Kabelstücks: Division der Lichtgeschwindigkeit durch die Arbeitsfrequenz in Hz (1/s). Multiplikation dieses Wertes mit dem Verkürzungsfaktor und der gewünschten Stublänge (in

Teilen von  $\lambda$ ).  $l = \frac{c}{f} \mathbf{gV} \mathbf{gn}$

Beispiel:

$1/4$ -  $\lambda$  Stub für 28,2 MHz, Kabel ist RG-58 (Verkürzungsfaktor ist 0,66)

$$\frac{299792458 \frac{m}{s}}{28200000 \frac{1}{s}} \mathbf{g}0,66 \mathbf{g}\frac{1}{4} = 1,75m$$

2. Schneiden Sie das Kabelstück etwas länger als berechnet ab. Schließen Sie es an den Analyzer an. Das Kabel muss sich wie ein Kabel mit offenem Ende in der Nähe von  $1/4$ - $\lambda$ ,  $3/4$ - $\lambda$  usw. verhalten und kurzgeschlossen, wie eins für  $1/2$ - $\lambda$ ,  $\lambda$ ,  $3/2$ - $\lambda$  usw.

Beispiel:

Kabelstück von 1,85 m wird abgeschnitten. Die Toleranz beträgt +10 cm. Es bleibt am Ende offen.

3. Bringen Sie den Analyzer in den *Show all*-Modus. Stellen Sie am Analyzer die gewünschte Frequenz ein.

Beispiel:

28200 kHz wird eingestellt.

4. Schneiden Sie kleine Stücke (1/10 bis 1/5 der Längenzugabe) vom offenen Ende ab und beobachten Sie dabei die Nulldurchgänge von X.

Beispiel:

11 cm werden letztlich abgeschnitten.

### 5.2.6. *Bestimmung der Kenngröße Impedanz*

Die *Impedanz* ist einer der wesentlichen Parameter eines Koaxialkabels. Normalerweise ist die Kabelart aufgedruckt und man kann diese Größe in den Unterlagen der Hersteller nachlesen. Wie auch immer, in machen Fällen ist die Impedanz eines Kabels unbekannt oder in Frage gestellt.

Um die Impedanz eines Kabels zu bestimmen, geht man wie folgt vor:

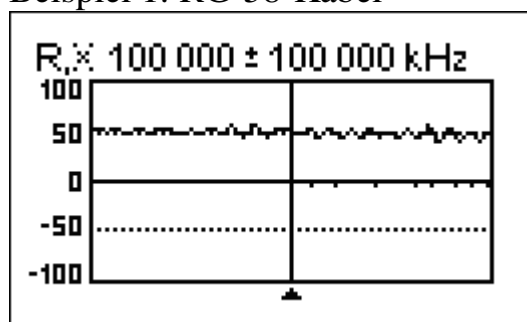
1. Schließen Sie einen induktionsfreien Widerstand an das Kabelende an. Der genaue Wert ist unkritisch, sollte aber zwischen 50 und 100 Ohm liegen.

Beispiel 1: RG-58-Kabel mit 51 Ohm Widerstand am entfernten Ende.

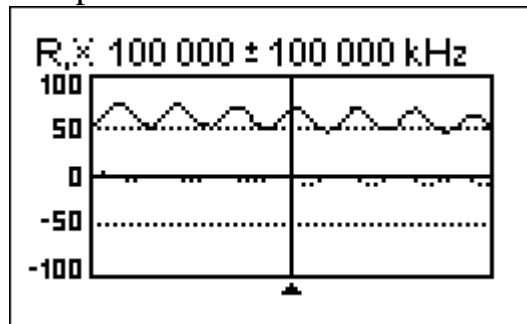
Beispiel 2: Unbekanntes Kabel mit 51 Ohm Widerstand am Ende.

2. Stellen Sie den *R,X Graph* -Modus ein und machen Sie eine Messung über den ganzen Frequenzbereich.

Beispiel 1: RG-58-Kabel



### Beispiel 2: Unbekanntes Kabel



3. Wechseln Sie den Anzeigebereich so lange und führen Sie weitere Scans durch, bis Sie eine Frequenz finden, an der R (Volllinie) sein Maximum erreicht und eine weitere Frequenz mit seinem Minimum. An diesen Punkten schneidet X (gepunktete Linie) die Nulllinie.

Beispiel 1: 6,5 MHz - max., 12,25 MHz - min.

Beispiel 2: 13,25 MHz - max., 29,5 MHz - min.

4. Wechseln Sie in den *Show all*-Modus und bestimmen Sie die Werte von R an den zuvor bestimmten Frequenzen.

Beispiel 1: 54,4 Ohm - max., 51,1 Ohm - min.

Beispiel 2: 75,2 Ohm – max., 52,1 Ohm - min.

5. Bestimmen Sie jeweils das geometrische Mittel, indem Sie die Quadratwurzel aus dem Produkt der jeweiligen Werte ziehen.

Beispiel 1:  $\sqrt{54,4\Omega \cdot 51,1\Omega} = 52,7 \Omega$

Beispiel 2:  $\sqrt{75,2\Omega \cdot 52,1\Omega} = 62,6 \Omega$

## 5.3. Messung anderer Werte

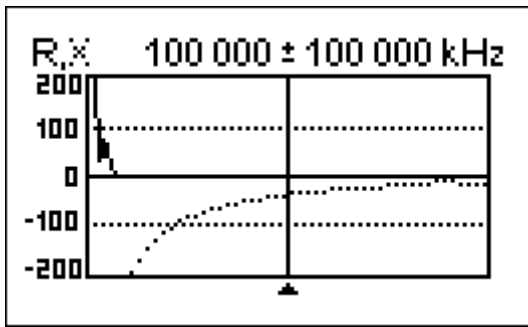
Normalerweise wurde der Analyzer zur Verwendung mit Antennen und Antennen-Leitungen entwickelt. Er ist aber auch für die Messung an anderen HF-Bauelementen geeignet.

### 5.3.1. Kapazitäten und Induktivitäten

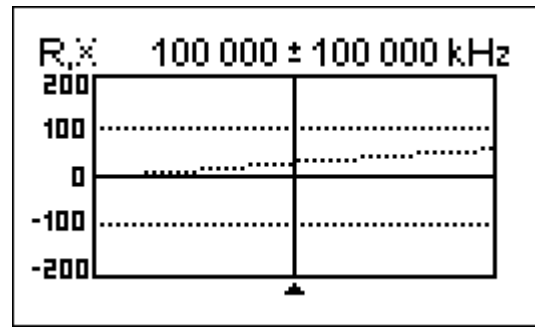
Die RigExpert Antennen-Analyzer können Kapazitäten von ein paar pF bis zu 0,1  $\mu\text{F}$  wie auch Induktivitäten von einigen nH bis zu 100  $\mu\text{H}$  messen.

Beachten Sie, dass die Kondensatoren und Spulen so kurz wie möglich an die Messbuchse angeschlossen werden müssen.

1. Wählen Sie den R,X Graph -Modus ein und machen Sie eine Messung über den ganzen Frequenzbereich.

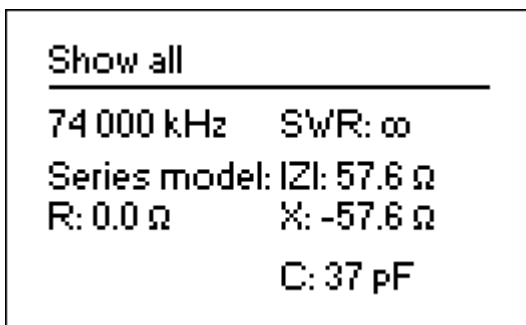


Beispiel 1:  
Unbekannter Kondensator

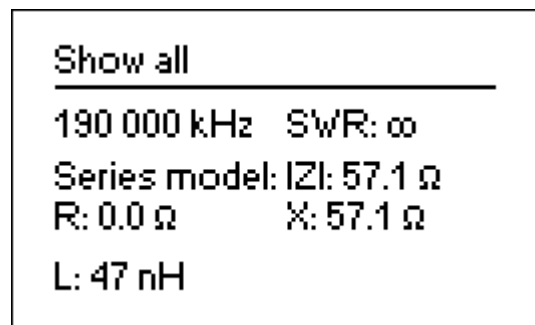


Beispiel 2:  
Unbekannte Spule

2. Mit der rechten oder linken Pfeiltaste ändern Sie die Frequenz so lange, bis X im Bereich -25...-100 Ohm bei Kondensatoren bzw. 25...100 Ohm bei Spulen liegt.  
Ändern Sie gegebenenfalls den Messbereich.
3. Wechseln Sie in den *Übersicht*-Modus und lesen Sie den Wert der Kapazität oder der Induktivität ab.



Beispiel 1:  
Unbekannter Kondensator



Beispiel 2:  
Unbekannte Spule

### 5.3.2. Übertrager

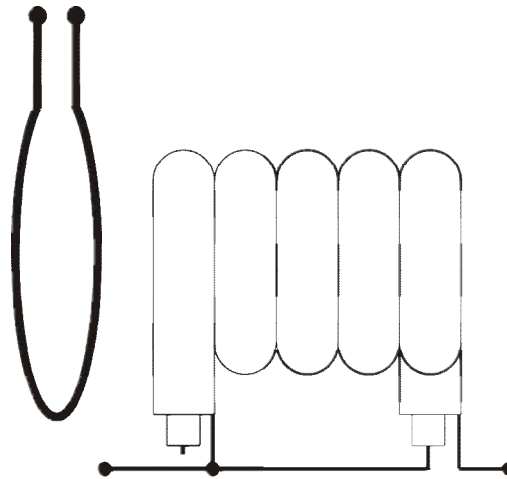
RigExpert-Analyser zur Prüfung von HF-Übertragern verwendet werden. Schließen Sie einfach einen 50 Ohm Widerstand (für 1:1 Übertrager) an die Sekundärwicklung an. Verwenden Sie den *SWR Graph*-, den *R,X Graph*-Modus oder die *Smith-Diagramm*-Darstellung um das Frequenzverhalten des Übertragers zu untersuchen. Für andere als 1:1-Übertrager wählen Sie entsprechende Widerstände und verfahren Sie sinngemäß.

### 5.3.3 Traps

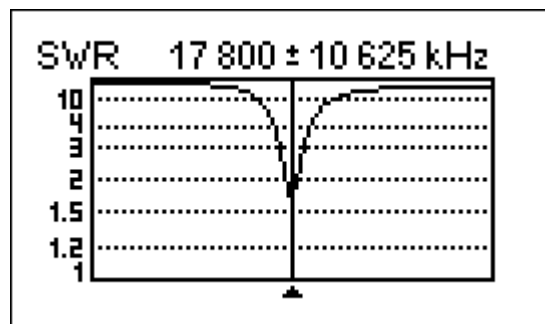
Ein *Trap* ist in der Regel ein resonantes LC-Netzwerk und wird in Multi-Band-Antennen verwendet. Durch die Verwendung eines einfachen Drahtschleife kann die Resonanzfrequenz eines Traps gemessen werden kann.

Beispiel:

Ein Koaxial-Trap von 5 Windungen aus TV-Kabel hergestellt (Spulen-Durchmesser 60 mm) ist zumessen:



Die Drahtschleife am Analysator wird ein paar Zentimeter entfernt vor den zu messenden Trap gestellt. Der SWR-Graph zeigt einen sichtbaren Sprung in der Nähe von 17,4 MHz, was eine Resonanzfrequenz des Traps ist.



## 5.4 HF Signal-Generator

Der Ausgangspegel des RigExpert AA-170 Antennen-Analyzer ist rechteckig und beträgt etwa -10 dBm (an 50 Ohm Last). Deshalb kann dieser Analyzer als Signalquelle für verschiedenste Anwendungen dienen.

Im Bereich bis 30 MHz wird die erste Harmonische genutzt, von 30 bis 100 MHz die dritte und von 100 bis 170 MHz die fünfte Harmonische.

Wählen Sie hierzu den *SWR*-Modus oder den *Show all*-Modus, drücken Sie  zum Start, danach drücken Sie die Taste **2** um ein ununterbrochenes HF-Signal zu erzeugen.

Copyright © 2007 - 2013 Rig Expert Ukraine Ltd  
 Deutsche Ausgabe: © 2007 - 2013 R. Piehler, MixW RigExpert<sub>Deutschland</sub>

<http://www.rigexpert.com>  
<http://www.rigexpert.de>

*RigExpert* ist ein eingetragenes Warenzeichen von Rig Expert Ukraine Ltd.

01. März 2013