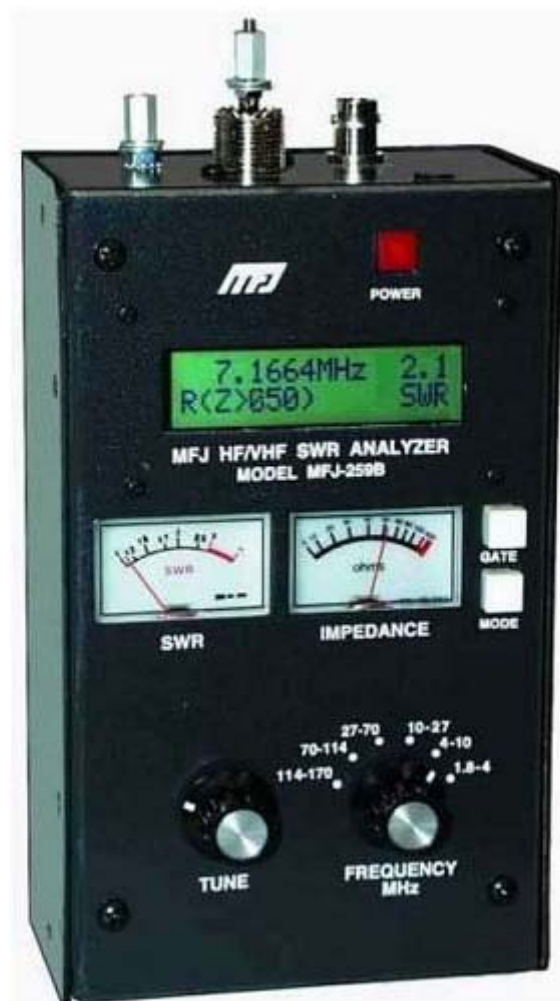


Bedienungs- und Abgleichanweisung für Antennenanalysator

MFJ-259B / Vectronics SWR584B

Version 1.5 von DK1NB



Inhalt

1. ALLGEMEIN	8
1.1 Beschreibung	8
1.2 Anmerkung zur Genauigkeit	9
1.3 Messfehler	9
1.4 Breitband-Spannungsdetektoren	9
1.5 Bauteil-Beschränkungen	10
1.6 Anschlusslängen	10
1.7 Typische Anwendungen	10
1.8 Frequenzbereich	11
1.9 Ausgangspegel	12
1.10 Reinigung des MFJ-259B	12
2. STROMVERSORGUNG	13
2.1 Externes Netzteil	13
2.2 Verwendung interner Batterien	13
2.3 Verwendung von wiederaufladbaren Batterien des Typs „AA“	14
2.4 Verwendung herkömmlicher Trockenzellen-Batterien „AA“	14
2.5 Modus POWER SAVING (Stromspar-Modus)	15
3. STARTMENÜ UND DISPLAY	16
3.1 Allgemeine Anschluss-Richtlinien	16
3.2 Display POWER-UP	16
3.3 Beschreibung des Hauptmenüs	17
3.4 Koaxkabel-Verluste	17
3.5 Kapazität in pF	17
3.6 Induktivität in μH	17
3.7 Der Frequenzzähler	18
3.8 Blinkwarnung VOLTAGE LOW (Spannung niedrig)	18

3.9	Hauptmenü	18
4.	MESSUNGEN	19
4.1	Allgemeine Anschlussrichtlinien	19
4.2	SWR des Antennensystems	19
4.3	Koaxverluste	21
4.4	Kapazität	22
4.5	Induktivität	23
4.6	Ferritkerne AL-Wert ermitteln	24
4.7	Ermittlung Wellenwiderstand und Verkürzungsfaktor unbekannter Kabel	24
4.7.1	Ermittlung des Verkürzungsfaktors	24
4.7.2	Ermittlung des Wellenwiderstands (Impedanz Z) über SWR-Messung	24
4.7.3	Ermittlung des Wellenwiderstands (Impedanz Z) über L- und C-Messung	25
4.8	Erweitertes Menü	25
5.	ERWEITERTE MESSUNGEN	26
5.1	Grundlegendes	26
5.2	Allgemeine Anschluss Richtlinien	27
5.3	Betrag und Phase einer Last-Impedanz	27
5.4	Rücklaufverluste und Reflektionskoeffizient	28
5.5	Entfernung zur Fehlerstelle (Distance to fault)	29
5.6	Resonanz	30
5.7	Übertragenen Leistung in %	31
5.8	Messung von Filtern	32
6.	ANPASSEN EINFACHER ANTENNEN	34
6.1	Dipol	34
6.2	Vertikal-Antennen	34
6.3	Abgleich von Radials bei Vertikal-Antennen	34
6.3.1	Grobabgleich der Radials	34
6.3.2	Feinabgleich der Radials	35
6.4	Abstimmen einer einfachen Antenne	36
6.5	Messung an Schwingkreisen und Trap-Spulen	37

6.5.1	Messung mit den Dip-Spulen	37
6.5.2	Messung der Serienresonanz	37
6.5.3	Messung der Parallelresonanz	37
7.	TESTEN UND ABSTIMMEN VON STUBS UND SPEISELEITUNGEN	39
7.1	Testen von Stubs	39
7.1.1	symmetrische Leitungen	39
7.1.2	Koax-Leitung	39
7.2	Verkürzungsfaktor von Speiseleitungen	40
7.2.1	symmetrische Leitungen	40
7.2.2	Koax-Leitung	40
7.2.3	Ermittlung des Verkürzungsfaktors	40
7.3	Verkürzungsfaktor berechnen	41
7.4	Impedanz von Speiseleitungen oder Beverage-Antennen	41
7.4.1	symmetrische Leitungen	42
7.4.2	Koaxleitungen	42
7.5	Einstellen von Tunern	43
7.6	Einstellen von Anpass-Netzwerken eines Verstärkers	43
7.7	Testen von Hf-Übertragern	43
7.8	Testen von Baluns	44
7.9	Testen von Hf-Drosseln	45
7.10	Antennenanalysator als Grid-Dip-Meter	45
7.11	Technische Unterstützung	46
8.	ABGLEICHANWEISUNG	47
8.1	Analysator allgemein	47
8.2	Allgemeine Probleme	47
8.3	Arbeitsweise dieses Gerätes	48
8.4	Kalibrieren des Antennen-Analysators	48
8.5	Einstellungen	48
8.6	Werkzeuge und Ausrüstung:	49
8.7	Abgleich-Schritte	50
8.7.1	Schritt-1: Sichtkontrolle	50
8.7.2	Schritt-2: Batterie-Fach ausbauen	50
8.7.3	Schritt-3: Frequenzband-Überlappung	51
8.7.4	Schritt-4: Oberwellenunterdrückung / Vorspannung (bias)	52

8.7.5	Schritt-5: Oberwellenunterdrückung (Vorspannung R84)	53
8.7.6	Schritt 6: Detektor-Kalibrierung	54
8.7.7	Schritt 7: Zusammenbau	55
9.	ÜBERPRÜFUNG DER KALIBRIERUNG	56
9.1	Überprüfung ohne Blindwiderstände	56
9.1.1	Schritt 1: Anzeige Test und analoger Messinstrument-Kalibrierung	56
9.1.2	Schritt 2: Überprüfung des Kapazitäts-Modus	57
9.1.3	Schritt 3: Überprüfung des Frequenzzählers	57
9.1.4	Schritt 4: Überprüfung des „Advanced“ Modus	57
9.2	Kalibrier- Checkliste	59
9.2.1	Vorbedingungen	59
9.2.2	Oberwellen- Unterdrückung	59
9.2.3	Binäre Kalibrierung: 10 MHz	59
9.2.4	Überprüfung des Kapazitäts-Modus	60
9.2.5	Überprüfung des Frequenzzählers	60
9.2.6	Überprüfung des „Advanced“ Modus	60
9.2.7	Lageplan der Abgleichpunkte (Trimpoti's und Spulen)	62
9.2.8	Aufbau der Prüfabschlusswiderstände	63
9.2.9	Wichtige Anmerkung	63
9.3	Überprüfung des Abgleichs einschließlich Blindkomponenten.	64
10.	ANHANG	67
10.1	Hilfsmittel	67
10.1.1	schaltbare Widerstände	67
10.1.2	Adapter und Reihenwiderstand 50Ω.	67
10.1.3	Balun 50 / 50Ω und Balun 50 / 200Ω	68
10.2	Anpassung des Speisepunkts von Antennen	70
10.2.1	Koax-Balun 1:1 für KW	70
10.2.2	Symmetrier-Stub mit Koaxkabel	71
10.2.3	Impedanzanpassung und Symmetrierung mit Koaxkabel	71
10.2.4	Impedanz-Anpassung über $\lambda/4$ Koaxkabel	72
10.2.5	Mantelwellensperre	72
10.3	Schaltplan MFJ-259B	74
10.3.1	Schaltplan englisch	74
10.3.2	Schaltplan russisch	75
10.4	SWR Analyser-Filter allgemein	76
10.4.1	SWR Analyser-Filter MFJ-731	78
10.4.1.1	Abbildung	78
10.4.1.2	Schaltplan	79
10.4.2	SWR Analyser-Filter DK1NB	80
10.4.2.1	Schaltung	80
10.4.2.2	Bilder	81
10.5	Reparaturhilfe	82

11	MODIFIKATIONEN DES MFJ-259B	83
11.1	Antennen-Anschluss	83
11.2	Akku-Betrieb	83
11.3	Externer Ladeanschluss	83
11.4	Externes Ladegerät	84
11.5	Schutz der LCD-Anzeige	86
11.6	Schutz vor unbeabsichtigtem Einschalten	87
11.7	Austausch der Trimm-Poti's	87
11.8	Verringerung der Oberwellen und Erhöhung der Messgenauigkeit.	88
11.9	Bereichserweiterung 40 kHz bis 1,8 MHz	88
12	DIAGRAMME UND TABELLEN	91
12.1	Rücklauf (Return Loss) in dB > SWR, U%, I%, P%	91
12.2	dBm > P, U, I	92
12.2.1	+70dBm bis 0dBm bei 50Ω	92
12.2.2	0dBm bis -70dBm bei 50Ω	93
12.3	Wellenlänge der Amateurbänder	94
12.4	Schlankheitsgrad von Antennen	95
12.5	Strahlungswiderstand verkürzter Antennen	96
12.6	Langdraht-Antennen und Dipol-Antennen	97
12.6.1	Horizontales Strahlungsdiagramm	97
12.6.2	Strahlungsrichtung und Wellenwiderstand	98
12.6.3	Gewinn	99
12.7	Koaxkabel	100
12.7.1	techn. Daten	100
12.7.2	Dämpfungen	101
12.8	Stockungsabstand von Antennen	102
12.9	SWR bei Fehlanpassung	103
12.10	Diagramm Koaxkabel Impedanz	104
12.11	Diagramm Zweidrahtleitung Impedanz	105
12.12	Diagramm Induktiver Widerstand	106
12.13	Diagramm Kapazitiver Widerstand	107

12.14	Tabelle Umrechnung Feet in m	108
12.15	Tabelle Drahtstärke	109
12.15.1	AWG > inch, inch ² , mm, mm ²	109
12.15.2	BWG > inch, inch ² , mm, mm ²	110
12.15.3	SWG > inch, inch ² , mm, mm ²	111
12.15.4	W&M > inch, inch ² , mm, mm ²	112
13	INDEX-VERZEICHNIS	113

1. Allgemein

Achtung: Lesen Sie den **Abschnitt 2**, bevor Sie das Gerät in Betrieb nehmen. Mit falschen Versorgungsspannungen oder zu hohen externen Spannungen, die an die Buchse **ANTENNA** angelegt werden, wird dieses Gerät zerstört.

1.1 Beschreibung

Der MFJ-259B und der Vectronics SWR-584B sind baugleich bis auf folgenden Unterschied. Der Mikroprozessor ist beim MFJ-259B im SMD-Gehäuse und beim SWR-584B im gesockelten DIL-Gehäuse und beim SWR-584B ist die Platine lackiert.

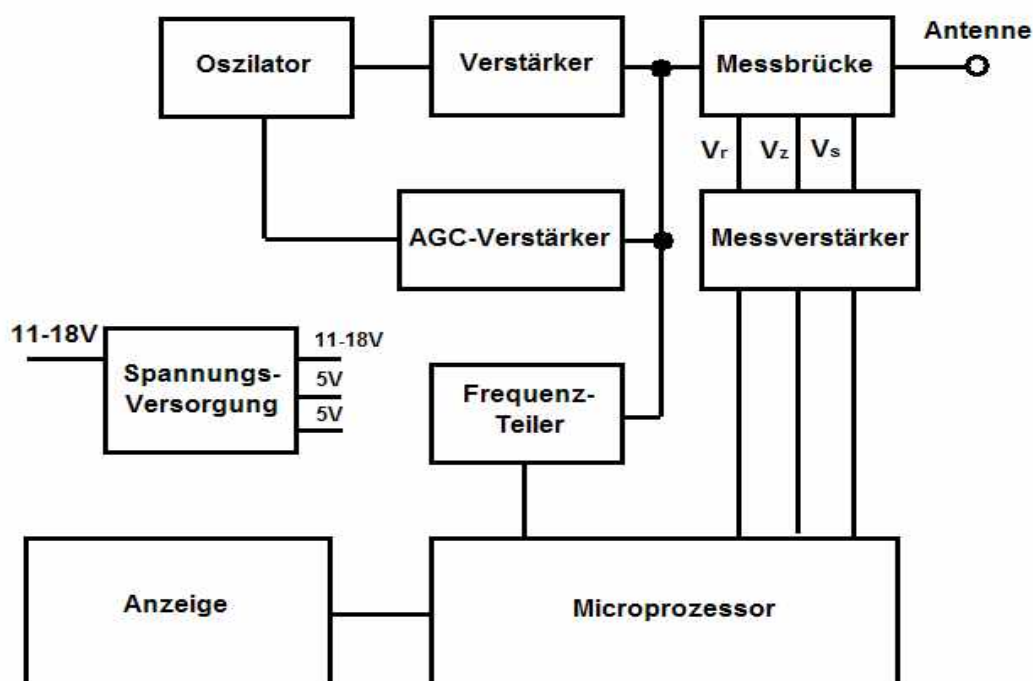
Der HF-Analysator MFJ-259B ist ein kompakter, batteriebetriebener HF-Impedanz-Analysator. Dieses Gerät kombiniert fünf Basismodule:

1. Einen variablen Oszillator (mit Amplituden-Regelung)
2. einen Frequenzzähler (über Frequenzteiler und Mikroprozessor)
3. eine 50Ω HF-Brücke
4. einen 8 Bit A/D-Wandler (im Mikroprozessor)
5. einen Mikroprozessor

Mit diesem Gerät können Sie eine große Anzahl von nützlichen Antennen- und HF-Impedanzmessungen durchführen, einschließlich der Messung von Kabelverlusten und dem elektrischen Abstand zu einer offenen oder kurzgeschlossenen Stelle eines Koaxkabels.

In erster Linie ist der MFJ-259B zum Analysieren von 50Ω -Antennen- und Speiseleitungssystemen entwickelt worden, er misst aber auch HF-Impedanzen zwischen einigen wenigen Ohm und mehreren hundert Ohm. Er fungiert auch als eine Nichtpräzisions-Signalquelle (Messsender) und Frequenzzähler. Der Arbeitsbereich dieses Gerätes erstreckt sich von 1,8 bis 170 MHz in 6 überlappenden Bereichen.

Blockschaltbild



1.2 Anmerkung zur Genauigkeit

Kostengünstige Impedanz-Messgeräte haben Grenzen. Im folgenden Text werden mehrere allgemeine Probleme und deren Ursachen aufgeführt.

1.3 Messfehler

Die Quellen für unzuverlässige Messwerte kann man in drei Hauptbereiche zusammenfassen:

- A. Signaleinstrahlung durch externe Spannungsquellen, z.B. durch starke Rundfunksender.
- B. Fehler im Diodendetektor und A/D-Wandler.
- C. Impedanz der Verbinder, Verbindungen und Anschlussleitungen.

Achtung! Je weiter die angeschlossene Impedanz von 50Ω abweicht, um so größer wird der Messfehler.

1.4 Breitband-Spannungsdetektoren

Schmalband-Detektoren sind teuer, weil diese Systeme mindestens einen selektiven verstärkungsstabilisierten Empfänger haben müssen. Außerdem würden sie einen Antennen- und Impedanz-Analysator für den Hobby-Bereich zu teuer machen.

Breitbanddetektoren sind für außerhalb des Bandes liegende Spannungen empfindlich und es gibt keine einfachen Lösungen für die meisten außerhalb der Bänder liegenden Interferenzen (Störbeeinflussungen). Herkömmliche Tiefpass- oder Bandpass-Filter verhalten sich wie Speiseleitungen mit auf den verschiedenen Frequenzen variierenden Impedanzen. Tiefpass- oder Hochpass-Filter verändern die Messwerte von Impedanz und SWR so wie es eine zusätzliche Speiseleitung tun würde. Diese Änderung der Impedanz, die durch Filter verursacht wird, begrenzt deren Brauchbarkeit während der Benutzung mit Impedanzmessgeräten.

Die meisten HF-Störprobleme treten auf niedrigen Frequenzen auf, weil Hochleistungs-AM-Rundfunksignale und andere externe Spannungsquellen besser in große Antennen (besonders auf 160m-Vertikalantennen) einspeisen. Das Filter **MFJ-731** ist einstellbar und bedämpft alle abseits der Frequenz liegenden Signale. Es enthält auch ein einstellbares Notch-Filter, welches das AM-Rundfunkband überstreicht. Sorgfältig auf den Amateurbändern zwischen 1,8 und 30 MHz genutzt, reduziert es die externen Störungen und hat nahezu keine Wirkung auf die System-Messungen. Es wird für ca. € 110 angeboten und ist nicht empfehlenswert. Für ca. € 40 Materialpreis kann ein Bastler ein besseres Filter selbst bauen. Es ist hierbei wichtig, dass das Sperr-Filter auch im Mittelwellen-Bereich abstimmbar ist, denn in Europa kommen von dort die stärksten Störsignale für den MFJ-259B beim Handling mit langen Antennen. (Siehe **Abschnitt 10.4**)

Der Nachteil bei der Verwendung eines Filters ist, dass für jede zu messende Frequenz das Filter neu abgeglichen werden muss.

Eine von Anwendern oft vorgeschlagene Lösung ist die Leistungserhöhung des internen Generators. Unglücklicherweise ist die Leistung, die zum Betreiben eines Breitband VFO-Systems mit niedriger Oberwellenverzerrung benötigt wird, die einzige wirklich große Stromentnahme aus der internen Batterie. In diesem Gerät wird mehr als 70% des gesamten Batteriestroms (bis zu 110 mA) zur Erzeugung des oberwellen- und verzerrungsarmen Signals aufgewandt. Es wurde der beste Kompromiss zwischen Batteriebensdauer und Oberwellenarmut ausgesucht.

1.5 Bauteil-Beschränkungen

Bei niedriger Spannung werden Detektordioden stark nichtlinear. Die Genauigkeit des MFJ-259B wird durch den Einsatz spezieller Zero-BIAS-SCHOTTKY-Dioden mit angepassten Kompensations-Dioden erhöht. Jedes einzelne Gerät ist individuell kompensiert, um die bestmögliche Detektor-Linearität zu gewährleisten.

1.6 Anschlusslängen

Die Verbindungslängen innerhalb und außerhalb der Brücke beeinflussen die Messwerte, insbesondere wenn die Impedanz sehr hoch oder sehr niedrig ist. Beim MFJ-259B werden die internen Probleme durch die Verwendung von oberflächenmontierten niedrigkapazitiven Mikrowellen-Bauteilen mit beinahe Null Leitungslänge minimiert (SMD-Bauteile). Denken Sie daran, dass jede noch so kurze externe Leitung, die Sie hinzufügen, die Impedanz der angeschlossenen Last verändert.

Anstelle einer Darstellung von Messwerten außerhalb des verlässlichen Bereiches, zeigt der MFJ-259B eine Warnung im Display an. Falls auf dem Display ($Z > 650$) erscheint, so ist die Impedanz größer als 650Ω und liegt außerhalb des verlässlichen Instrumentenbereiches.

1.7 Typische Anwendungen

Der MFJ-259B kann zum Anpassen, Testen oder Messen des Folgenden benutzt werden:

Antennen	SWR, Impedanz, Reaktanz, Widerstand, Resonanzfrequenz und Bandbreite
Antennentuner	SWR, Bandbreite, Frequenz
Verstärker	Ein- und Ausgangsnetzwerke, Drosseln, Sperrkreise, Saugkreis, Dämpfungsglieder, Weichen
Koax-Speiseleitungen	SWR, Länge, Verkürzungsfaktor, näherungsweise Güte Q und Verlustfaktor, Resonanzfrequenz, Impedanz
Filter	SWR, Dämpfung, und Durchlass-, Sperr-Bereich
Anpass- oder Abstimm-Stubs, Umwegleitung	SWR, näherungsweise Güte Q und Verlustfaktor, Resonanzfrequenz, Bandbreite, Impedanz
Sperrkreise, Traps, Stubs	Resonanzfrequenz und näherungsweise Güte Q
Schwingkreise	Resonanzfrequenz und näherungsweise Güte Q
Kleine Kondensatoren	Wert und Eigenresonanzfrequenz
HF-Drosseln und Spulen	Wert, Eigenresonanzfrequenz, Serienresonanz
Sender und Oszillatoren	Frequenz

Der MFJ-259B kann die folgenden Größen messen und direkt anzeigen:

englische Bezeichnung	deutsche Bezeichnung	Einheit
Cable length	Elektrische Länge	Feet, Grad*
Cable loss	Speiseleitungsverlust	dB
Capacitance	Kapazität [C]	pF
Impedance, Z-Magnitude	Impedanz [Z]	Ω
Impedance phase	Impedanz-Phasenwinkel	Grad
Inductance	Induktivität [L]	μH
Reactance	Reaktanz [X]	Ω
Resistance	Widerstand [R]	Ω
Resonance	Resonanz	MHz
Return loss	Rücklaufverlust	dB
Frequency	Frequenz	MHz
SWR	SWR bei 50 Ω	Z_0

* elektrische Länge in Grad. **z.B.** 10° el. Länge = $\lambda \cdot 10 / 360$ bei 20m = $20 \cdot 10 / 360 = 0,55\text{m}$

Der MFJ-259B kann als eine Nichtpräzisions-Signalquelle verwendet werden. Er gibt ein relativ reines Signal (Oberwellen besser als -25 dBc) von etwa 3 V_{ss} (etwa 20 mW, +13dBm) an 50 Ω ab. Die Impedanz der internen Signalquelle des MFJ-259B beträgt 50 Ω . Das Ausgangssignal an 50 Ω ist um 3dB niedriger (etwa 2,1 V_{ss} (etwa 10 mW, +10dBm).

Hinweis: Eine ausführliche Beschreibung der Eigenschaften des MFJ-259B und der geeigneten Messverfahren finden Sie in den entsprechenden Abschnitten über die jeweilige Messung, die Sie vornehmen wollen.

1.8 Frequenzbereich

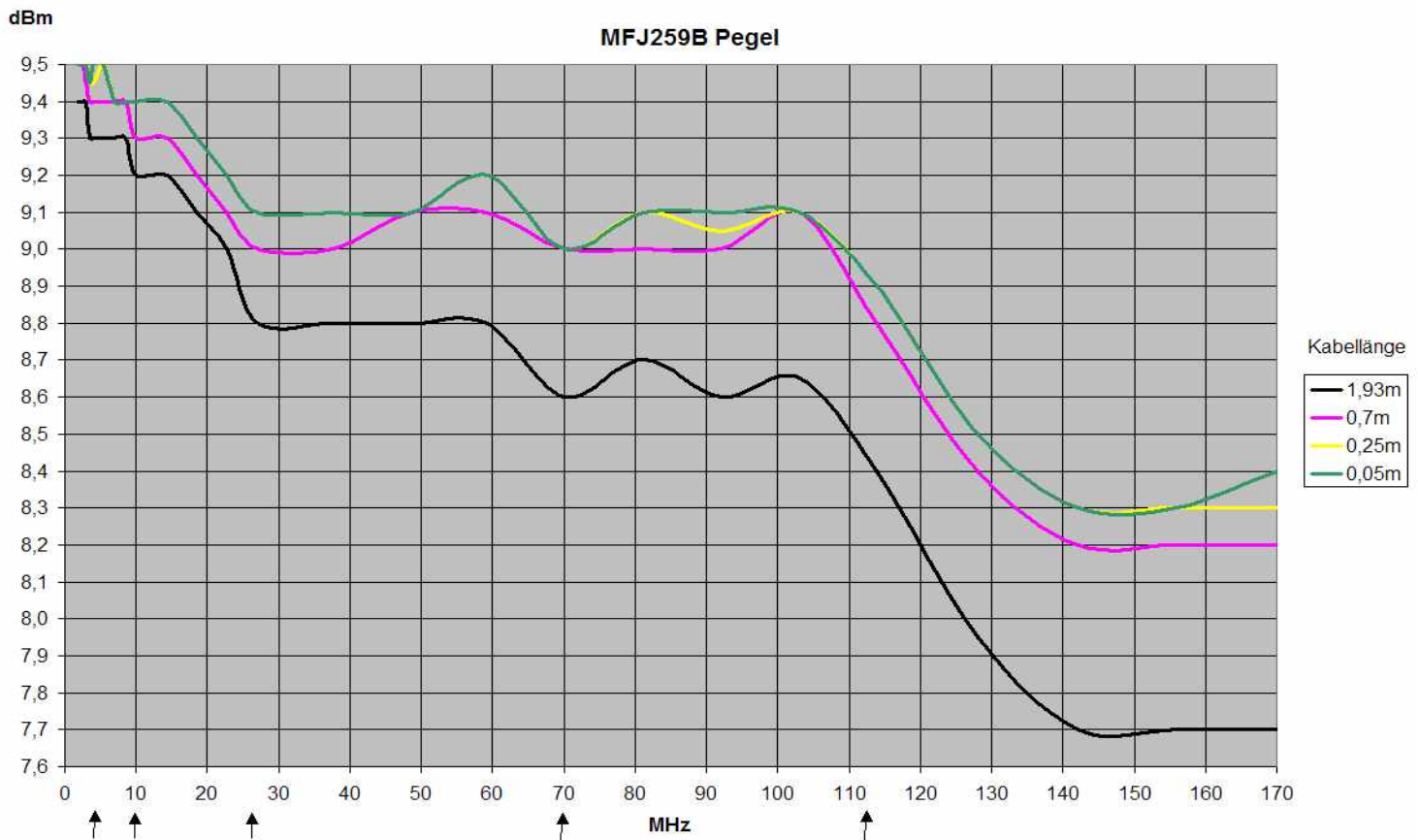
Der Schalter **FREQUENCY** wählt die folgenden internen Oszillator-Frequenzbereiche aus (wobei sich die einzelnen Bereiche jeweils überlappen)

- 1,8 - 4 MHz
- 4 - 10 MHz
- 10 - 27 MHz
- 27 - 70 MHz
- 70 - 114 MHz
- 114 - 170 MHz

1.9 Ausgangspegel

Der Ausgangspegel des MFJ-259B kann bei nicht zu hohen Ansprüchen und in eingeschränktem Frequenzbereich als konstant betrachtet werden. Der Frequenzgang ist bei Abschlusswiderstand von 50Ω und verschiedenen Kabellängen gemessen. Der absolute Pegel schwankt exemplarisch zwischen 9 – 14 dBm. Eine Messung mit Abschluss von 50Ω mit Blindanteilen wurde nicht durchgeführt, da es ja dabei beliebig viele Variationsmöglichkeiten gibt .

Ausgangspegel Diagramm



↑ = Bereichswechsel

Die Messungen erfolgten mit dem Pegelmesser nach DL7AV mit einer Auflösung von 0,1dBm, was durch die digitale Anzeige Schwankungen von +/- 0,1dBm hervorruft. Baubeschreibung siehe CQ-DL 7/1999 Seite 564 ff.

1.10 Reinigung des MFJ-259B

Wollen sie den MFJ-259B reinigen, so lesen Sie unbedingt erst **Abschnitt 11.5**. Ist die Platine verschmutzt, so lassen Sie das geöffnete Gerät gut trocknen und entstauben Sie die Platine mit einem weichen Pinsel.

Achtung! Nicht dabei die Trimpoti's berühren und dabei verstellen.

Niemals die Platine mit einer Flüssigkeit wie Spiritus oder ähnlichem reinigen. Durch Flüssigkeit kann der Schmutz unter die Bauteile gespült werden und sich dort festsetzen, was zu schlechter Isolation und dadurch zu Fehlern der hochohmigen Messwerterfassung führt.

2. Stromversorgung

Lesen Sie diesen Abschnitt, bevor Sie das Gerät an eine Stromquelle anschließen. Unsachgemäße Anschlüsse oder zu hohe Spannungen können dieses Produkt zerstören!

2.1 Externes Netzteil

MFJ bietet mit dem optionalen Netzteil MFJ-1315 eine externe Stromversorgung an, die allen Anforderungen für den normalen Betrieb genügt.

Die Spannung muss mehr als 11 Volt betragen und vorzugsweise weniger als 16 Volt, wenn das Gerät eingeschaltet ist und arbeitet. Die maximale Spannung im **SLEEP-Modus** und abgeschaltet (wenn das Netzgerät nur leicht durch das Messgerät belastet wird) beträgt 18 Volt. Die Stromversorgung muss ausreichend gut gesiebt sein. Das Gehäuse des MFJ-259B ist intern direkt mit dem Minuspol verbunden, daher darf der +Pol des Netzteils **nicht** geerdet sein.

Der MFJ-259B kann mit externen Niederspannungs-Gleichstromnetzteilen verwendet werden (empfohlenes Netzteil: MFJ-1315). Die ideale Speisespannung beträgt 14,5 Volt Gleichspannung, das Messgerät arbeitet jedoch mit Spannungen zwischen 11 und 18 V. Die Stromaufnahme beträgt maximal 150 mA. Ideal sind 13,8V stabilisiert.

Der MFJ-259B besitzt eine versenkte Hohlsteckerbuchse nahe der HF-Buchse. Diese Buchse ist mit „**POWER 12VDC**“ beschriftet.

Der Außenleiter der Anschlussbuchse (5mm) ist Minus, der innere Kontakt (2,1mm) Plus.

Mit dem Einstecken einer Stromversorgung in die Buchse „**POWER 12 VDC**“ werden die internen Batterien zwar als Stromquelle abgeklemmt, sie können aber dennoch gleichzeitig geladen werden.

Warnung: Eine vertauschte Polung (erfolgt Kurzschluss wegen SMD-Diode 1N4007 parallel zur Anschlussbuchse) oder eine zu hohe Spannung können den MFJ-259B beschädigen oder zerstören. Legen Sie nie mehr als 18 V an. Verwenden Sie auch keine Netzgeräte, die Wechselspannung abgeben oder wo Plus an Masse liegen.

2.2 Verwendung interner Batterien

Sind von Anfang an Batterien eingesetzt, muss man einen kleinen schwarzen internen Plastik-Jumper neu setzen bzw. auf seine korrekte Stellung überprüfen. Der Batterie-Jumper sitzt am oberen Ende der Platine in der Nähe des Ein-Schalters und des Stromanschlusses. Um an diesen Jumper zu kommen, müssen Sie die acht Schrauben entlang beider Gehäuseseiten herausdrehen und danach den rückwärtigen Gehäusedeckel abnehmen. Der Jumper sitzt auf zwei von drei Stiften. Setzen Sie den Jumper entsprechend für Batterie- oder Akku-Betrieb.

Um die Batterien zu tauschen, müssen Sie ebenfalls die Rückwand abnehmen, achten Sie dabei jedes mal auf die richtige Stellung dieses Jumpers.

Achtung: Wird das Gerät längere Zeit nicht benutzt, so entfernen Sie unbedingt die Batterien, um Schäden durch auslaufende Flüssigkeit zu vermeiden.

2.3 Verwendung von wiederaufladbaren Batterien des Typs „AA“

Vorsicht: Verwenden Sie keine Stromversorgung mit weniger als 13 V, falls wiederaufladbare Akkus eingesetzt sind. Falls die externe Spannung zu niedrig ist, arbeitet der Lader nicht ordnungsgemäß und möglicherweise entladen sich die Batterien. Wir empfehlen das Wiederaufladen von entladene Akkus, wenn der Stromschalter des MFJ-259B ausgeschaltet ist und mit genügend Ladezeit, um die volle Akkuladung zu erhalten (bei Akku mit 500mAh mindestens 35 Stunden). Wechseln Sie niemals Batterien aus, wenn der Stromschalter eingeschaltet ist oder wenn eine externe Stromversorgung an den MFJ-259B angeschlossen ist.

Der eingebaute Akku-Lader kann zum Aufladen von internen Akkus verwendet werden. Der Lader arbeitet zu jeder Zeit, sobald eine geeignete externe Spannungsquelle angeschlossen wird, selbst wenn der MFJ-259B ausgeschaltet ist. Der ordnungsgemäße Betrieb des Laders erfordert eine externe Speisung zwischen 14 und 18 V. Der typische Ladestrom beträgt 10-20 mA durch das interne Ladesystem. Das Netzgerät MFJ-1315 erfüllt alle Anforderungen für die Stromversorgung. Die Batterien sind vor einem Versand des Geräts zu entfernen.

Bei Verwendung wiederaufladbarer Akkus muss der interne schwarze Plastik-Jumper, der innerhalb des Gehäuses sitzt (nahe der externen Stromspeisebuchse auf der Leiterplatte) in die richtige Position gebracht werden. Falls er nicht korrekt gesetzt wird, werden die Akkus nicht aufgeladen. Für den Betrieb mit wiederaufladbaren Akkus muss der Jumper wie folgt gesetzt werden:



OFF ON Ladeschaltung aktiviert!

2.4 Verwendung herkömmlicher Trockenzellen-Batterien „AA“

Verwenden Sie nach Möglichkeit Alkali-Batterien mit guter Qualität. Herkömmliche Batterien lassen sich im MFJ-259B zwar auch benutzen, aber hochwertige Alkali-Batterien bieten ein geringeres Risiko vor einem Auslaufen der Batterien, und sie haben im allgemeinen eine längere Lebensdauer und Haltbarkeit.

Falls Sie irgendeinen Typ von nichtladbaren Trockenzellenbatterien verwenden, nehmen Sie schwache Batterien sofort heraus. Die Batterien müssen entfernt werden, wenn dieses Gerät längere Zeitspannen (mehr als 1 Monat) eingelagert wird. Versenden Sie dieses Gerät nie mit eingesetzten Batterien.

Warnung: Bei Verwendung herkömmlicher nichtaufladbarer Batterien muss das Ladesystem ausgeschaltet werden. Sollten Sie dies nicht beachten, werden die Batterien wahrscheinlich auslaufen und den Analysator beschädigen.

Bei Verwendung herkömmlicher, nichtaufladbarer Batterien muss der Batterie-Jumper wie folgt gesetzt werden:



OFF ON Ladeschaltung deaktiviert!

2.5 Modus POWER SAVING (Stromspar-Modus)

Die Stromaufnahme des MFJ-259B im Betrieb beträgt ungefähr 150 mA für den HF-Betrieb.

Die Batterielebensdauer wird verlängert, wenn man den internen Modus „**Power Saving**“ verwendet. Die Stromaufnahme im **SLEEP-Modus** liegt unter 15 mA. Falls Sie während irgendeiner Zeitspanne von 3 Minuten keine Einstellungen mit dem Schalter **MODE** vornehmen, auch die Frequenz nicht mehr als 50 kHz ändern, wird der **SLEEP-Modus** aktiviert. Dieser Modus wird mittels der Nachricht „**SLP**“ in der unteren rechten Ecke auf dem Display angezeigt, wie hier zu sehen ist:

7,1598 MHz 3.7 R = 38 X = 61 SLP
--

Um den **SLEEP-Modus** zu beenden, drücken Sie kurz die Taste **MODE** oder **GATE**. Zum Deaktivieren des **SLEEP-Modus** drücken und halten Sie die Taste **MODE** vor dem Einschalten und lassen Sie die Taste erst los, nachdem die Copyright – Anzeige im Display verschwunden ist.

Wenn der **SLEEP-Modus** erfolgreich deaktiviert wurde, erscheint folgende Meldung nach dem Loslassen der **MODE**-Taste:

Power Saving OFF

3. Startmenü und Display

Warnung: Legen Sie niemals HF-Spannung oder irgendeine andere Spannung an den Antenneneingang dieses Geräts. Dieses Gerät verwendet Zero-BIAS-SCHOTTKY-Dioden, die durch externe Spannungen zerstört werden können. Lesen Sie das Kapitel 2 vor dem Anlegen von Strom an dieses Gerät. Falsche Speisespannungen können das Gerät beschädigen. Schützen Sie das Display vor Temperaturen unter 0°C und über 45°C sowie direkter Sonneneinstrahlung. Da die Messungen im MFJ-259B sehr hochohmig erfolgen (1MΩ) führen Betaung zu Fehlmessungen. D.h. erfolgt ein starker Wechsel der Umgebungstemperatur so warten Sie bis sich das Gerät der Temperatur angepasst hat und die eventuelle Betaung auf der Platine abgetrocknet ist.

3.1 Allgemeine Anschluss-Richtlinien

Der Anschluss **ANTENNA** (SO-239-Buchse) auf der Kopf-Seite stellt den Haupt-Messanschluss dar. Dieser Anschluss wird für alle Messungen, außer für Frequenzmessungen, verwendet. Der Anschluss **POWER** (Hohlstecker-Buchse) ist in **Abschnitt 2** beschrieben. Lesen Sie diesen Abschnitt auf jeden Fall, bevor Sie das Gerät in Betrieb nehmen. Ein falsches Netzteil oder ein falsches Anschlusskabel können das Gerät dauerhaft schädigen.

Der Anschluss **FREQUENCY COUNTER INPUT** (BNC Buchse) wird ausschließlich für Frequenzmessungen verwendet.

Hinweis: Im Folgenden wird das Start-Menü bzw. das Standard-Menü des MFJ-259B beschrieben. Dieses Gerät verfügt zudem über einen erweiterten Modus, der in **Abschnitt 4.8** beschrieben wird.

3.2 Display POWER-UP

Nach dem Einschalten des Gerätes mit dem Schalter **POWER** wird eine Folge diverser Meldungen auf dem Display angezeigt.

Die erste Meldung zeigt die Programm-Version, diese ‚**VERSIONS’-Nummer** bezeichnet die Software-Version.

MFJ-259B
REV. 2.00

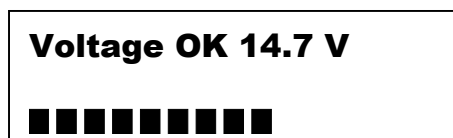
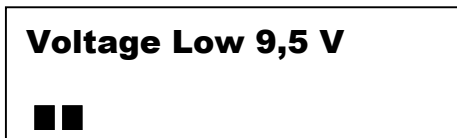
Die zweite Meldung zeigt das Jahr des Software-Copyright.

MFJ-Enterprises
(c) 1998

Hinweis: Wenn Sie den **MODE** Schalter vor dem Einschalten drücken und so lange fest halten, bis die Copyright Meldung erscheint, dann wird durch die nachfolgende Meldung **POWER SAVING OFF** angezeigt, dass der Stromspar-Modus abgeschaltet wurde.

POWER SAVING OFF

Die dritte Meldung zeigt den Spannungstest an.



Die Genauigkeit der Anzeige ist ungenau. Der Anzeigefehler liegt oft größer als +/- 0,5V. Anschließend wird das eigentliche Arbeitsmenü angezeigt, das im folgenden **Abschnitt 3.3 (Impedanz R & X)** näher erläutert wird.

Zwei Zeigerinstrumente zeigen das **SWR** und die **Impedanz** einer an die Buchse **ANTENNA** angeschlossenen Last an.

Achtung: Die analoge Impedanz-Anzeige **Z** ist nicht identisch mit der digitalen Anzeige **R** sondern errechnet sich wie folgt: $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

Wenn Sie den **MODE** Schalter in diesem Menü drücken, dann erreichen Sie ein weiteres Menü. Sobald die Taste losgelassen wird, zeigt das Display die Ergebnisse dieser neuen Messung an. Die fünf Hauptmenü-Punkte werden im folgenden beschrieben.

3.3 Beschreibung des Hauptmenüs

Den jeweiligen Modus wechseln Sie durch einen kurzen Druck auf die Taste **MODE**. Wenn der Modus wechselt, erscheint jeweils kurz eine Beschreibung dazu für ein paar Sekunden. Die fünf Haupt-Modi werden im Folgenden beschrieben:
Das erste Menü nach dem Einschalten misst die **Impedanz R&X**. Wenn dieser Modus aktiviert wird, erscheint kurz die folgende Meldung auf dem Display:



3.4 Koaxkabel-Verluste

Der zweite Menü-Punkt, wird durch einmaliges Drücken der **Mode**-Taste ausgewählt. Das LCD Display zeigt hierbei die Testfrequenz und den ungefähren Verlust jeder 50Ω Leitung, Abschwächers, Übertragers oder Baluns an. In diesem Modus darf das zu messende Gerät oder das Kabel am Ende nicht mit einem Widerstand abgeschlossen werden. Sobald ein Abschlusswiderstand am Ende des Messobjektes angeschlossen wird, wird der gemessene Verlust höher als der tatsächliche Verlust sein.

3.5 Kapazität in pF

Ist der dritte Modus. Das LCD Display zeigt die Testfrequenz, den kapazitiven Widerstand (X_c =) in Ohm und die Kapazität (C=) in pico-Farad pF an. Die Anzeige **IMPEDANCE** zeigt den Wert des kapazitiven Widerstands in Ohm an, die Anzeige **SWR** zeigt das **SWR** an.

3.6 Induktivität in µH

Ist der vierte Modus. Das LCD Display zeigt die Testfrequenz, den induktiven Widerstand (X_L =) in Ohm und die Induktivität (L=) in mikro-Henry uH an. Die Anzeige **IMPEDANCE** zeigt den Wert des Blindwiderstandes in Ohm, die Anzeige **SWR** das **SWR**.

3.7 Der Frequenzzähler

Ist der fünfte und letzte Menüpunkt des Hauptmenüs. Über den Anschluss **FREQUENCY COUNTER INPUT** wird das Messobjekt angeschlossen. Die Empfindlichkeit dieses Anschlusses beträgt 10 mV bei 1,7 MHz und bis zu 100 mV bei 180 MHz. Die max. Frequenz beträgt 500 MHz.

Freq. Counter

Über den Schalter **GATE** wird die Torzeit des Frequenzzählers eingestellt. Bei längeren Torzeiten werden zusätzliche Kommastellen angezeigt und die Auflösung wird erhöht.

14.32 MHz 0.01s
Freq. Counter

14.320 MHz 0.1s
Freq. Counter

14.3200 MHz 1s
Freq. Counter

Warnung: Geben Sie niemals eine höhere Spannung als 2 V_{ss} (0,7V_{eff}) oder irgendeine Gleichspannung an den BNC-Anschluss des Frequenzzählers!

3.8 Blinkwarnung VOLTAGE LOW (Spannung niedrig)

Falls die Speisespannung oder die Batteriespannung unter 11 V liegt, kommt die Warnung **VOLTAGE LOW** zur Anzeige. Mit dem Drücken des Knopfes **MODE** während einer Niedrigspannungswarnung wird die Warnung aufgehoben und man kann mit der niedrigen Speisespannung und damit verbundenen Fehlern weiter messen.

Voltage Low 9,5 V



Achtung: Mit zunehmendem Alter des MFJ-259B kommt es zu Kontaktproblemen bei dem Batteriehalter. Da die Kontaktierung über Nietung erfolgt und kein Lötzinn annimmt, so bleibt nur der Austausch des Batteriehalters oder bei Verwendung von Akku's, der Einsatz von Akku's mit Lötfahnen, so dass der Batteriehalter nur noch als Halter verwendet wird.

3.9 Hauptmenü

Warnung: Legen Sie niemals HF- oder andere Spannungen an den Antennen-Anschluss dieses Gerätes. Dieses Gerät verwendet Zero-Bias-Detektor-Dioden, die durch externe Spannungen bereits ab wenigen Volt zerstört werden. Vergewissern Sie sich auch, dass Sie ein geeignetes Netzteil verwenden. Schauen Sie dazu vorher in **Abschnitt 2** nach, bevor Sie das Gerät verwenden.

Ein grundlegendes Verständnis von Übertragungsleitungen und dem Verhalten von Antennen ist sehr wichtig, um die Informationen, die der MFJ-259B liefert, zu verstehen. Die meisten Erläuterungen sind in den ARRL Handbüchern zu finden, und sie sollten für Amateurzwecke ausreichend sein.

4. Messungen

4.1 Allgemeine Anschlussrichtlinien

Der Anschluss **ANTENNA**, eine SO-239-Buchse, stellt den Anschluss für fast alle Messungen bereit. Er wird für SWR Messungen und sämtliche weiteren HF Messungen verwendet, jedoch nicht für Frequenzmessungen.

Warnung: Legen Sie niemals externe Spannungen oder HF-Signale an den Antennen-Anschluss. Verwenden Sie grundsätzlich nur gute HF Verbindungen. Halten Sie die Anschlussleitungen so kurz wie möglich, sobald Sie einzelne Komponenten oder Systeme messen, die nicht zu einem geschlossenen Gesamtsystem gehören. Wenn Sie 50Ω Koax-Leitungen oder Antennen messen, können zugeschaltete Übertragungsleitungen die Impedanz und das SWR beeinflussen. Verwenden Sie nur ordentliche 50Ω Koaxkabel von bekannter Qualität.

4.2 SWR des Antennensystems

Um das **SWR** einer beliebigen Antenne oder eines Tuners zu messen, gehen Sie wie folgt vor:

- Sollte die Antenne kein gleichstrom-geerdetes Speiseelement besitzen, dann schließen Sie kurz die Seele mit der Abschirmung kurz. Dadurch vermeiden Sie Beschädigungen der Zero BIAS Detektor Dioden des MFJ-259B durch statische Aufladungen.
- Schließen Sie dann unverzüglich (wenn es kein gleichstrom-geerdetes Speiseelement gibt) die Antennenleitung an den Anschluss **ANTENNA** des MFJ-259B an.
- Stellen Sie mit dem Schalter **FREQUENCY** den gewünschten Frequenzbereich ein.
- Schalten Sie nun den MFJ-259B ein und achten Sie auf das Display. Die Batteriespannung sollte zwischen 11 Volt und 16 Volt betragen.
- Das Startmenü zeigt die Frequenz, das **SWR**, den Widerstand **R** und den Blindwiderstand **X** an, das **SWR** und die Impedanz **Z** auf den analogen Instrumenten. In diesem Modus werden der reelle Widerstand **R** und der Blindwiderstand **X** der Systemimpedanz in Ohm angezeigt.

7.1598 MHz 3.6 R=153 X=62 SWR
--

14.095 MHz Z>25 R(Z>650) SWR

- Stellen Sie mit dem Regler **TUNE** die gewünschte Frequenz ein oder drehen Sie solange den Regler, bis Sie das minimalste **SWR** gefunden haben.

Erweiterte Antennen Messmöglichkeiten sind verfügbar und werden im **Abschnitt 5** behandelt. Viele dieser erweiterten Darstellungen zeigen dieselbe Basisinformation lediglich auf andere Arten als im Hauptmenü an. Sollten Sie die Bezeichnungen nicht wirklich verstehen, raten wir Ihnen die Messungen im erweiterten Menü zu vermeiden.

Hinweise zu Antennen:

Abgelesene Anzeigewerte für das SWR, die Impedanz und die Resonanzfrequenz eines Antennensystems sind immer **nur** für den Punkt gültig, an dem der MFJ-259B angeschlossen ist. Die Impedanz und die Resonanzfrequenz (die Frequenz, bei welcher der Blindwiderstand durch Null geht) an der Stelle, an der das Gerät angeschlossen ist, muss nicht die Resonanzfrequenz der eigentlichen Antenne sein. Das kommt dadurch, da jede Übertragungsleitung einen Blindwiderstand hinzufügen oder auslöschen kann, und dadurch die Impedanz und Resonanzfrequenz des Antennensystems verändert.

Dieses Gerät zeigt die komplexe Impedanz, das 50Ω SWR und die Resonanzfrequenz der Antenne, so wie sie durch die Übertragungsleitung und andere angeschlossenen Komponenten zwischen Antenne und MFJ-259B beeinflusst wird. Wenn es eine 50Ω Leitung ist, dann zeigt dieses Gerät immer das wahre SWR der Speiseleitung an, mit der Ausnahme eines verringerten SWR's bei Speiseleitungen, die merkbare Verluste haben.

Die **RESONANZ-FREQUENZ** ist der Punkt, an dem der Blindwiderstand gleich Null ist, oder in manchen Fällen zumindest sehr nahe an Null so wie es der MFJ-259B anzeigt. Das kleinste SWR ist oft nicht am Punkt des kleinsten Blindwiderstandes oder der Resonanz. Das kommt dadurch zustande, weil der Widerstand am Punkt mit Null Reaktanz (Resonanz) falsch ist. Man bevorzugt daher die Last mit dem geringsten SWR, auch wenn sie nicht resonant sein sollte.

Eine **IMPEDANZ** von 50Ω kann aus beiden Anteilen des Widerstands und der Reaktanz hergestellt werden. Sollte die Impedanz 50Ω betragen (oder was gerade angezeigt wird), das SWR aber nicht 1,0 ist, dann macht wahrscheinlich der Blindwiderstand den größten Teil der Impedanz aus. Entgegen des sehr verbreiteten Missverständnisses ist es unmöglich ein SWR von 1:1 zu erzielen, wenn die Last reaktiv ist. Dies trifft selbst dann zu, wenn die komplexe Impedanz genau 50Ω beträgt.

Ein gutes Beispiel dafür ist eine 50Ω Last mit fast ausschließlichem Blindwiderstand und Null reellem Widerstand. Das Display des MFJ-259B wird R=0 X=50 anzeigen, während die IMPEDANZ Anzeige 50Ω und die Z Anzeige 50Ω Impedanz anzeigt. Das SWR würde immens groß (SWR>25), weil der beinahe reine 50Ω Blindwiderstand der Last quasi keine Leistung absorbieren kann. Es hat eigentlich ein undefiniertes SWR, obwohl es eine Impedanz von 50Ω besitzt. Andererseits würde, wenn der reelle Widerstand 50Ω beträgt und der Blindwiderstand gegen Null geht, die Impedanz bei 50Ω bleiben. Das SWR würde 1:1 sein, solange bis ein Verbraucher Leistung aufnehmen würde. ($Z = \sqrt{R^2 + X^2}$)

Elektrische Halbwellen-Leitungen ,wiederholen' lediglich die Impedanz des anderen Endes über einen schmalen Frequenzbereich. Diese Leitung ist nur Impedanz-transparent, wenn Sie verlustfrei ist und zudem ein genaues elektrisches Vielfaches der halben Wellenlänge. Auf anderen Frequenzen wird diese Leitung nicht die echte Fußpunktimpedanz der Antenne widerspiegeln. Je länger eine Übertragungsleitung (in Halbwellen) wird, umso empfindlicher wird sie bezüglich Länge und Frequenz. Eine längere Leitung hat größere Fehler bei der Spiegelung der Lastimpedanz, sobald sie auch nur leicht von der Arbeitsfrequenz abweicht, und hat zudem zusätzliche Fehler durch Leitungsverluste.

Die **Resonanz** am Fußpunkt wird nur dann wiederholt, wenn die unabgestimmte Speiseleitung ein exaktes Vielfaches einer $\lambda/4$ Wellenlänge lang ist. Wenn es kein exaktes Vielfaches ist, dann wird die Resonanz weiter nach oben oder unten transformiert. Eine solche Leitung fügt einen Blindwiderstand hinzu, wodurch der Blindanteil bei nicht-resonanten Frequenzen ausgelöscht und bei der Resonanzfrequenz erhöht wird.

Bei **Antennen-Speiseleitungs**-Kombinationen treten mehrfach Resonanzen auf, bei der die Reaktanz durch Null geht (Indikator für eine Systemresonanz), die unterschiedlich zu den Resonanzen der eigentlichen Antenne sind. Dies ist ein normaler Effekt.

Die **Leitungslänge** verändert das SWR nicht, wenn es eine 50 Ω Leitung ist (oder mit passendem **Z₀**), gut abgeschirmt ist, keine Parallelströme und nur minimale Verluste aufweist. Sollte die Leitung nicht perfekt abgestimmt sein, verändern sich normalerweise die Impedanz und die Resonanzfrequenz durch Übertragungseffekte, das echte SWR wird jedoch nicht geändert.

Wenn sich das **SWR** mit der Länge der Koaxleitung, der Verlegung oder der Leitungs- oder Geräteerdung ändert, gibt es ein oder mehrere Probleme mit der Leitung:

1. Die Leitung überträgt allgemeine Ströme (Potentialunterschiede der Antennen- und Geräte-Erde) und Einstrahlungen durch Sender. (Rundfunk-Sender)
2. Die Leitung ist keine 50 Ω Leitung.
3. Die Leitung hat erhebliche Verluste.

4.3 Koaxverluste

COAX LOSS ist der zweite Punkt im Hauptmenü. Sie erreichen diesen Modus, wenn Sie nach dem Einschalten den **MODE** Taste betätigen. In diesem Modus zeigt das LCD Display des MFJ-259B die Frequenz und die Koaxkabelverluste in dB. Die Anzeige **IMPEDANCE** ist abgeschaltet. Dieser Modus ist zum Ausmessen von 50 Ω Leitungen gedacht, aber er kann auch im Differential Modus Verluste vieler Typen von 50 Ω Übertragern und Drosseln, und auch 50 Ω Abschwächern messen.

VORSICHT: Messen Sie niemals die Verluste herkömmlicher Übertrager, Abschwächer oder Koaxkabeln mit anderen Werten als 50 Ω im Hauptmenü. Wenn Sie Kabelverluste messen wollen, dann muss das andere Ende offen sein. Jeder Abschlussverlust wie Antenne oder Abschlusswiderstand wird die Dämpfung wesentlich höher erscheinen lassen, als sie tatsächlich ist.

Um Kabelverluste zu messen, gehen Sie wie folgt vor:

Schritt 1: Verbinden Sie den MFJ-259B mit dem 50 Ω Kabel, Abschwächer, Balun oder Übertrager den Sie messen möchten.

Schritt 2: Schalten Sie den MFJ-259B ein. Nach dem Erscheinen des Hauptmenüs drücken sie einmal die Taste **MODE**.

Schritt 3: Das Display sollte kurz **COAX LOSS** anzeigen.

Coax Loss

Schritt 4: Lesen Sie die Verluste in dB für jede Frequenz ab, die der MFJ-259B überstreicht.

14.322 MHz
Coax loss = 0.5 dB

144.32 MHz
Coax loss = 21 dB

4.4 Kapazität

Hinweis: Der MFJ-259B misst die Reaktanz und konvertiert diese in die Kapazität. Der MFJ-259B kann nicht erkennen, ob es sich dabei um eine induktive oder kapazitive Reaktanz handelt. Sie können aber leicht selbst erkennen, um welche Art es sich handelt, in dem Sie die Frequenz regulieren. Wenn die Frequenz erhöht wird und sich die Reaktanz verkleinert (X auf dem Display oder Impedanz auf dem Zeigerinstrument), dann handelt es sich um eine kapazitive Last bei dieser Frequenz. Wenn die Frequenz verkleinert wird und sich die Reaktanz abnimmt, dann ist die Last induktiv.

CAPACITANCE in pF ist der dritte Punkt des Hauptmenüs. Damit kann man Kapazitäten in pF bei beliebigen Frequenzen messen. Der normale Arbeitsbereich liegt hierbei zwischen ein paar pF und ein paar tausend pF. Die Anzeige **IMPEDANCE** zeigt hierbei den Blindwiderstand (X in Ω) des Kondensators.

15.814 MHz 51
C= 197 pF Xc

Bei Reaktanzen unter 7Ω und über 650Ω werden die Messungen ungenau. Sollte der Wert außerhalb liegen, erscheinen folgende Meldungen und die Messung wird nicht vorgenommen.

4.0456 MHz
C(Z>650) Xc

4.0456 MHz
C(X<7) Xc

4.0456 MHz
C(X=0) Xc

Um Kapazitäten zu messen, gehen Sie wie folgt vor:

Schritt 1: Schalten Sie den MFJ-259B ein und drücken Sie so oft die Taste **MODE**, bis auf dem Display **CAPACITANCE** in pF erscheint.

Capacitance
in pF

Schritt 2: Schließen sie den Kondensator über die Buchse **ANTENNA** mit den kürzest möglichen Leitungen an, oder mit den Leitungen, die im Betrieb dazu gehören.

Schritt 3: Stellen Sie die Frequenz am MFJ-259B auf den Wert ein, der mit dem Bauteil genutzt werden soll und achten Sie darauf, dass es keine Bereichs-Überschreitung gibt. **C(Z>650)** zeigt an, dass die Messfrequenz zu niedrig ist und **C(X<7)** erscheint bei zu hohen Frequenzen. **C(X=0)** zeigt an, dass der Kondensator bei seiner Arbeitsfrequenz einen nahezu perfekten Kurzschluss darstellt. Das bedeutet entweder, dass der Kondensator kurzgeschlossen ist, die Frequenz zu hoch ist oder der Wert des Kondensators zu hoch für eine Messung ist. Mit steigender Frequenz erhöht sich die Kapazität, und steigt auf unendlich an, sobald der Kondensator und die Streuinduktivitäten eine Serienresonanz bilden. Die Frequenz, bei der die Impedanz des Kondensators und der Anschlüsse des Kondensators **X=0** wird, ist die Resonanzfrequenz. Bypass-Kondensatoren werden manchmal nahe, bzw. bei der Resonanzfrequenz betrieben, in den meisten Anwendungen liegen die Frequenzen jedoch weit unterhalb der Serienresonanzfrequenz.

Schritt 4: Entfernen Sie den Kondensator und Subtrahieren Sie die nun angezeigte Kapazität von der vorher gemessenen Kapazität. (gemessenes **C** – MFJ eigenes **C**)

4.5 Induktivität

Hinweis: Der MFJ-259B misst die Reaktanz und konvertiert diese in die Induktivität. Der MFJ259B kann nicht erkennen, ob es sich dabei um eine induktive oder kapazitive Reaktanz handelt. Sie können aber leicht selbst erkennen, um welche Art es sich handelt, in dem Sie die Frequenz regulieren. Wenn die Frequenz erhöht wird und sich die Reaktanz verkleinert (**X** auf dem Display oder Impedanz **Z** auf dem Zeigerinstrument), dann handelt es sich um eine kapazitive Last bei dieser Frequenz. Wenn die Frequenz verkleinert wird und sich die Reaktanz erhöht, dann ist die Last induktiv.

Der dritte Punkt des Hauptmenüs ist **INDUCTANCE** in uH, damit werden Induktivitäten bei beliebiger Frequenz gemessen. Der normale Arbeitsbereich liegt hierbei zwischen 0,1µH und maximal 120µH. Die Anzeige **IMPEDANZ** zeigt dabei die Reaktanz (**X** in Ω) der Spule. Die Induktivität wird aus der gemessenen Reaktanz **X** und der Frequenz errechnet und auf dem LCD Display angezeigt.

Der MFJ-259B liefert ungenaue Werte, sobald diese unter 7Ω oder über 650Ω liegen. Wenn die Reaktanz außerhalb liegt, dann wird **L(X<7)**, **L(X>650)** oder **L(X=0)** auf dem LCD Display angezeigt, und es wird kein Wert für die Reaktanz angezeigt.

15.814 MHz L=0.513 uH XI	144.54 MHz L(Z>650) XI	3.5456 MHz L(X<7) XI	4.0456 MHz L(X=0) XI
--	---	---	--

Um eine Induktivität zu messen gehen Sie bitte wie folgt vor:

Schritt 1: Schalten Sie den MFJ-259B ein und drücken Sie dann die Taste **MODE** so oft, bis im Display **INDUCTANCE** in uH (µH) erscheint.

Inductance in uH

Schritt 2: Schließen Sie die Spule mit möglichst kurzen Verbindungen oder aber mit den Verbindungen, die im Betrieb verwendet werden, am Anschluss **ANTENNA** an.

Schritt 3: Stellen Sie die Frequenz am MFJ-259B auf den Wert ein, der mit dem Bauteil genutzt werden soll und achten Sie darauf, dass es keine Bereiches-Überschreitung gibt. **L(Z>650)** zeigt an, dass die Messfrequenz zu niedrig ist und **L(X<7)** erscheint bei zu hohen Frequenzen. **L(X=0)** zeigt an, dass die Spule bei ihrer Arbeitsfrequenz einen nahezu perfekten Kurzschluss darstellt. Das bedeutet entweder, dass die Frequenz zu niedrig oder der Wert der Spule zu klein für eine Messung ist.

Schritt 4: Sowohl die Länge und Lage der Anschlüsse als auch der Aufbau der Spule beeinflussen die Messung. Mit steigender Frequenz wird die gemessene Induktivität für gewöhnlich steigen, bedingt durch Streukapazitäten. Bei einigen Frequenzen wird die Spule wie unterbrochen wirken, bei anderen wiederum stellt sie einen Kurzschluss dar.

4.6 Ferritkerne AL-Wert ermitteln

Um den AL-Wert von einem Ferritkern zu ermitteln gehen Sie wie folgt vor:

Schritt 1: Wickeln Sie auf den Kern 20 oder 30 Windungen.

Achtung! Die Windung dürfen nicht übereinander sondern nur nebeneinander gewickelt werden.

Schritt 2: Messen Sie wie unter **Abschnitt 4.5** beschrieben die Induktivität der Spule.

Schritt 3: Der **AL-Wert** eines Spulenkerns kann nun wie folgt berechnet werden:

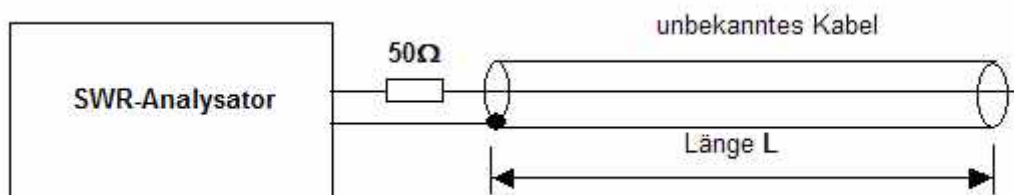
$$AL = \frac{L[\mu H] * 1000}{Wdg^2} [nH / Wdg]$$

4.7 Ermittlung Wellenwiderstand und Verkürzungsfaktor unbekannter Kabel

4.7.1 Ermittlung des Verkürzungsfaktors

Um ein unbekanntes Kabel zu messen gehen Sie bitte wie folgt vor:

Schritt 1: Schalten Sie den MFJ-259B ein und schließen Sie das unbekannte Kabel über einen induktionsfreien Widerstand von 50Ω an und messen Sie die Länge **L** des angeschlossenen Kabels.



Schritt 2: Berechnen Sie die Frequenz nach folgender Formel: $F_r [MHz] = \frac{299,8}{L[m] * 4}$

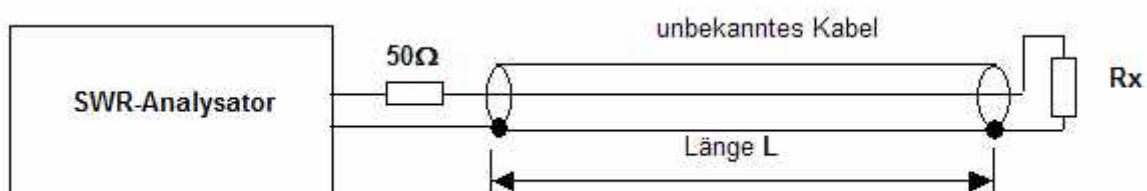
Schritt 3: Stellen Sie die errechnete Frequenz auf dem MFJ-259B ein und verringern Sie die Frequenz bis das SWR 1 angezeigt wird. Lesen Sie die gemessene Frequenz F_m ab und notieren Sie den Wert.

Schritt 4: Errechnen Sie den Verkürzungsfaktor nach folgender Formel: $V = \frac{F_m [MHz]}{F_r [MHz]}$

4.7.2 Ermittlung des Wellenwiderstands (Impedanz Z) über SWR-Messung

Schritt 1: Schließen Sie ans Ende des Kabels einen induktivitätsfreien Widerstand **R_x** nach folgender Tabelle an: zu erwartende Kabelimpedanz Widerstand **R_x**

< 25Ω	25Ω
$25 - 50\Omega$	50Ω
$50 - 75\Omega$	100Ω
$75 - 100\Omega$	200Ω



Schritt 2: Messen Sie das SWR auf der Frequenz F_m und notieren Sie den Wert.

Schritt 3: Berechnen Sie die Kabelimpedanz nach folgender Formel:

$$Z_{\text{kabel}} [\Omega] = \sqrt{50 * R_x[\Omega] * (SWR - 1)}$$

Achtung! Wird das gemessene **SWR** > 3 so machen Sie erneut eine Messung mit einem anderen Widerstandswert von R_x .

Eine weitere Methode zur Ermittlung des Verkürzungsfaktors **V** wird in **Abschnitt 7.2** und **Abschnitt 7.3** beschrieben.

4.7.3 Ermittlung des Wellenwiderstands (Impedanz Z) über L- und C-Messung

Schritt 1: Schließen Sie das unbekannte Kabel an den Eingang **ANTENNA** des MFJ-259B und lassen Sie das andere Ende des Kabels offen.

Schritt 2: Messen Sie die Kapazität C_k des Kabels und notieren Sie den Wert. (Siehe **Abschnitt 4.4**)

Schritt 3: Schließen Sie das offene Ende des Kabel kurz.

Schritt 4: Messen Sie die Induktivität L_k des Kabels und notieren Sie den Wert. (Siehe **Abschnitt 4.5**)

Schritt 5: Berechnen Sie die Impedanz des Kabels nach der Formel: $Z_k = 1000 * \sqrt{\frac{L_k}{C_k}} [\Omega]$
 $L_k [\mu H], C_k [pF]$

4.8 Erweitertes Menü

Warnung: Legen Sie niemals HF- oder andere Spannungen an den Antennen-Anschluss dieses Gerätes. Dieses Gerät verwendet Zero-Bias-Detektor-Dioden, die durch externe Spannungen bereits ab wenigen Volt zerstört werden.

Sie erreichen das erweiterte Menü, in dem Sie gleichzeitig die Tasten **GATE** und **MODE** für ein paar Sekunden festhalten. Im Display erscheint dann **ADVANCED**. Die folgenden Funktionen stehen hier zur Verfügung:

Impedanz	SWR, Impedanz, Phasenwinkel der Impedanz
Rücklaufverlust und Reflektionsfaktor	SWR, Rücklaufverlust, Impedanz, Reflektionsfaktor
Entfernung zur Fehlerstelle	SWR, Impedanz, Entfernung zur Fehlerstelle
Resonanz	SWR, Impedanz, Reaktanz
Wirkungsgrad der Übertragung	SWR, Impedanz, abgegebene Leistung als prozentualer Anteil der Blindleistung

5. Erweiterte Messungen

5.1 Grundlegendes

Im Modus **ADVANCED** misst der MFJ-259B die Entfernung zur Fehlerstelle in Feet, die Impedanz, die Reaktanz, den Widerstand und das SWR.

Im erweiterten Menü werden auch nur in Fachkreisen unübliche Bezeichnungen für das SWR verwendet. Diese esoterischen Beschreibungen umfassen auch den Rücklaufverlust, und die übertragene Leistung als Prozentsatz der Scheinleistung. Diese Bezeichnungen können irreführend sein, da die Bezeichnung an sich nicht genau beschreibt, was wirklich in den meisten Antennensystemen geschieht. Wir raten ausdrücklich allen Personen, die nicht mit diesen Ausdrücken vertraut sind, davon ab, diese Funktionen zu verwenden.

Beispiel: SWR 3, Return Loss 6dB, Power Reflected 25%, Power Transmitted 75% u.s.w.

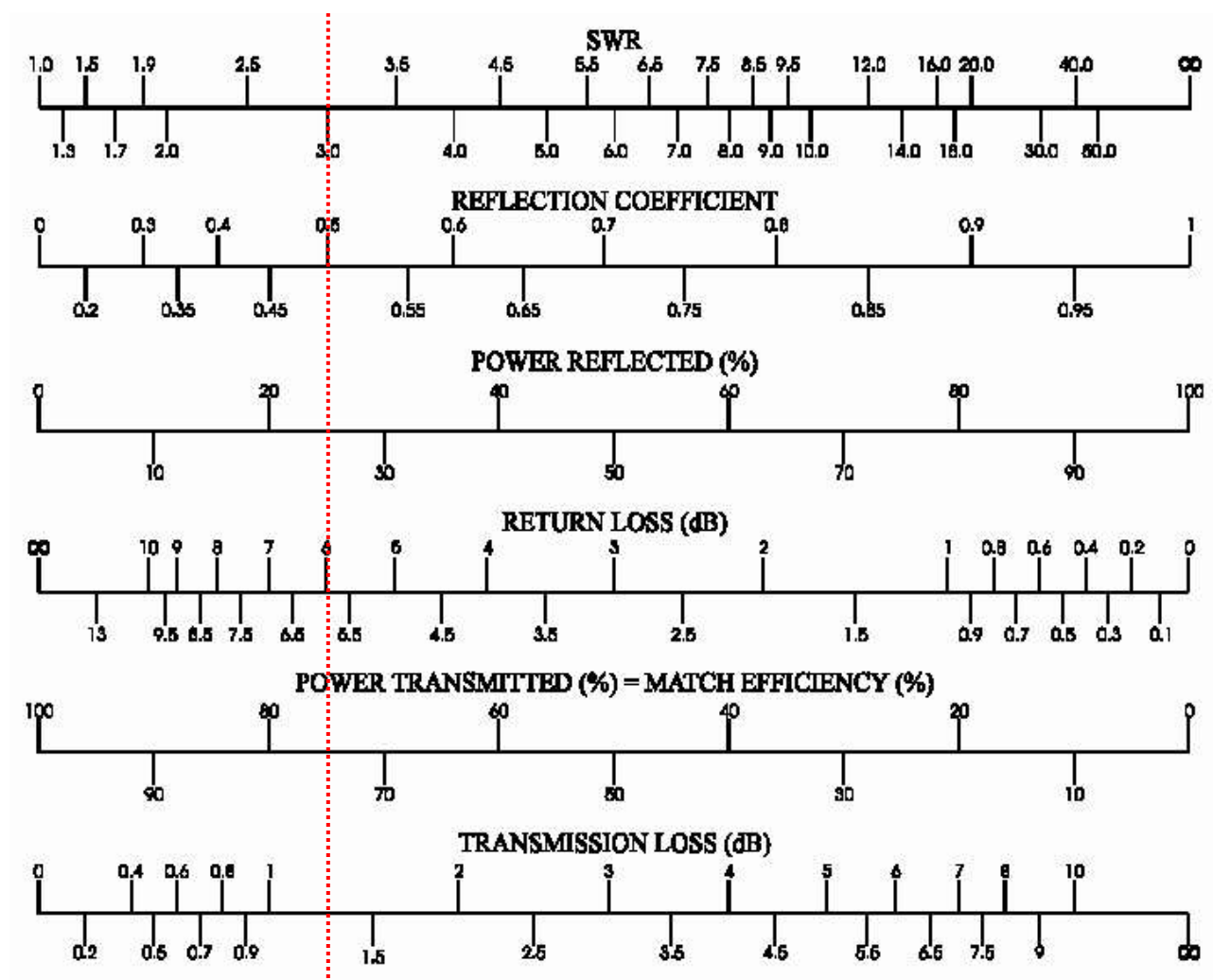


Tabelle zur einfachen Vergleich von einer Größe in eine Andere.

Der MFJ-259B verfügt über eine 50Ω Brücke, die mit Spannungsdetektoren über jeden Anschluss versehen sind. Ein 8-Bit Mikroprozessor berechnet diese Spannungen unter Verwendung geeigneter Formeln, welche anschließend als direkte Werte im Display angezeigt werden. Die grundlegenden Berechnungen umfassen den Widerstand **R**, die Reaktanz **X**, das **SWR** und die komplexe Impedanz **Z**. In den meisten Betriebsarten überprüft sich das System selbst und zeigt einen ausgewogenen Mittelwert der höchst

sorgfältigen Messungen an. Die Genauigkeit des Systems wird in erster Linie durch die Linearität der Dioden, die Stabilität der Kalibrierung und durch externe Signale oder Störungen begrenzt.

Obwohl MFJ bei diesem Gerät größten Wert auf höchste Genauigkeit gelegt hat, enthalten die meisten Formeln Quadratwurzeln und andere komplexe Funktionen. Die Auflösung des Detektors beträgt in etwa 0.5%. Dennoch lässt sich ein geringer Fehler nicht vermeiden, besonders bei sehr hohen oder niedrigen Impedanzwerten. Ein grundlegendes Verständnis von Übertragungsleitungen und dem Verhalten von Antennen ist sehr wichtig, um die Ergebnisse der erweiterten Funktionen des MFJ-259B wirklich verstehen zu können. Viele Erläuterungen sind in den ARRL Handbüchern zu finden, und sie reichen für die meisten Amateurzwecke aus.

Für komplexere Fragen oder kritische Daten empfehlen wir reguläre Bücher, die von professionellen Ingenieuren verfasst wurden.

5.2 Allgemeine Anschluss Richtlinien

Der Anschluss **ANTENNA**, eine Buchse vom Typ SO-239, stellt den Anschluss für fast alle Messungen bereit. Er wird für SWR Messungen und sämtliche weiteren HF Messungen verwendet, jedoch nicht für Frequenzmessungen.

Der Anschluss **ANTENNA** liefert ca. +10dBm Ausgangssignal an 50Ω (ca. 0.7 V_{eff}) und stellt sich wie ein 50Ω Widerstand dar (offene Klemmenspannung ca. 1,4 V_{eff}). Die Unterdrückung harmonischer Frequenzen ist besser als 25 dB (Oberwellen < 5,6%) über den gesamten Frequenzbereich des MFJ-259B. Obwohl der VFO nicht stabilisiert ist, kann er dennoch als einfache Signalquelle genutzt werden.

Der Anschluss **ANTENNA** ist von der Last nicht gleichstromentkoppelt, daher streuen externe Spannungen direkt in den internen Detektor ein.

Warnung: Legen Sie niemals extern Spannung oder Hf-Signale an den Antennen-Anschluss. Schützen Sie diesen Anschluss vor statischen Aufladungen.

Verwenden Sie nur gute HF Verbindungen. Halten Sie die Anschlussleitungen so kurz wie möglich, wenn Sie einzelne Bauteile oder nicht-angepasste Systeme messen.

Angeschlossene Leitungen können die Werte für Impedanz und SWR verfälschen.

Verwenden Sie ausschließlich korrekt hergestellte Koaxkabel, von bekannter Qualität und an die Impedanz des MFJ-259B angepasst, zur Vermeidung von fehlerhaften SWR-Messungen.

5.3 Betrag und Phase einer Last-Impedanz

Der erste Punkt des erweiterten Menüs ist Betrag und Phase einer Impedanz.

Zuerst erscheint die folgende Meldung:

IMPEDANCE
Z=mag. θ =phase

In diesem Modus zeigt das LCD Display des MFJ-259B die Frequenz, die Impedanz oder den Betrag **Z** (Ω), sowie den Phasenwinkel (**θ**) der Impedanz. Die Zeigerinstrumente geben das auf 50Ω bezogene SWR und die Last Impedanz an.

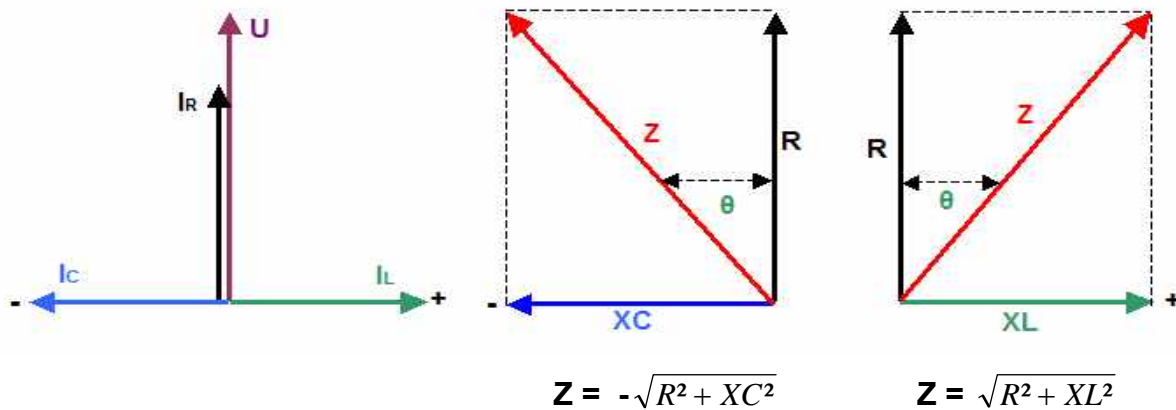
28.814 MHz 3.6
Z=87 Ω θ =53° SWR

Die maximale Impedanz beträgt 650Ω, wird diese überschritten, so wird im Display (**Z>650**) angezeigt.

4.0456 MHz	>25
Z(>650)	SWR

Hinweis: Die Streukapazitäten (ca.4,4pF) der Stecker werden bei Frequenzen oberhalb 60 MHz unter 650Ω liegen, und weiter darunter, sofern weitere Adapter oder Kabel mit dem Anschluss **ANTENNA** verbunden werden. Diese kleinen Streukapazitäten haben keinerlei Auswirkung für Messungen bei höheren Frequenzen und sie sind vernachlässigbar gering bei Messungen von Impedanzen mit weniger als ein paar hundert Ohm im VHF Bereich.

Das **Zeigerdiagramm** zeigt den Zusammenhang zwischen den Größen **U**, **I_R**, **I_C**, **I_L**, **Z**, **X_L**, **X_C** und dem Phasenwinkel **θ**. Bei der Kapazität eilt der Strom **I_C** um 90° der Spannung voraus und bei der Induktivität hinkt der Strom **I_L** um 90° der Spannung hinterher.



$$\Theta = \cos\left(\frac{R}{Z}\right), \quad \Theta = -\sin\left(\frac{X_C}{Z}\right), \quad \Theta = \sin\left(\frac{X_L}{Z}\right), \quad \Theta = -\tan\left(\frac{X_C}{R}\right), \quad \Theta = \tan\left(\frac{X_L}{R}\right)$$

Der MFJ-259B zeigt nur den Betrag der Reaktanz **X** ohne Vorzeichen an. Somit ist nicht ersichtlich, ob es sich um einen induktiven oder kapazitiven Blindanteil handelt. Dies kann aber leicht ermittelt werden. Erhöhen Sie die Frequenz des MFJ-259B. Wird der Wert der angezeigten Reaktanz **X** größer so handelt es sich um einen induktiven Blindanteil, wird der Wert der angezeigten Reaktanz **X** kleiner, so handelt es sich um einen kapazitiven Blindanteil.

5.4 Rücklaufverluste und Reflektionskoeffizient

Der zweite Punkt im Menü **ADVANCED** ist Rücklaufverlust und Reflektionsfaktor. Hierhin gelangt man durch einmaliges Drücken der Taste **MODE**, nachdem man das Menü **ADVANCED** aufgerufen hat. Man kann dieses Menü und auch alle anderen auch dadurch aufrufen, in dem man so oft die Taste **MODE** im Menü **ADVANCED** drückt, bis **RETURN LOSS AND REFLECTION COEFF** im Display angezeigt wird.

Return Loss & Reflection Coeff

Die Funktion **RETURN LOSS & REFLECTION COEFF** misst die Rücklauf-Verluste und zeigt sie im Display in dB an, ebenso wie den Spannungsreflektionskoeffizienten. Diese Werte beschreiben das SWR. Die Zeigerinstrumente zeigen das 50Ω SWR und die

Impedanz an. Um diese Funktion zu nutzen, schließen Sie die zu messende Last am Anschluss **ANTENNA** an, stellen Sie die Frequenz ein und lesen Sie dann die Werte auf dem LCD-Display des MFJ-259B direkt ab.

14.159 MHz	1.0
RL=4.8 dB p=0	SWR

144.23 MHz	1.9
RL=9.6 dB p=.32	SWR

5.5 Entfernung zur Fehlerstelle (Distance to fault)

Dies ist die dritte Funktion im Menü **ADVANCED**. Hiermit können Sie Kabellängen ermitteln, oder aber die Entfernung bis zu einer offenen Stelle oder einem Kurzschluss. Sie rufen diese Funktion auf, in dem Sie im erweiterten Menü zwei mal die Taste **MODE** drücken. Oder aber Sie drücken die Taste **MODE** so oft, bis im Display die folgende Meldung erscheint:

Distance to fault in feet

Wenn Sie eine symmetrische Leitung verwenden, dann dürfen Sie den MFJ-259B ausschließlich über die internen Batterien betreiben. Halten Sie den MFJ-259B fern von metallischen Gegenständen und schließen Sie keine weiteren Drähte an. Klemmen Sie die Leitung mit einem Pol an die Schirmung der Buchse **ANTENNA**, den anderen Pol an die Seele dieser Buchse. Symmetrische Zweidraht-Leitungen müssen immer ein gutes Stück ferngehalten werden von jeglichen anderen Objekten unter Verwendung guter Isolatoren. Vermeiden Sie es, die Leitung an irgendetwas anzulegen. Halten Sie alle möglichen Leiter von dieser Leitung fern, selbst wenn es sich um unbestimmte Dinge wie die Erde handelt.

Koaxkabel können beliebig verlegt werden, auch auf einem Haufen, in einer Rolle oder auf dem Boden. Hierbei können Sie außer den internen Batterien auch externe Netzteile verwenden. Und der MFJ-259B kann ohne Beeinflussung in die Nähe von metallischen Gegenstände oder darauf gelegt werden. Koaxkabel müssen wie üblich angeschlossen werden, mit der Erdung auf der Abschirmung.

Der „**Distanc to fault**“-Modus misst die elektrische Entfernung (in Feet) bis zu einem Leitungsfehler oder einer falschen Terminierung (falscher Widerstandsabschluss der Leitung). Um die physikalische Entfernung zu ermitteln, müssen Sie die elektrische Länge mit dem Verkürzungsfaktor (**V**) multiplizieren.

Wenn **z.B.** eine Entfernung von 75 ft angezeigt wird und das Kabel z.B. ein RG213 (siehe **Tabelle 12.7.1**) mit einem **V** von 0,66 ist, dann beträgt die Entfernung $75 \text{ ft} \times 0,66 = 49,5 \text{ ft}$. $49,5 \text{ ft} \times 0,3048 = 15,08 \text{ m}$. (Umrechnung Feet > m siehe **Tabelle 13.11**)

Es gibt eine Einschränkung bei dieser Funktion. Der Fehler darf nicht periodisch frequenzabhängig sein. Zum Beispiel findet diese Funktion entfernte selektive Kreise (z.B. Standard-Tuner), die überall, außer auf einer Frequenz, entweder offen oder kurzgeschlossen erscheinen. Jedoch können keine Entfernungen zu Tiefpass-Filtern gefunden werden, es sei denn, die Testfrequenz liegt weit über der Bandgrenze des Filters. Diese Funktion arbeitet einwandfrei, solange es sich um einen reinen reellen Widerstand handelt, bei Lasten mit überwiegend reaktivem Anteil jedoch nicht. Um die Messung zu verifizieren, wiederholen Sie diese bei verschiedenen Frequenzen, die jedoch wenigstens eine Oktave entfernt sein sollte. Sollten gleiche Ergebnisse erzielt werden, so kann man den Wert als bestätigt betrachten.

Um die Entfernung zu einer Fehlerstelle zu messen, gehen Sie wie folgt vor:

Schritt 1: Suchen Sie eine Frequenz, bei der das analoge Impedanz-Meter **Z** die kleinste Reflektion zeigt und das LCD-Display die Reaktanz **X** möglichst minimal, bzw. gleich Null ($X=0$) ist.

21.324 MHz 1nd DTF X=0

Schritt 2: Drücken Sie die Taste **GATE**. Das blinkende „1st“ wird zu „2nd“.

21.324 MHz 2nd DTF X=0

39.756 MHz 2nd DTF X=0

Schritt 3: Suchen Sie die nächst höhere oder tiefere Frequenz, bei der das analoge Impedanz-Meter **Z** möglichst gegen Null geht und die Reaktanz **X** auf dem LCD-Display ebenfalls einen Null-Durchgang ($X=0$) aufweist. Ein Minimum mit ein paar wenigen Ohm größer Null ist ausreichend. Wechseln Sie dabei **nicht** den Frequenzbereich.

68.511 MHz 2nd DTF X=1

Schritt 4: Drücken Sie erneut die Taste **GATE**, das Display zeigt nun die Entfernung in Feet an. Multiplizieren Sie jetzt die Entfernung mit dem Verkürzungsfaktor des Kabels. Das Ergebnis stellt die physikalische Entfernung zur Fehlerstelle dar.

Dist. to fault 10 ft x Vf
--

Beispiel: Der MFJ-259B zeigt 13 ft an, das Kabel ist ein Aircell-7 mit einem Verkürzungsfaktor **V** von 0,83 (siehe **Tabelle 12.7.1**), ergibt $13 \text{ ft} \times 0,83 = 10,79 \text{ ft}$. Somit ist der Fehler 10,79 ft entfernt. $10,79 \text{ ft} \times 0,3048 = 3,29 \text{ m}$. (Umrechnung Feet > m siehe **Tabelle 13.12**)

5.6 Resonanz

Der Resonanz-Modus betrachtet in erster Linie die Reaktanz, diese wird auf der Anzeige **IMPEDANCE** angezeigt. In diesem Modus misst der MFJ-259B die Frequenz, das SWR, den Widerstand (**Rs=**) und die Reaktanz (**Xs=**). Wenn die Reaktanz in einem selektiven System zu Null wird, dann nennt man dieses System resonant.

Resonance mode tune for X=0
--

15.814 MHz 2.4 R=63 [X=51] SWR

1.8950 MHz Z>25 R(Z>650) [X] SWR

Hinweis: Bedingt durch die Effekte einer Übertragungsleitung (Hühnerleiter, Koaxkabel) kann es Frequenzen geben, bei denen die Reaktanz gleich Null ist und eine Resonanz hat, obwohl die Resonanz der Antenne einen anderen Wert hat. Umgekehrt kann es aussehen, als ob die Antenne im Resonanzpunkt eine Reaktanz hat, wenn man die Antenne durch eine Übertragungsleitung misst.

Bei einer nicht perfekt angepassten Antenne und Speiseleitung, bei der die Länge der Speiseleitung kein exaktes Vielfaches einer $\lambda/4$ Wellenlänge ist, wird eine Reaktanz durch die Leitung hinzugefügt. Eine so zugefügte Reaktanz einer solchen Leitung kann fälschlicher Weise die Reaktanz der Antenne gegen Null gehen lassen, so dass das Gesamtsystem resonant erscheint. Bei einer 50Ω Leitung (oder einer Impedanz die zum Messgerät passt) mit minimalen Verlusten und ohne fremde störende Einflüsse wird sich das SWR bei einer Änderung der Länge nicht ändern. Das trifft selbst dann zu, wenn sich die Resonanz oder die Reaktanz ändert.

Diese Funktion arbeitet genau wie alle anderen **SWR**- und **IMPEDANZ**-Modi, mit der Ausnahme, dass die Anzeige **IMPEDANCE** die Reaktanz anzeigt. Dadurch kann man sehr leicht erkennen, bei welcher Frequenz das System den Null-Durchgang bei der Reaktanz aufweist.

5.7 Übertragenen Leistung in %

<p>% Transmitted Power</p>

Dies ist der letzte verfügbare Modus im **ADVANCED** Menü. Sie rufen diesen Modus auf, in dem sie nach Erreichen des erweiterten Menüs vier mal die Taste **MODE** drücken. Oder aber Sie drücken im erweiterten Menü die Taste **MODE** so oft, bis im Display die folgende Meldung erscheint:

<p>1.8693 MHz 3.1 Power=74% SWR</p>

<p>50.09 MHz 1.3 Power=98% SWR</p>
--

<p>29.53 MHz >25 Power<15% SWR</p>
--

Prozentsatz der übertragenen Leistung ist lediglich eine andere Art das **SWR** zu beschreiben. Es hat Ähnlichkeit mit den Anpass-Verlusten, hier wird jedoch das SWR als Prozentsatz der übertragenen Leistung dargestellt.

Hinweis: Der Name **Transmitted Power** kann jemanden in die Irre leiten, der nicht gut mit **SWR** und Energieübertragungen in Systemen vertraut ist. Die an eine Last übertragene Leistung kann beinahe 100% betragen, selbst wenn das Display nahe Null **% Transmitted Power** anzeigt, das im System quasi gar keine Leistung übertragen wurde. Umgekehrt kann das Display nahe 100% **Transmitted Power** anzeigen, obwohl die dabei wirklich übertragene Leistung sehr gering ist.

5.8 Messung von Filtern

Um Filter messen zu können, ist als zusätzliches Hilfsmittel der weit verbreitete Pegelmesser von DL7AV (siehe CQ-DL 7/1999 Seite 564 ff) notwendig.
Der Aufbau sieht wie folgt aus:

Messung 1: Der Ausgangspegel des MFJ-259B wird ohne Filter gemessen und in eine Exceltabelle eingetragen.



Messung 2: Der Pegel wird hinter dem Filter gemessen in die Exceltabelle eingetragen.



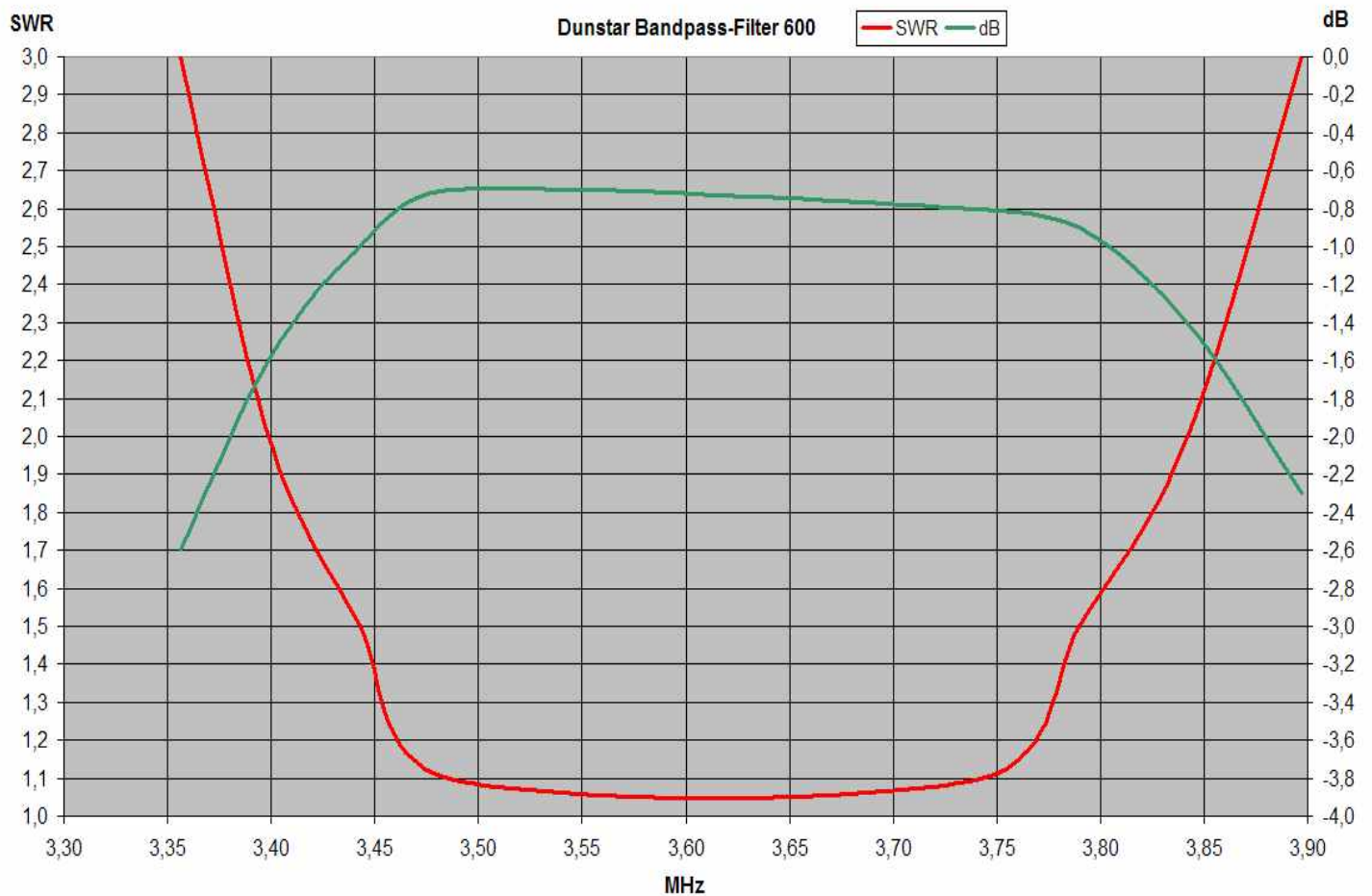
In der Spalte **Dämpfung Filter** wird **Pegel mit Filter** abzüglich **Pegel ohne Filter** berechnet.

Beispiel: Dunstar Bandpass-Filter Typ 600 Stellung 80m

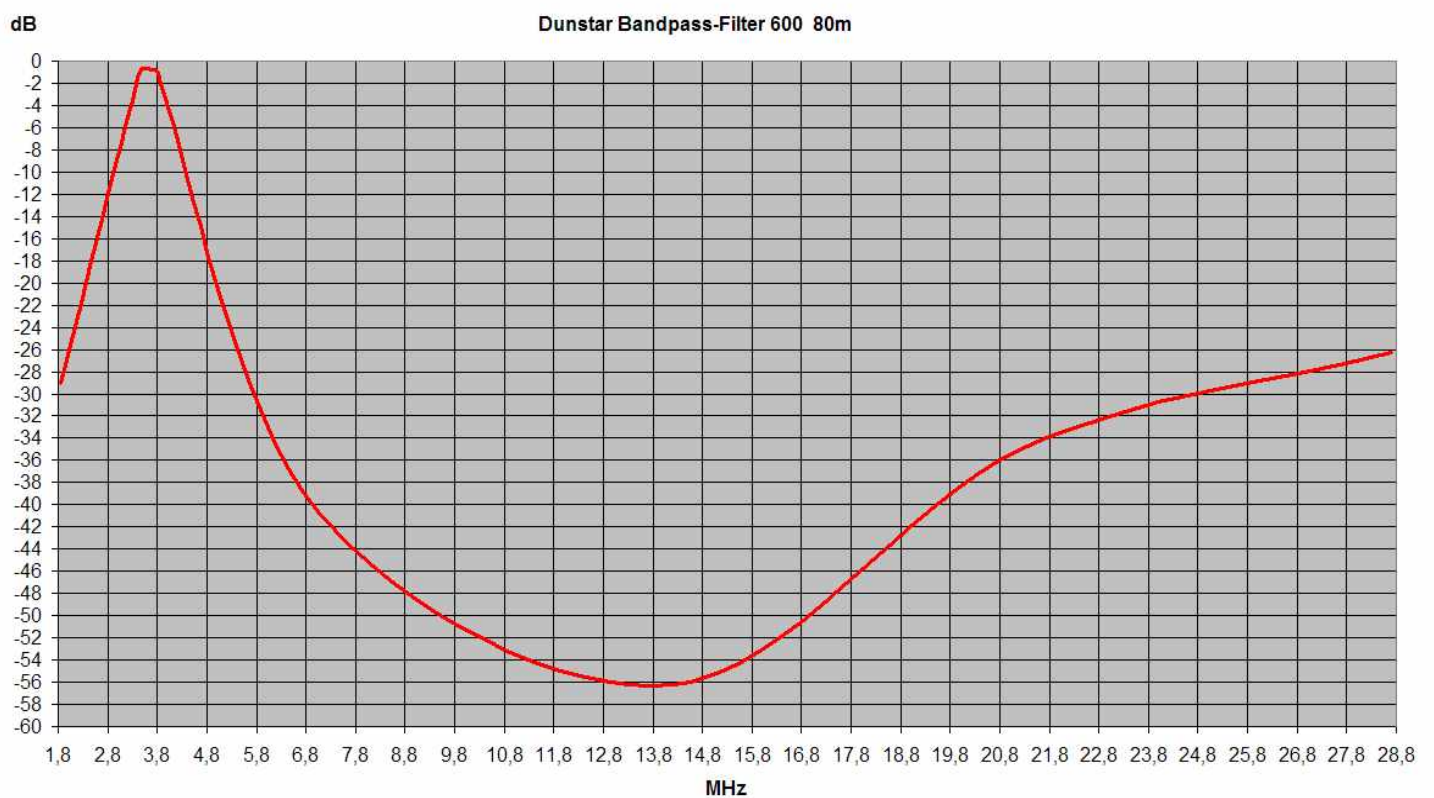
	MHz	Pegel ohne Filter [dBm]	Pegel mit Filter [dBm]	Dämpfung Filter [dB]	SWR
	1,850	10,1	-19,0	-29,1	
Frequenz min [MHz] SWR 3	3,356	10,1	7,5	-2,6	3,0
Frequenz min [MHz] SWR 2	3,399	10,1	8,5	-1,6	2,0
Frequenz min [MHz] SWR 1,5	3,443	10,1	9,1	-1,0	1,5
Frequenz min [MHz] SWR 1,1	3,486	10,1	9,4	-0,7	1,1
Frequenz max [MHz] SWR 1,1	3,742	10,1	9,3	-0,8	1,1
Frequenz max [MHz] SWR 1,5	3,790	10,1	9,2	-0,9	1,5
Frequenz max [MHz] SWR 2	3,842	10,1	8,7	-1,4	2,0
Frequenz max [MHz] SWR 3	3,897	10,1	7,8	-2,3	3,0
	7,050	10,0	-30,6	-40,6	
	14,200	9,8	-46,4	-56,2	
	21,250	9,7	-25,2	-34,9	
	28,700	9,4	-16,9	-26,3	

Nun kann in Excel das Diagramm erstellt werden.

Durchlassbereich



Gesamtbereich



6. Anpassen einfacher Antennen

Die meisten Antennen werden durch Änderung der Elementlänge abgestimmt. Die meisten selbstgebauten Antennen sind einfache Vertikal- oder Dipol-Antennen, die leicht abzustimmen sind.

6.1 Dipol

Da ein Dipol eine symmetrische Antenne darstellt, ist es sinnvoll einen Balun am Fußpunkt der Antenne anzuschließen. Der Balun kann einfach aus ein paar Windungen Koaxkabel mit ca. 15cm Durchmesser oder aus einem komplizierten System von mehrfachen Wicklungen auf einem Ferritkern bestehen. (Siehe **Abschnitt 10.2**)

Die Höhe des Dipols, sowie die Umgebung beeinflussen die Fußpunkt-Impedanz und das **SWR** der Speiseleitung. Typische Höhen von 10m ergeben ein **SWR** kleiner 1,5 für die meisten Fälle, sofern 50Ω Kabel verwendet wird.

Allgemein besteht die einzige Möglichkeit zum Abstimmen in der Änderung der Länge. Ist die Antenne zu lang, dann liegt die Resonanzfrequenz zu tief, ist sie zu kurz, liegt die Resonanzfrequenz zu hoch.

Denken Sie daran, dass die Länge der Speiseleitung die Impedanz **Z** des Fußpunktes verändert, wenn die Antenne nicht exakt die gleiche Impedanz **Z** hat wie die des Kabels. Das **SWR** wird (bis auf eine geringe Abweichung bei längeren Leitungen) gleich bleiben, wenn eine Speiseleitung guter Qualität verwendet wird. Sollte die Länge der Speiseleitung das **SWR** dennoch ändern, dann deutet das auf Mantelwellen oder eine falsche Impedanz hin, welche die Antenne verstimmt. Mantelwellen entstehen durch fehlende Baluns oder durch die parallele Leitungsführung zum Dipol.

6.2 Vertikal-Antennen

Vertikal-Antennen sind in der Regel unsymmetrische Antennen. Fälschlicher Weise spielen viele Hersteller die Notwendigkeit eines guten Radial-Netzes herunter. Mit einem guten Erdungssystem erreicht man bei einer $\lambda/4$ Wellen Vertikalantenne leicht ein **SWR** von 1,2. Das **SWR** verbessert sich dadurch meist erheblich, bei einer direkt gespeisten Marconi Antenne ist dies eventuell ein Zeichen für einen schlechten Wirkungsgrad. Vertikal-Antennen werden wie Dipole abgestimmt. Verlängert man die Elemente, so sinkt die Frequenz, verkürzt man die Elemente, so steigt die Frequenz.

6.3 Abgleich von Radials bei Vertikal-Antennen

Eine $\lambda/4$ Vertikalantenne (Groundplane) benötigt immer ein Erdsystem. Am häufigsten werden als Erdung $\lambda/4$ Radials eingesetzt, die genauso abgeglichen werden müssen wie der Strahler. Leider vernachlässigen viele Funkamateure den Abgleich der Radials und sorgen somit für schlechte Erdverhältnisse, die einige Probleme mit sich bringen. Die Radials sollten mindestens 0,5m vom Boden entfernt sein. Bei nicht abgestimmten Radials (direkt auf dem Boden) verschlechtert sich der Erdwiderstand erheblich.

6.3.1 Grobabgleich der Radials

Der Grobabgleich der Radials wird wie folgt durchgeführt:

Schritt 1: Berechnen Sie die Längen der Radials gemäß **Abschnitt 12.4 Schlankheitsgrad**. Die Wellenlänge der Amateurbänder können Sie aus

Tabelle Wellenlänge in Abschnitt 12.3 entnehmen.

Alternativ können Sie in den Excelberechnungen unter **Längen von Drahtantennen unter Berücksichtigung des Schlankheitsgrades** den Drahtdurchmesser eingeben und die Längen ablesen. Download siehe letzte Seite.

Schritt 2: Schneiden Sie die Radials auf die berechnete Länge und spannen Sie die Radials in der endgültigen Position. **Achtung!** Nicht an den zentralen Erdpunkt der Antenne anschließen.

Schritt 3: Schließen Sie immer 2 Radials, des gleichen Frequenzbereichs, die sich gegenüber befinden, an den **ANTENNA**-Anschluss des MFJ-259B an und gleichen Sie beide Radials auf die gewünschte Frequenz ab.

Achtung! Reihenfolge: Radials der niedrigsten Frequenz zuerst.

Schritt 4: Sind alle Radials abgeglichen, so schließen Sie alle an den zentralen Erdpunkt der Antenne an.

6.3.2 Feinabgleich der Radials

Da sich die Radials für die unterschiedlichen Frequenzbereiche nach dem Anschluss an die zentrale Erde der Antenne gegenseitig beeinflussen sollte noch ein Feinabgleich erfolgen.

Der Feinabgleich der Radials wird wie folgt durchgeführt:

Schritt 1: Schließen Sie die Masse des MFJ-259B über eine möglichst kurze Leitung an den zentralen Erd-Anschluss der Radials.

Schritt 2: Entfernen Sie einen der Radials vom zentralen Erd-Anschluss und schließen Sie ihn an den Innenleiter der Buchse **ANTENNA**.

Achtung! Reihenfolge: Radials der niedrigsten Frequenz zuerst.

Schritt 3: Gleichen Sie den Radial auf die gewünschte Frequenz ab (Minimum **SWR** auf der analogen Anzeige **SWR**).

Schritt 4: Schließen Sie nach dem Abgleich den Radial an den zentralen Erd-Anschluss an und wiederholen Sie den **Schritt 3** und **4** mit allen übrigen Radials.

Anmerkung: Das **SWR** der Radials wird sicher nicht 1 sondern zwischen 1,2 und 4 sein, da ein Radial je nach Abstand und Spannwinkel zum Boden 15 bis 40Ω hat (siehe analoge Anzeige **IMPEDANCE**). Hat die Antenne mehrere Radials pro Band so ergibt sich ein Erdwiderstand von:

$$R_e = \frac{Z_{\text{proRadial}}}{\text{Radialanzahl}} \Omega$$

Um zu zeigen, dass es wichtig ist einen möglichst kleinen Erdwiderstand zu erreichen folgendes **Beispiel**:

Angenommen Sie haben durch 1 Radials pro Band einen Erdwiderstand **R_e** von 30Ω.

Bei 4 Radials pro Band haben Sie dann einen Erdwiderstand **R_e** von $\frac{30}{4} = 7,5\Omega$.

Die Antenne hat ein **Z** von 50Ω und Sie senden mit **P** = 100W auf die Antenne.

Der Antennenstrom beträgt: $I = \sqrt{P/Z} = \sqrt{100/50} = 1,4A$

Die Hf-Spannung U_e an der Erde bei 1 Radial ist: $U_e = I \cdot R_e = 1,4A \cdot 30\Omega = 42V$

Die Hf-Spannung U_e an der Erde bei 4 Radials ist: $U_e = I \cdot R_e = 1,4A \cdot 7,5\Omega = 10,5V$

Das bedeutet, dass auf dem Mantel des Koaxkabels und auf dem Gehäuse des Senders bei 1 Radial 42V Hf und bei 4 Radials 10,5V Hf anliegen und somit strahlt das Koax-Kabel und das Sendergehäuse. (bei 750W betragen die Hf-Spannung das 2,7 fache) Nicht berücksichtigt ist, dass bei hohen Erdwiderständen nur ein Teil von der Hf-Leistung von der Antenne im gewünschten flachen Winkel abgestrahlt wird. Ein Teil wird durch die schlechte Erde undefiniert abgestrahlt und trägt nicht zur Signalstärke beim Empfänger bei.

Werden die Radials direkt auf den Boden gelegt, so ist es meist nicht möglich ein Abgleich durchzuführen. Bei Radials die nicht in Resonanz sind wird der Erdwiderstand um den Faktor 3 bis 4 höher als bei abgestimmten Radials. D.h. es müssen für den gleichen Erdwiderstand 3 bis 4 mal so viele Radials ausgelegt werden.

Es ist zu empfehlen am Antennenanschluss der Antenne ein **Mantelstromfilter** einzusetzen um die Hf-Spannung auf dem Kabel und dem Sender zu reduzieren. Es kann mit einem Mantelstromfilter eine Reduzierung der Spannungen um 20 bis 40dB (auf 10% bis 1%) erreicht werden. (Siehe **Abschnitt 10.2.5**)

6.4 Abstimmen einer einfachen Antenne

Wählen Sie einen beliebigen Modus aus, der das **SWR** anzeigt.

Um einfache Antennen abzustimmen gehen Sie wie folgt vor:

Schritt 1: Messen Sie die Länge **L_i** Ihrer Antenne

Schritt 2: Schließen Sie für einen Moment die Antennenleitung kurz um die Antenne zu entladen und verbinden sie dann die Leitung mit dem MFJ-259B.

Schritt 3: Stellen Sie den MFJ-259B auf die gewünschte Frequenz **f_s** ein.

Schritt 4: Lesen Sie das SWR ab und suchen Sie die Frequenz **f_i**, bei der das kleinste SWR erreicht wird.

Schritt 5: Teilen Sie die gemessene Frequenz **f_i** durch die gewünschte Frequenz **f_s**. Multiplizieren Sie die aktuelle Antennenlänge **L_i** mit dem Ergebnis aus Schritt 5. Dadurch erhalten Sie den Wert für die gewünschte Antennenlänge **L_s**.

$$L_s = \frac{f_i * L_i}{f_s}, \text{ f}_i = \text{Frequenz ist, f}_s = \text{Frequenz soll, L}_i = \text{Länge ist, L}_s = \text{Länge soll}$$

Beispiel: 20m Dipol

Schritt 1: gemessene Länge **L_i** = 10,5m

Schritt 2: gewünschte Frequenz **f_s** = 14,25MHz

Schritt 3: ermittelte Resonanzfrequenz **f_i** = 13,95MHz (bestes **SWR**)

Schritt 4: berechne Antennenlänge **L_s** = $\frac{13,95 * 10,5}{14,25} = 10,28m$

D.h. die Antenne muss um $10,5 - 10,28 = 0,22m$ gekürzt werden. (2 x 0,11m)

Hinweis: Diese Methode gilt nur für Full-Size Vertikal-Antennen oder Dipole mit gleichgroßen Schenkeln. Diese Methode wird bei Antennen mit Traps, Spulen, Kondensatoren oder Dachkapazitäten nicht funktionieren. Diese Antennen sollten nach den Angaben des Herstellers abgestimmt werden, während Sie gleichzeitig die Werte mit dem MFJ-259B überprüfen, bis das gewünschte **SWR** eingestellt ist.

6.5 Messung an Schwingkreisen und Trap-Spulen

Hier gibt es mehrere Möglichkeiten der Messung:

6.5.1 Messung mit den Dip-Spulen

Das funktioniert nur, wenn man mit der Dip-Spule etwas in die zu messende Schwingkreisspule eintauchen kann. (Siehe **Abschnitt 7.10**)

6.5.2 Messung der Serienresonanz

Die Resonanz von Parallel-Schwingkreisen kann prinzipiell durch Auftrennen des Kreises und Messen der Serien-Resonanz bestimmt werden.

Serienwiderstand und Bandbreite können bestimmt werden.

Hierzu muss der Schwingkreis aufgetrennt und an die Buchse **ANTENNA** des MFJ-259B angeschlossen werden.

Achtung! Die Zuleitung muss möglichst kurz sein.

a. Messung der Resonanzfrequenz

Verändern Sie die Frequenz bis die analoge Impedanz-Anzeige **Z** auf Minimum und die Display-Anzeige Reaktanz **X = 0** anzeigt.

Die angezeigte Frequenz f_{res} ist die Resonanzfrequenz.

b. Messung der -3dB Bandbreite

Schritt 1: Lesen Sie die Impedanz Z_{res} bei der Resonanzfrequenz ab und multiplizieren Sie den Wert mit 1,4. $Z_{-3dB} = Z_{res} * 1,4$

Schritt 2: Erhöhen Sie die Frequenz bis die errechnete Impedanz Z_{-3dB} angezeigt wird und notieren Sie diese Frequenz f_{max} .

Schritt 3: Verringern Sie die Frequenz bis die errechnete Impedanz Z_{-3dB} angezeigt wird und notieren Sie diese Frequenz f_{min} .

Schritt 4: Berechnen Sie die Bandbreite $B = f_{max} - f_{min}$

c. Ermittlung der Kreisgüte (Leerlaufgüte)

Die Kreisgüte wird wie folgt berechnet: $Q = \frac{f_{res}}{B}$

Die Nachteile der Auftrennung des Schwingkreises:

Herumlöten an einer elektrisch kritischen und mechanisch schwierigen Stelle; Hinzufügen von Widerständen in Form von Verbindungsstellen und Zuleitungen, Verstimmung durch Mess-Zuleitung und dadurch Fehlmessung.

6.5.3 Messung der Parallelresonanz

Direkt auf die Mitte der Spule des Parallelschwingkreises wird eine Windung isolierten Draht als Koppel-Spule aufgebracht und mit dem HF-Eingang **ANTENNA** des MFJ-259B

verbunden. Die Koppelspule muss eng aufliegen, die Zuleitung sollte kurz und verdreht sein. Im Kurzwellenbereich bewährt hat sich eine etwa 50 cm lange Messleitung, deren Mittelbereich als Koppelspule eng um das Testobjekt gelegt wird. Die Koppel-Windungszahl wird so gewählt, dass das **SWR** im Minimum annähernd 1 ist. Gegebenenfalls wickelt man mehrere Koppel-Windungen auf. Um Zusatzverluste und Verstimmung durch nahe Gegenstände zu vermeiden, wird das Testobjekt auf leere Pappkartons oder Styropor hingelegt oder frei aufgehängt.

a. Messung der Resonanzfrequenz

Verändern Sie die Frequenz bis die analoge SWR-Anzeige **SWR** auf Minimum und die Display-Anzeige Reaktanz **X = 0** anzeigt.

Die angezeigte Frequenz **f_{res}** ist die Resonanzfrequenz.

b. Messung der -3dB Bandbreite

Schritt 1: Lesen Sie die Impedanz **Z_{res}** bei der Resonanzfrequenz ab und multiplizieren Sie den Wert mit 1,4. **Z_{-3dB} = Z_{res} * 1,4**

Schritt 2: Erhöhen Sie die Frequenz bis die errechnete Impedanz **Z_{-3dB}** angezeigt wird und notieren Sie diese Frequenz **f_{max}**.

Schritt 3: Verringern Sie die Frequenz bis die errechnete Impedanz **Z_{-3dB}** angezeigt wird und notieren Sie diese Frequenz **f_{min}**.

Schritt 4: Berechnen Sie die Bandbreite **B = f_{max} – f_{min}**

c. Ermittlung der Kreisgüte (Leerlaufgüte)

Die Kreisgüte wird wie folgt berechnet: **Q = $\frac{f_{res}}{B}$**

d. Berechnung von R_{res}, X_L, X_C, L, C

Aus den gemessenen Werten von a-e kann folgendes berechnet werden:

Parallel-Kreiswiderstand

Zählen Sie die Windungen der Schwingkreisspule **Wdg_{Ls}** und der Koppelspule **Wdg_{Lk}**.

Berechnen Sie den Kreiswiderstand **R_{res} = $\left(\frac{Wdg_{Ls}}{Wdg_{Lk}}\right)^2 * Z_{res}$**

Induktiver Widerstand der Spule

Der induktive Widerstand **X_L = $\frac{R_{res}}{Q}$ [Ω]**

Induktivität der Spule

Die Induktivität **L = $\frac{X_L}{2 * \pi * f_{res}}$ [μH] , X_L [Ω], f_{res} [MHz]**

In der Graphik in **Abschnitt 12.12** kann an Hand von **X_L** der ungefähre Wert von **L** abgelesen werden.

kapazitiver Widerstand des Kondensators

Der kapazitive Widerstand **X_C = X_L**

Kapazität des Kondensators

Die Kapazität **C = $\frac{1000000}{2 * \pi * f_{res} * X_C}$ [pF] , X_C [Ω], f_{res} [MHz]**

In der Graphik in **Abschnitt 12.13** kann an Hand von **X_C** der ungefähre Wert von **C** abgelesen werden.

7. Testen und Abstimmen von Stubs und Speiseleitungen

7.1 Testen von Stubs

Die Resonanzfrequenz jedes Impedanz-Stubs oder jeder Übertragungsleitung kann gemessen werden. Wählen Sie dazu den ersten Punkt im Hauptmenü aus. Schließen Sie das Testobjekt an die Buchse **ANTENNA** des MFJ-259B an.

Hinweis: Für Leitungen mit ungeradzahligen Vielfachen der Wellenlänge ($\frac{1}{4}\lambda$, $\frac{3}{4}\lambda$, $1\frac{1}{4}\lambda$, $1\frac{3}{4}\lambda$ etc.) muss das entfernte Ende offen sein.
Für alle Halbwellen-Stubs mit gradzahligen Vielfachen der Wellenlänge ($\frac{1}{2}\lambda$, 1λ , $1\frac{1}{2}\lambda$, etc.) muss das entfernte Ende kurzgeschlossen sein.

7.1.1 symmetrische Leitungen

Wenn Sie symmetrische Leitungen verwenden, dann sollten Sie den MFJ-259B über Batterie betreiben. Halten Sie genügend Abstand zu anderen Leitern und verbinden Sie keine Drähte oder Kabel außer dem zu messenden Kabel mit dem Gerät. Verwenden Sie die Abschirmung des Anschlusses **ANTENNA** für den einen Pol, den Mittenleiter für den anderen Pol. Zweiadrige symmetrische Leitungen müssen wenigstens einen Meter Abstand zu jeglichen metallischen Gegenständen oder der Erde haben.

7.1.2 Koax-Leitung

Koax-Leitungen können auf einem Haufen oder aufgerollt auf dem Boden liegen. Ebenso kann hierbei auch ein externes Netzteil verwendet werden und der MFJ-259B darf auch auf metallischen Gegenständen abgelegt werden, ohne dass es zu Beeinflussungen kommt. Koax-Leitungen werden auf dem üblichen Weg angeschlossen, jedoch mit geerdeter Schirmung.

Wenn Sie kritische Stubs abstimmen wollen, dann sollten sie das sehr vorsichtig erledigen.

Gehen Sie beim Abstimmen von Speiseleitungen oder Stubs wie folgt vor:

Schritt 1: Ermitteln sie die gewünschte Frequenz f_s und theoretische Länge der Leitung / des Stubs.

$$\text{z. B. } \frac{1}{4} \lambda \text{ Stub } L_i = \frac{299,8 * V}{f_s * 4} \text{ [m], Verkürzungsfaktor } V, \text{ Frequenz } f_s \text{ [MHz]}$$

Schritt 2: Schneiden Sie die Leitung ca.10% länger ab als berechnet.

Schritt 3: Suchen Sie die Frequenz f_i mit dem kleinsten Widerstand und Reaktanz, bzw. der kleinsten Impedanz für Stubs von ungeradzahliger $\lambda/4$ -Wellenlänge. Für die Feinabstimmung achten Sie nur auf den Wert $X=?$ im Display. Suchen Sie den Punkt für $X=0$, oder zumindest so nahe an $X=0$ wie möglich. Die Frequenz sollte ca. 10% unterhalb der gewünschten Frequenz zu finden sein, sofern die vorangegangenen Berechnungen stimmen. Für $\lambda/2$ -Wellenlänge-Stubs suchen Sie die Frequenz mit dem höchstens Z_0 , bei der der MFJ-259B einen Überlauf $Z>650$ als Meldung zeigt.

Schritt 4: Teilen sie die gemessene Frequenz f_i durch die gewünschte Frequenz f_s .

Schritt 5: Multiplizieren Sie das Ergebnis mit der Länge L_i der Leitung / des Stubs um die

benötigte Länge L_s zu ermitteln.

$$L_s = \frac{f_i * L_i}{f_s}, \text{ } f_i = \text{Frequenz ist, } f_s = \text{Frequenz soll, } L_i = \text{Länge ist, } L_s = \text{Länge soll}$$

Schritt 6: Kürzen Sie den Stub auf die in **Schritt 5** berechnete Länge L_s und überprüfen Sie die kleinste Reaktanz **X** für die gewünschte Frequenz.

7.2 Verkürzungsfaktor von Speiseleitungen

Der MFJ-259B ermittelt zuverlässig den Verkürzungsfaktor für jede Übertragungsleitung. Wählen Sie dazu die Funktion **DISTANCE TO FAULT** im Menü 5 **ADVANCED**.

**Distance to
fault in feet**

7.2.1 symmetrische Leitungen

Wenn Sie symmetrische Leitungen verwenden, dann sollten Sie den MFJ-259B über Batterie betreiben. Halten Sie genügend Abstand zu anderen Leitern und verbinden Sie keine Drähte oder Kabel außer dem zu messenden Kabel mit dem Gerät. Verwenden Sie die Abschirmung des Anschlusses **ANTENNA** für den einen Pol, den Mittenleiter für den anderen Pol. Zweiadrige symmetrische Leitungen müssen wenigstens einen Meter Abstand zu jeglichen metallischen Gegenständen oder der Erde haben.

7.2.2 Koax-Leitung

Koax-Leitungen können auf einem Haufen oder aufgerollt auf dem Boden liegen. Ebenso kann hierbei auch ein externes Netzteil verwendet werden und der MFJ-259B darf auch auf metallischen Gegenständen abgelegt werden, ohne dass es zu Beeinflussungen kommt. Koax-Leitungen werden auf dem üblichen Weg angeschlossen, jedoch mit geerdeter Schirmung.

Die Funktion **DISTANCE TO FAULT** misst die elektrische Länge einer Übertragungs-Leitung, wenn für den Verkürzungsfaktor **V** ein Wert von 1.00 eingesetzt wird. Um den Faktor zu bestimmen, müssen Sie die elektrische und physikalische Länge kennen. Wenn die Länge mit 75 ft angezeigt wird (mit **V**=1.00), und die Leitung tatsächlich 49,5 ft lang ist, dann ist der Verkürzungsfaktor **V** = 49,5 / 75 = 0,66.

Hinweis: Die Leitung kann am Ende entweder offen oder kurzgeschlossen sein, jedoch darf sie mit nichts anderem abgeschlossen werden. Um die Messung zu verifizieren, wiederholen Sie die Messung bei verschiedenen Frequenzen, die jedoch wenigstens eine Oktave (1 Oktave kleiner = $f/2$ oder 1 Oktave größer = $2*f$) entfernt sein sollten. Sollten gleiche Ergebnisse erzielt werden, so kann man den Wert als bestätigt betrachten.

7.2.3 Ermittlung des Verkürzungsfaktors

Schritt 1: Suchen Sie eine Frequenz, bei der das Impedanz-Meter den kleinstmöglichen Wert anzeigt und bei der eine minimale Reaktanz **X** auf dem LCD Display angezeigt wird, bzw. bei der die Reaktanz **X** ihren Null-Durchgang hat. Der Null-Durchgang ist der Punkt, bei dem die Reaktanz **X** jeweils größer wird, sobald die Frequenz erhöht oder verringert wird.

21.324 MHz 1st
DTF X=0

Schritt 2: Drücken Sie die Taste **GATE**. Das blinkende „1st“ wird nun zu „2nd“.

21.324 MHz 2nd
DTF X=0

39.756 MHz 2nd
DTF X=202

Schritt 3: Suchen Sie eine andere Frequenz höher oder tiefer, bei der die Impedanz **Z** ihr nächstes Minimum aufweist und die Reaktanz **X** erneut einen Null-Durchgang hat. Der Null-Durchgang ist der Punkt, bei dem die Reaktanz **X** jeweils größer wird, sobald die Frequenz erhöht oder verringert wird.

68.511 MHz 2nd
DTF X=1

Schritt 4: Drücken Sie erneut die Taste **GATE**, danach erscheint auf dem Display die Entfernung in Feet.

Dist. To fault
10 ft x Vf

7.3 Verkürzungsfaktor berechnen

Schritt 1: Messen Sie die physikalische Länge in Feet. (1 m = 3,281 Feet)

Schritt 2: Teilen Sie die auf dem Display angezeigte Länge durch die physikalische Länge. Das Ergebnis stellt den Verkürzungsfaktor dar.

Beispiel: 27 ft (elektrische Länge) geteilt durch 33,7 ft (gemessene Länge) ergibt 0.80. Somit beträgt der Verkürzungsfaktor **V** = 0.80 oder 80%.

7.4 Impedanz von Speiseleitungen oder Beverage-Antennen

Die Impedanz von Speiseleitungen mit einem Wert bis zu 650Ω kann direkt mit dem MFJ-259B gemessen werden. Leitungen mit einer größeren Impedanz können mit Hilfe eines entsprechenden Übertragers 1:4 bis ca. 2600Ω gemessen werden.

Wählen Sie dazu einen beliebigen Modus aus, der den Widerstand **R** und die Reaktanz **X** anzeigt.

Alternativ kann bei Werten >650Ω ohne Übertrager durch parallelschalten eines Widerstands von 680Ω mit der Speiseleitung zur Messbereichserweiterung abgeschätzt werden. Der Widerstand kann dann nicht direkt angezeigt werden, sondern muss berechnet werden. Wählen Sie dazu einen beliebigen Modus aus, der den Widerstand **R** und die Reaktanz **X** anzeigt.

$$R = \frac{680 * R_{Anzeige}}{680 - R_{Anzeige}}$$

Die Anzeige der Reaktanz **X** (digitalen Anzeige) und die Anzeige **Z** (analoge Anzeige) sind falsch.

7.4.1 symmetrische Leitungen

Wenn Sie symmetrische Leitungen verwenden, dann sollten Sie den MFJ-259B über Batterie betreiben. Halten Sie genügend Abstand zu anderen Leitern und verbinden Sie keine Drähte oder Kabel außer dem zu messenden Kabel mit dem Gerät. Verwenden Sie die Abschirmung des Anschlusses **ANTENNA** für den einen Pol, den Mittenleiter für den anderen Pol. Zweiadrige symmetrische Leitungen müssen wenigstens einen Meter Abstand zu jeglichen metallischen Gegenständen oder der Erde haben.

7.4.2 Koaxleitungen

Koax-Leitungen können auf einem Haufen oder aufgerollt auf dem Boden liegen. Ebenso kann hierbei auch ein externes Netzteil verwendet werden und der MFJ-259B darf auch auf metallischen Gegenständen abgelegt werden, ohne dass es zu Beeinflussungen kommt. Koax-Leitungen werden auf dem üblichen Weg angeschlossen, jedoch mit geerdeter Schirmung.

Beverage Antennen werden direkt mit dem MFJ-259B verbunden.

Bei Verwendung eines festen Widerstands:

Schritt 1: Schließen Sie den MFJ-259B mit einem induktionsfreien Widerstand ab, der ungefähr dem erwarteten Wert entspricht.

Schritt 2: Schließen Sie zusätzlich die Antenne direkt an den MFJ-259B am Innenleiter-Anschluss **ANTENNA** an. Stellen Sie die Frequenz so ein (nahe der erwarteten Arbeitsfrequenz), dass Sie möglichst geringe Werte für Widerstand **R** und Reaktanz **X** erhalten.

Schritt 3: Notieren Sie den Wert der Impedanz **Z**.

Schritt 4: Stellen Sie nun die Frequenz so ein, dass Sie den höchsten Wert für den Widerstand **R** und den kleinsten Wert für die Reaktanz **X** erhalten.

Schritt 5: Multiplizieren Sie den höchsten mit den niedrigsten Widerstand und ziehen Sie die Wurzel.
$$\mathbf{Z} = \sqrt{R_{\max} * R_{\min}}$$

Beispiel: Der höchste Widerstand **R** beträgt 600Ω, der kleinste 400Ω. 600*400 = 240000. Die Quadratwurzel daraus ergibt 490. Die Impedanz **Z** beträgt daher 490Ω.

Bei Verwendung eines Potentiometers oder einer Widerstandsdekade:

Schritt 1: Schließen Sie das Potentiometer oder die Widerstandsdekade an den MFJ-259B und ein Ende der Antenne an, ggfs. Auch mit einem Breitband-Übertrager.

Schritt 2: Stellen Sie die Frequenz ein und beachten Sie lediglich die Änderung des SWR's.

Schritt 3: Stellen Sie den Abschlusswiderstand so ein, dass das SWR über einen großen Bereich um die Betriebsfrequenz möglichst konstant bleibt.

Schritt 4: Der Wert des Abschlusswiderstands entspricht dem Wellenwiderstand der Antenne.

7.5 Einstellen von Tunern

Mit dem MFJ-259B können Sie Antennen-Tuner abstimmen. Verbinden Sie dazu den Anschluss **ANTENNA** des MFJ-259B mit dem 50Ω Anschluss des Tuners und den Ausgang des Tuners mit Ihrer Antenne. Für eine schnelle Umschaltung kann dabei auch ein Antennenschalter verwendet werden, sofern dieser eine Anschluss-Isolierung von mindestens 50dB bietet.

Warnung : Achten Sie darauf, dass der Tuner immer mit dem Mittenanschluss des Schalters verbunden ist. Der Schalter muss immer wechselweise entweder den MFJ259B oder den Transceiver anschließen.
Sender dürfen niemals an den MFJ-259B angeschlossen werden!

Schritt 1: Schließen Sie den MFJ-259B an den Tuner an.

Schritt 2: Schalten Sie den MFJ-259B ein und stellen Sie ihn auf die gewünschte Frequenz.

Schritt 3: Stimmen Sie den Tuner ab, so dass Sie ein **SWR** von 1 erhalten.

Schritt 4: Schalten Sie den MFJ-259B aus und schließen Sie wieder Ihren Transceiver an.

7.6 Einstellen von Anpass-Netzwerken eines Verstärkers

Der MFJ-259B kann zum Testen und Anpassen von HF-Verstärkern oder Anpass-Netzwerken verwendet werden, ohne dafür eine Betriebsspannung anlegen zu müssen. Die Röhren und anderen Komponenten sollten an Ihrem Platz und angeschlossen bleiben, damit sich die Streukapazitäten nicht verändern.

Um einen Eingangskreis zu messen, müssen Sie induktionsfreie Widerstände mit der ungefähren Impedanz für jede einzelne Röhre von der Kathode zum Chassis schalten. Um einen Tankkreis zu messen, sollte ein der Impedanz entsprechender Widerstand von der Anode zum Chassis über möglichst kurze Leitungen geschaltet werden. Das Antennen-Relais (falls vorhanden) kann über ein kleines Netzteil aktiviert werden. Damit werden die Ein- und Ausgänge des HF-Anpass-Netzwerkes des Verstärkers verbunden. Das zugehörige Netzwerk kann jetzt angepasst werden. Sobald der Analysator 50Ω und ein **SWR** von 1 bei der Arbeitsfrequenz mit dem richtigen Wert für die Kapazität der System-Güte **Q** zeigt, ist das Netzwerk korrekt eingestellt.

Vorsicht: Die Treiber-Impedanz der meisten Verstärker ändert sich, sobald der Treiber-Pegel geändert wird. Versuchen Sie nicht den Eingangskreis mit der Röhre im Betriebszustand mit dem niedrigen Pegel des MFJ-259B einzustellen!

7.7 Testen von Hf-Übertragern

HF-Übertrager, die für einen Bereich von 25Ω -100Ω auf einer Wicklung ausgelegt sind, können mit dem MFJ-259B getestet werden.

Die 25Ω -100Ω -Wicklung wird über extrem kurze Leitungen mit dem Anschluss **ANTENNA** des MFJ-259B verbunden. (Weniger als ein elektrisches Grad Länge. (1° el. Länge = $\lambda/360$ z.B. 20m 20/360 = 0,055m = 5,5cm)

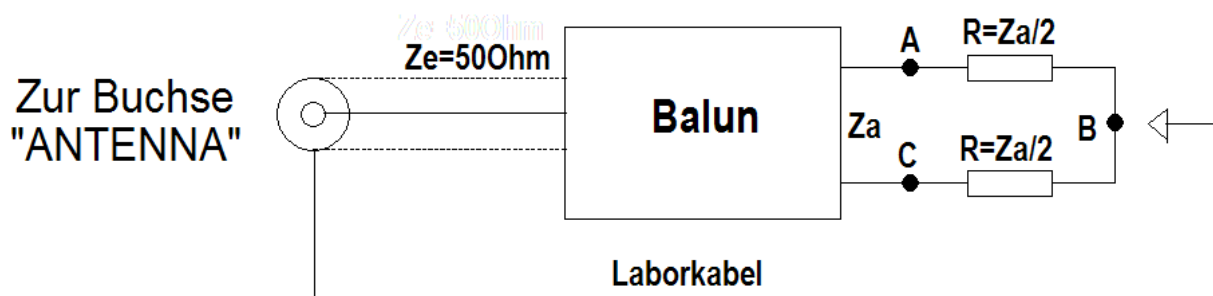
Die anderen Windungen des Übertragers werden mit einem Widerstand passend zur Last abgeschlossen. Dann kann man mit dem MFJ-259B den gesamten Frequenzbereich des Übertragers durchmessen, um so die Impedanzen und Bandbreiten zu ermitteln.

Der Wirkungsgrad eines Übertragers kann durch den Vergleich der Speisespannung und der Spannung des MFJ-259B ermittelt werden, wobei man eine übliche Leistungsumrechnung anwendet.

7.8 Testen von Baluns

Baluns können getestet werden, in dem man den Balun mit der unsymmetrischen 50Ω Seite mit dem Anschluss **ANTENNA** verbindet. Der Balun muss mit zwei gleichgroßen Widerständen in Reihe mit der Größe der Last abgeschlossen werden. Die Widerstände müssen zusammen genau der Last-Impedanz entsprechen. Ein paar von zwei 100Ω Widerständen werden benötigt, um die 200Ω Seite eines 4:1 Baluns (50Ω Eingang) korrekt messen zu können. Messen Sie das **SWR**, während Sie eine Kabelbrücke vom Punkt A zum Punkt C bewegen.

Test an einem Strom-Balun:

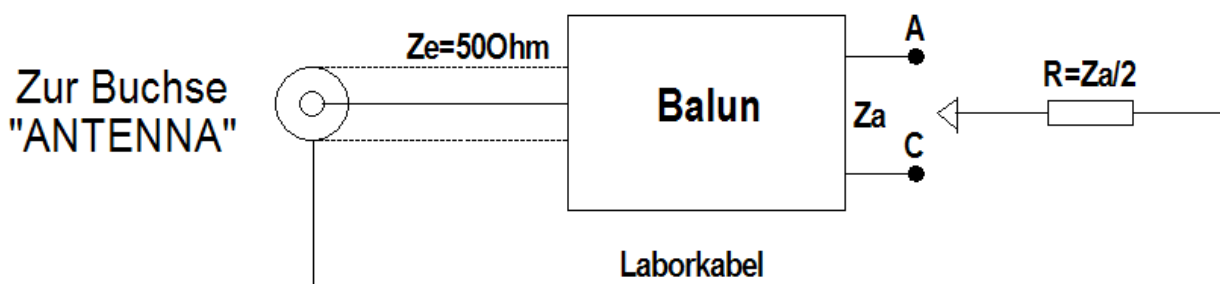


Ein sauber gewickelter Strom-Balun ist die beste Lösung für ein ausgewogenes Strom-Gleichgewicht. Er besitzt die größte Leistungskapazität und die geringsten Materialverluste. Hierbei sollte das **SWR** für jede Frequenz seines Einsatzbereiches klein sein, egal an welcher der drei Positionen die Kabelbrücke angesetzt wird.

Ein sauber gewickelter Spannungsbalun sollte ein kleines SWR über seinen gesamten Einsatzbereich ausschließlich an Punkt **B** zeigen. Das SWR sollte sich nicht ändern, wenn das Kabel von Punkt **B** entfernt wird. Er wird aber ein schlechtes **SWR** zeigen, sobald das Kabel mit Punkt **A** oder **C** verbunden wird. Sollte sich der Balun nicht entsprechend verhalten, dann arbeitet er nicht symmetrisch und wird von keinem großen Nutzen sein.

Test an einem Spannungs-Balun:

Ein Spannungs-Balun sollte ebenfalls auf sein **SWR** getestet werden, wenn man den Widerstand $R = Z_a$ parallel zum Ausgang anschließt. Wenn der Spannungs-Balun richtig funktioniert, dann wird das SWR sehr niedrig sein, unabhängig davon, ob der Widerstand $R = Z_a/2$ jeweils gegen Erde abgeschlossen sind.



7.9 Testen von Hf-Drosseln

Für gewöhnlich haben große HF-Drosseln eine Frequenz, bei der die angegebenen Kapazitäten und Induktivitäten der Wicklung eine Serienresonanz mit niedriger Impedanz bilden. Diese Serienresonanz erscheint, da sich die Drossel wie ein in Reihe liegendes L-Netzwerk verhält. Dadurch ergeben sich drei Probleme:

1. Die Impedanz der Drossel zwischen den beiden Enden wird sehr niedrig.
2. Die Spannung in der Mitte des Resonanzpunktes steigt stark an, Lichtbögen können entstehen.
3. Der Strom in den Windungen steigt stark an, wodurch große Hitze entsteht.

Störende Serienresonanzen können Sie finden, indem Sie die Drossel in Ihre Arbeitsumgebung einsetzen und dann nur den MFJ-259B am Ende der Drossel über ein kurzes 50Ω Kabel anschließen. Durch langsames Sweepen (um die Arbeitsfrequenz hin und herdrehen) der Arbeitsfrequenz der Drossel können Sie durch Dips in der Impedanz die Serienresonanzen feststellen. Wenn Sie die Klinge eines isolierten Schraubendrehers langsam entlang der Drossel bewegen, werden Sie einen Punkt finden, an dem sich schlagartig die Impedanz ändert. Dies ist der Punkt der höchsten Spannung und ebenfalls der Punkt, an dem Sie durch Hinzufügen oder Abziehen einer kleinen Kapazität die größte Wirkung erzielen. Durch Entfernen einiger Windungen oder durch Hinzufügen eines kleinen kapazitiven Stubs an dieser Stelle können Sie die Resonanz außerhalb des benötigten Frequenzbereiches verschieben.

Eine kleine Änderung der Streukapazität hat hierbei einen größeren Effekt als eine Änderung der Wicklungszahl, da das Verhältnis zwischen **L** und **C** sehr hoch ist. Oft ist es möglich, die Serienresonanz um einen großen Betrag zu verschieben, ohne dabei die Induktivität wesentlich zu verändern.

7.10 Antennenanalysator als Grid-Dip-Meter

Mit 2 Stck. zusätzlichen Spulen kann der MFJ-259B auch als Grid-Dip-Meter verwendet werden. Die Spulen sind bei dem Vectors SWR-584B im Lieferumfang enthalten. Beim MFJ-259B können sie als zusätzliche Option bezogen werden.

Für Bastler ist der Selbstbau sicher kein Problem.

Hier die Daten der Spulen die zum MFJ-259B als Option bezogen werden können.

Spule 1 15mm Durchmesser, 15mm lang, 30 Windungen, CuL 0,5mm, ~3,6μH
Auf ein hellgraues PVC-Elektrohr PG13,5 gewickelt.

Spule 2 15mm Durchmesser, 15mm lang, 4 Windungen, CuL 2,0mm, ~0,2μH
freitragend.

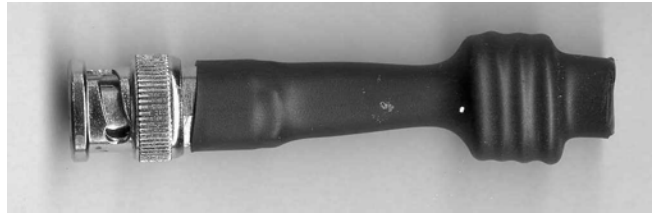
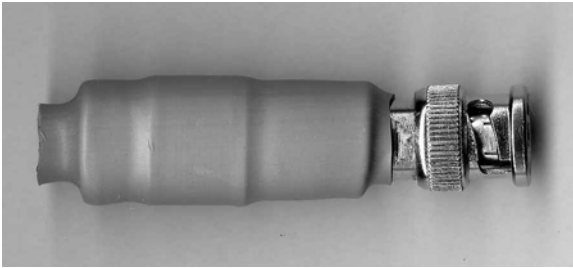
Wer genau dippen will, der sollte sich für jeden Frequenzbereich eine Spule gemäß Tabelle wickeln.

Spulendurchmesser 15mm.

Die Spulen mit 2mm Drahtdurchmesser können freitragend gewickelt werden.

Frequenz [MHz]	Wdg	Länge [mm]	[μH]	Draht
1,8 - 4	65	20	~35	0,3CuL
4 - 10	25	13	~7	0,5CuL
10 - 27	10	10	~1,3	1,0CuL
27 - 70	7	30	~0,3	2,0CuL/CuAg
70 - 114	4	20	~0,13	2,0CuL/CuAg
114 - 170	2	6	~0,07	2,0CuL/CuAg

Hier die **Abbildung** einer Spule auf einem Spulenkörper und einer freitragenden Spule.



Bei meinem Gerät wurde die SO239-Buchse durch eine BNC-Buchse mit großem Flansch ersetzt. (Die Befestigungslöcher der SO239-Buchse und der BNC-Buchse sind identisch und somit ohne großen Aufwand auszutauschen. Siehe **Abschnitt 11.1**)

Die Spulen sind mit Schrumpfschlauch überzogen und mit einem BNC-Stecker versehen. Nachdem der Ausgang des MFJ-259B (Buchse) mit einer Koppelspule des entsprechenden Frequenzbereichs verbunden wurde, nähert man sie dem zu messenden Kreis. Nun ist die Frequenz solange zu verändern, bis der charakteristische Zeiger-Dip bei der Analoganzeige **IMPEDANCE** auftritt. Auf diese Weise ist es auch leicht möglich, etwa die Resonanzfrequenz von Sperrkreisen einer Antenne auszdippen.

Sogar Quarze lassen sich einfach auf ihre Funktionstüchtigkeit hin überprüfen. Man schließt den zu messenden Quarz einfach an dem Messausgang des MFJ-259B an und stellt die entsprechende Frequenz ein. Man wird einen frequenzmäßig extrem scharf begrenzten Dip auf der Schwingfrequenz des Quarzes beobachten können. Dazu ist jedoch äußerstes Feingefühl beim Durchstimmen der Frequenz gefragt, da diese Resonanzstelle naturgemäß sehr schmal ist.

Bei sogenannten **Hühnerleitern** kann das Dip-Meter ebenfalls gute Dienste leisten. Dabei nähert man sich mit der Koppelspule (Sonde) einfach sehr dicht der Leitung. Beim Durchdrehen der Frequenz wird bei ordnungsgemäß angeschlossener Antenne ein ausgeprägter Dip sowie auf anderen Frequenzen ein mehr oder weniger starker Dip zu messen sein. Die Resonanzfrequenz des Systems kann so leicht ermittelt werden. Doch auch hier ist Vorsicht am Platz, da natürlich auch die Längenresonanz (**Lecherleitung**) des Kabels mit eingeht.

7.11 Technische Unterstützung

Sollten Sie irgendwelche Schwierigkeiten mit diesem Gerät haben, so lesen Sie bitte zuerst den entsprechenden Abschnitt dieses originalen Handbuchs. Sollte Ihr Problem in diesem Handbuch nicht erwähnt werden, oder nicht damit gelöst werden können, dann rufen Sie bitte den **MFJ TECHNICAL SERVICE** unter (001) 662-323-0549 oder im **MFJ-Werk** an unter (001) 662-323-5869. MFJ kann Ihnen am besten helfen, wenn Sie möglichst alle Unterlagen, Ihr Gerät, das Handbuch und die Daten Ihrer Station beim Anruf zur Hand haben, damit Sie alle eventuellen Fragen der Techniker beantworten können. Sie können Ihre Fragen auch per Post schicken: MFJ Enterprises Inc., Industrial Park Road, Starkville, MS 39759. oder via Fax: (001) 662-323-6551. Und Sie können auch eine Email schicken: techinfo@mfjenterprises.com. Senden Sie eine vollständige Beschreibung Ihres Problems, eine Erläuterung wie Sie das Gerät einsetzen und eine Stationsbeschreibung.

8. Abgleichanweisung

8.1 Analysator allgemein

Diese Kalibrieranleitung ist ein MFJ- Kalibrieranleitung, das keine Informationen enthält, die nicht von MFJ stammen. Es ist ein einfaches Testverfahren, das als Hilfe für den Anwender geeignet ist. Es ist das korrekte Verfahren, um den MFJ-259B Analysator zu kalibrieren.

Es ist in erster Linie für Anwender gedacht, die keine Möglichkeit haben, das Gerät bei MFJ überprüfen zu lassen.

8.2 Allgemeine Probleme

Diese Familie der Analysatoren ist von der Messbrücke zur Antennenbuchse DC-gekoppelt. Die Brücken-Detektoren sind **nicht** frequenzselektiv und reagieren empfindlich auf den kleinsten DC-Offset durch z.B. gleichgerichtete HF- Signale. Es gibt eventuell Probleme, wenn irgendeine Fremdspannung an der Antennenbuchse erscheint, die von DC durch gleichgerichtete HF- Signale erzeugt wird (dies gilt auch für Analysatoren von anderen Herstellern).

Es gibt mehrfache Gründe, warum zur Zeit der Entwicklung DC- Kopplung mit Breitband-detektoren gewählt wurde. Vielleicht gibt es in Zukunft bei etwas höherem Preis frequenz-selektive Geräte für den Amateurmarkt, aber zur Zeit ist dies noch nicht der Fall.

Durch die Breitbandigkeit des Detektors und der DC-Kopplung mit der Antenne verursacht jede externe Spannung, die an der Eingangsbuchse erscheint, Messfehler. Es ist die Summenspannung aus verschiedenen Quellen, die von Bedeutung ist, und nicht der Pegel des einzelnen Signals. Daher sollten große Antennen zu einer Zeit gemessen werden, zu der Fremdsignale am Antenneneingang den minimalsten Pegel aufweisen.

Eine definitive Verbesserung der Beeinflussung durch HF-Störungen lässt sich durch Einsatz eines Bandpass-Filters erzielen. Bandpass-Filter aber verursachen Fehler bei der Impedanzmessung. Mehrstufige Bandpass-Filter verhalten sich wie HF-Leitungen mit zufälligen Impedanzen, Verlusten und Längen bei jeder Veränderung der Messfrequenz. Die beste Lösung ist der Einsatz von einstufigen Bandpass-Filtern und DC-Trennung bei Messungen an großen Antennen oder an langen Speiseleitungen.

Man sollte einen guten 1:1 HF-Übertrager zwischenschalten. Oft ist auch ein paralleles **L/C Filter** (wie das Filter MFJ-731) nützlich. (Siehe **Abschnitt 10.4**)

Die Empfängerdioden haben sich deutlich als die am häufigsten beschädigten Teile im Analysator herausgestellt. Wenn Sie ein plötzliches Problem haben, ist eine defekte Detektordiode am wahrscheinlichsten. Damit die Detektoren eine Genauigkeit innerhalb von Bruchteilen eines Prozentes (ein Bit) erreichen, müssen die Dioden eine sehr niedrige Kapazität und eine sehr niedrige Schwellenspannung haben. Das bedeutet, dass für die Dioden nur low-power zero-bias Schottky Mikrowellendioden eingesetzt werden können. Die gleichen Eigenschaften, die Sie genau und linear machen, sind leider auch die Ursache für die Gefahr einer Beschädigung durch schon kleine Spannungsspitzen.

Hinweis: Entladen Sie daher **immer** große Antennen, bevor Sie diese an den Analysator anschließen! Legen Sie nie externe Spannungen größer 2 V an den Antennen-Anschluss an!

8.3 Arbeitsweise dieses Gerätes

Dies ist eine grobe Zusammenfassung der Arbeitsweise des Gerätes: Der MFJ 259B und andere digitalisierte MFJ Antennen-Analysatoren vergleichen drei Hauptspannungen in einer 50Ω Brückenschaltung.

Es sind:

V_z = Spannung über der Last. Diese Spannung wird im Display des Abgleich-Menüs **Z** genannt.

V_r = Spannung, die Brücken-Null anzeigt. Diese Spannung wird im Display des Abgleich-Menüs **R** genannt.

V_s = Spannung über einem 50Ω Widerstand zwischen der HF- Quelle und der Last. Diese Spannung wird im Display des Abgleich-Menüs genannt.

Alle Spannungen werden durch einen 8-Bit A/D-Wandler in einen digitalisierten 256-Bit Ausgang mit einer Displayanzeige von 0-255 Bits umgewandelt. Durch den Vergleich dieser Spannungsverhältnisse mit der geregelten Spannung des HF- Generators können viele unterschiedliche Last-Parameter errechnet werden.

Ein Antennen-Analysator kann eine Reihe von Werten (ausgenommen Vorzeichen der Reaktanzen) aus den Messungen **V_z** errechnen, aber bei bestimmten Impedanzen wird jeder kleine Fehler von **V_s** und **V_z** kritisch. Dies ist besonders zutreffend, wenn Spannungen in ein 256-Bit Format digitalisiert werden (~0.4% Schritte).

Bei bestimmten Impedanzen verursacht eine fast nicht messbare Spannungsänderung einen plötzlichen großen Sprung in den gemessenen Impedanzparametern.

Um bei der Anzeige Impedanzsprünge zu verringern, wird das SWR bei der Berechnung der Reaktanz und des Widerstandes bei niedrigen SWR Werten berücksichtigt; eine SWR Brücke ist am genauesten, wenn der Lastwiderstand in der Nähe von 50Ω ist. Ein primärer Messbereich, bei dem Impedanzmessungen durch **V_s** und **V_z** kritisch werden. Durch Einbeziehung einer direkten SWR- Messung einer internen Brücke kann der Analysator alle kleinen Pegelfehler von **V_s** und **V_z** überprüfen und korrigieren. Dies verringert den Impedanzsprung, der bei einem 1-Bit- Sprung der Spannung auftreten würde. Aus dem gleichen Grund müssen die Bits für eine hohe Genauigkeit kalibriert werden. Durch einen 1-Bit-Fehler kann eine resistive Last (reeller Widerstand ohne Blindanteil) als reaktiv erscheinen (die Summe von **V_s** und **V_z** muss immer 255 Bits oder kleiner sein, damit eine Last als resistive erkannt wird).

8.4 Kalibrieren des Antennen-Analysators

Dieses Kalibrierverfahren ist das korrekte Verfahren für neuere MFJ-259B's. Alle anderen Informationen sind hinfällig, da MFJ-259B Software unter der gleichen Modellnummer geändert worden ist, können einige abschließende Testschritte ungültig sein. Diese Schritte beziehen Parameter mit ein, die nicht auf der Anzeige erscheinen.

Stellen Sie die benötigten Lastwiderstände und eine Kopie des Bestückungsplanes bereit, der die Abgleichpunkte zeigt und lesen Sie die gesamte Anleitung.

8.5 Einstellungen

Dieses Gerät hat Gleichlauf- und Verstärkungseinstellungen für **V_z** , **V_s** und **V_r** . Die Gleichlaufeinstellungen erfolgen bei niedrigen Spannungswerten (low Bits). Die Einstellung der Verstärkung erfolgt bei hohen Spannungswerten (high Bits). Zusammen ergeben Sie einen eng tolerierten Gleichlauf der Detektorspannung mit der aktuellen Hf-Spannung.

Das Gerät hat auch Einstellmöglichkeiten für die Kalibrierung der Messinstrumente. Die analogen Messinstrumente haben meist Skalinearitätsprobleme, Sie sind ein wenig ungenauer als die Digitalanzeige. Diese Einstellungen beeinflussen nur die analoge Messinstrumentenanzeige. Die Messinstrumenteneinstellungen beeinflussen nicht die Display-Anzeige. Der Ruhestrom (bias) im HF-Verstärkerabschnitt ist justierbar. Diese Einstellung beeinflusst direkt den Oberwellenanteil des Ausgangssignals. Der Oberwellenanteil ist bei niedrigen Versorgungsspannungen und bei niedrigen Lastimpedanzen höher.

Überprüfen Sie den Oberwellenanteil wie weiter unten beschrieben mit einem $\frac{1}{4}\lambda$ Stub mit offenem Ende!!!

Ein zu hoher Anteil an Oberwellen kann verschiedene Fehler bei der Messung von frequenzselektiven Lasten verursachen, selbst wenn SWR -Tests mit einem Abschlusswiderstand einwandfrei aussehen. Lastwiderstände, die häufig auf durch Oberwellen hervorgerufene Fehler reagieren, sind jedoch nicht ausschließlich Antennentuner, Tankkreise, sehr kurze, resonante Antennen sowie Messungen von Fehlerortlängen in Kabeln und Stublängenmessungen. Wenn Stublängen plötzlich unsinnige Werte anzeigen, kann es eine Störung durch falsche Vorspannung sein.

Warnung: Kalibrieren Sie nie, um ein plötzliches auftretendes **Problem** zu lösen. Wenn sich plötzliche Spannungssprünge zeigen, ist das Problem meist eine defekte Detektordiode. Wenn das Messinstrument mit einer defekten Diode (Leckstrom) nachkalibriert wird, ist das Messinstrument meist **nicht** im korrekten Gleichlauf mit der Frequenz.

8.6 Werkzeuge und Ausrüstung:

- ☐ Kreuzschlitzschraubendreher (Phillipskopf) No. #2 und #1
- ☐ Digitalmultimeter oder genaues analoges Messinstrument für die Überprüfung der Versorgungs-Spannung.
- ☐ Ein Satz nichtmetallischer Abgleichwerkzeuge für Spulen sowie ein Satz kleiner Uhrmacherschraubendreher für die Einstellung der Potentiometer.
- ☐ Stabilisiertes Netzgerät, 12 Volt + / - 5% (11,4-12,6V)
- ☐ Empfänger mit durchgehendem Frequenzbereich und Pegelanzeige (S- Meter) oder Spektrum-Analysator (diese Geräte sind optional zur Anwendung des Stubs).
- ☐ ~10 MHz offener $\lambda/4$ Stub, 17,1 Feet (5,21m) hochwertiges HF-Kabel
RG- 213 mit einem UHF- Stecker an einem Ende, offen am anderen Ende
(nicht unbedingt benötigt bei Einsatz eines Analysators oder Empfängers)
- ☐ 2,2 Ω $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ W Metallfilmwiderstand (nicht benötigt bei Anwendung des Stubs)
- ☐ 1 Satz möglichst genauer Abschlusswiderstände:
 - a. UHF-Stecker mit Kurzschluss
 - b. UHF-Stecker mit 12,5 Ω Widerstand
 - c. UHF-Stecker mit 25 Ω Widerstand

- d. UHF-Stecker mit 50Ω Widerstand
- e. UHF-Stecker mit 75Ω Widerstand
- f. UHF-Stecker mit 100Ω Widerstand
- g. UHF-Stecker mit 200Ω Widerstand

Anmerkung: Die Abschlusswiderstände müssen mit Kohleschicht- oder Metallfilm-Widerständen 1% aufgebaut werden.

Benutzen Sie keine Widerstände mit großen Abmessungen.

Annehmbare Resultate werden erreicht, wenn Widerstände im Innern eines UHF-Steckers angebracht werden. Die idealen Lastwiderstände sind SMD-Präzisions-Widerstände, aber auch andere Bauarten sind brauchbar. Um einen bestimmten Wert zu erreichen, ist eine Parallelschaltung von zwei oder mehreren Widerständen brauchbar, aber nicht eine Reihenschaltung von mehr als zwei Widerständen!

Benutzen Sie nie große Widerstände, wie 1-Watt oder höher, es sei denn Sie sind absolut sicher, dass diese Typen reine Schichtwiderstände ohne Wendel und Kappen sind (sehr schwierig zu beschaffen). Da die Lastwiderstände benutzt werden, um die Bit-Anzahl bei kritischen Berechnungen einzustellen, ist der maximale Reaktanzfehler immer größer als die Genauigkeit der Kalibrierwiderstände. Ein 1-bit-Fehler bei der Kalibrierung (~ 0,4%) kann eine reaktive Last als Reaktanz darstellen.

Lastwiderstände zum schnellen Wechseln lassen sich mit SMD- Widerständen in BNC-Steckern aufbauen. (Siehe **Abschnitt 9.2.8**, **Abschnitt 10.1.1** und **Abschnitt 10.1.2**) Für den MFJ 259B benötigen Sie einen guten Adapter „UHF-Stecker auf BNC- Buchse“.

Anmerkung: Die Stromversorgung sollte mit der niedrigsten Betriebsspannung, bei der das Gerät noch funktioniert (11V), erfolgen. Verwenden Sie ein Netzteil mit stabilisierter Spannung von 11V. Sie können auch ein herkömmlichen, stabilisierten Netzgerät mit 13,8V verwenden, indem Sie einige Dioden in Reihe nachschalten. An Siliziumdioden fallen normalerweise über 0.6 V pro Diode ab. Vier oder fünf Dioden verringern die Spannung auf unterhalb 12 V.

Warnung: Der Wechselstrom-Adapter MFJ-1315, andere Steckernetzteile oder Batterien sollten **nicht** für die Abgleicharbeiten benutzt werden.

8.7 Abgleich-Schritte

8.7.1 Schritt-1: Sichtkontrolle

Achten Sie vor, während und nach der Kalibrierung auf lose oder fehlende Kleinteile. Ziehen Sie nicht an den Leitungen und lassen Sie nichts fallen. Halten Sie Ihren Arbeitsplatz sauber. Beachten Sie diese Hinweise während der gesamten Zeit, in der Sie das Gerät zerlegt haben!

8.7.2 Schritt-2: Batterie-Fach ausbauen

Dieser Schritt ermöglicht den Zugang zu den Trimpoti's und dem größten Teil der Abgleichspulen.

☐ entfernen der beiden Batterien an jedem Ende des Batterie-Fachs

- ☐ entfernen der beiden Schrauben (rechte und linke Seite) des Batterie-Fachs
- ☐ Batterie-Fach zur Seite legen, um die Anschlussleitungen zu entlasten.

Merken Sie sich das Bild des Platinen-Layouts, um die Lage der Abgleichpunkte festzustellen. (Siehe **Abschnitt 9.2.7**)

8.7.3 Schritt-3: Frequenzband-Überlappung

Jedes Band sollte das folgende Band überlappen, um eine lückenlose Abdeckung des Bereiches von 1.8 MHz bis 170 MHz sicherzustellen. Beobachten Sie die LCD Frequenz-Anzeige und wackeln Sie ganz leicht am Bereichsschalter. Beobachten Sie, ob sich dabei das Display oder die Anzeige der Messinstrumente ändert.

Prüfen Sie jedes Band wie folgt:

- ☐ 114 - 170 MHz: Oszillator lässt sich von unterhalb 114 MHz bis über 170 MHz abstimmen.
- ☐ 70 - 114 MHz: Oszillatorabstimmungsbereich von unterhalb 70 MHz bis über 114 MHz
- ☐ 27 - 70 MHz: Oszillatorabstimmungsbereich von unterhalb 27 MHz bis über 70 MHz
- ☐ 10 - 27 MHz: Oszillatorabstimmungsbereich von unterhalb 10 MHz bis über 27 MHz
- ☐ 4 - 10 MHz: Oszillatorabstimmungsbereich von unterhalb 4.0 MHz bis über 10.0 MHz
- ☐ 1.8 - 4 MHz: Oszillatorabstimmungsbereich von unterhalb 1.8 MHz bis über 4.0 MHz

Überprüfen Sie die Abstimmung auf tote Punkte (Aussetzer).

Überprüfen Sie während des Überlappungstestes mindestens bei dem niedrigsten und höchsten Band vorsichtig, ob tote Punkte auftreten. Die LCD Anzeige zeigt 000.000 MHz an, wenn ein toter Punkt auftritt.

Tote Punkte sind im Allgemeinen ein Hinweis auf einen defekten Abstimmkondensator (**TUNE**) oder einen defekten Bereichsumschalter (**FREQUENCY**).

Falls der Schalter Aussetzfehler zeigt, kann es sich um trockene oder schmutzige Kontakte oder schlechte Lötverbindungen handeln. Überprüfen Sie zuerst die Lötverbindungen. Wenn Sie den Schalter säubern und schmieren müssen, seien Sie sich bewusst, dass es eine schwierige Aufgabe ist. Die gesamte Platine muss von der Gehäusefrontseite abgehoben werden.

Schmutzige Bandschalter-Kontakte können mit Tuner-Reinigungs-Spray gesäubert werden. Der beste Platz zum Sprühen des Schalters ist von der Vorderseite (Wellenseite), rechts unter der Mutter. Sie müssen die Schalterteile und den Metallschalterhalter (Anschlag) unter der Mutter entfernen. Achten Sie darauf, dass der Anschlag wieder so montiert wird, wie er entfernt wurde. Besser Sie ersetzen den Schalter durch einen Neuen.

Um Probleme mit der Bereichsüberlappung zu beheben, lokalisieren Sie die entsprechende VFO-Spule (Siehe Abbildung der Spulen-Positionen **Abschnitt 9.2.7**). Beachten Sie, dass L1-L4 mit einem Ferritkern abgestimmt werden und dazu ein isoliertes Abgleichwerkzeug mit Sechskantkopf notwendig ist. Wenn Sie die falsche Größe oder einen abgenutzten Abgleichschlüssel benutzen, kann der Ferritkern zerbrechen!

Die Spulen L5 und L6 sind auf der Bauteilseite der Platine und werden durch Verbiegen abgestimmt (zusammendrücken der Windungen zur Frequenzverringern oder

auseinanderziehen zur Frequenzerhöhung). Führen Sie nur sehr kleine Korrekturen durch (besonders bei L5 und L6) und überprüfen Sie das jeweilige Band nach jeder Änderung. Überprüfen Sie auch das jeweils niedrigere Band nach jedem Nachgleich, um sicherzustellen, dass sich diese Einstellung nicht zu stark verändert hat.

Warnhinweis: VFO-Spulen **müssen** von der höchsten Frequenz zur niedrigsten Frequenz hin abgeglichen werden! (Reihenschaltung der Spulen) Der folgende höhere Bereich hat starken Einfluss auf den Abgleich des folgenden niedrigeren Bandes. Versuchen Sie nicht VFO-Spulen abzugleichen, es sei denn Sie haben Erfahrung mit VHF-LC-Schaltkreisen oder komplizierten Abgleichvorgängen.

8.7.4 Schritt-4: Oberwellenunterdrückung / Vorspannung (bias)

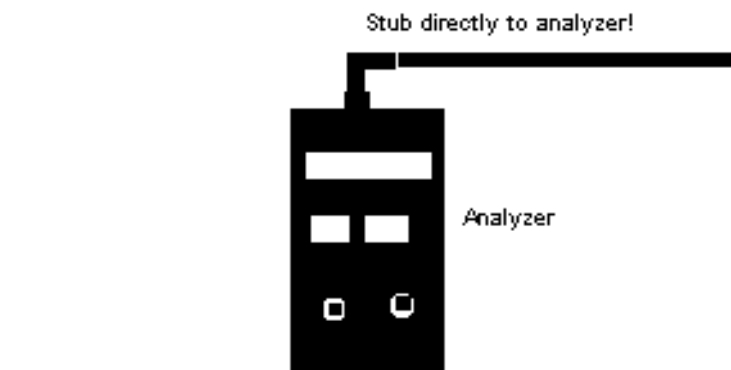
Schließen Sie den Analysator genau so an, wie unten gezeigt.

Der Wellenwiderstand des Kabels zum Messgerät sollte mit der Impedanz des Messgerätes übereinstimmen (50Ω)

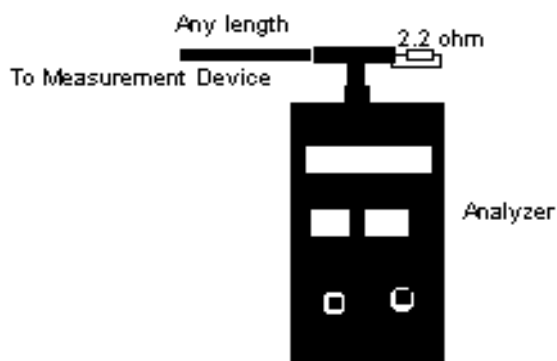
Das „T“-Stück muss entweder direkt am Analysator angeschlossen werden oder max. wenige Zentimeter entfernt.

Die Stromversorgung muss die niedrigste Betriebsspannung eingestellt werden, bei der das Gerät noch funktioniert (11V).

Die Messvorrichtung sollte gut abgeschirmt werden und keine nennenswerten Änderungen am Analysator anzeigen, wenn das „T“-Stück vom Analysator getrennt wird.



Test Setup Using Internal $\frac{1}{2}$ for Harmonics



Test Setup using External Analyzer and resistor for Harmonics

8.7.5 Schritt-5: Oberwellenunterdrückung (Vorspannung R84)

Diese Einstellung verringert Oszillator-Oberwellen, die zu falschen Messwerten bei verschiedenen Lastbedingungen führen können.

Warnung: Falsche Einstellung von **R84** zeigt sich nicht beim Test mit resistiven Widerständen (ohmsche Widerstände ohne Blindanteil)!!!
Das Gerät ist scheinbar richtig kalibriert, zeigt aber bei Messungen von Stublänge, Fehlerort und in anderen, frequenzabhängigen Funktionen falsche Werte.

Wenn **R84** richtig eingestellt wird, sollte eine Oberwellenunterdrückung von -30 bis -35dBc über dem größten Teil des Abstimbereiches des Analysators möglich sein. Diese spezielle Einstellung muss mit der niedrigsten Betriebsspannung, bei der das Gerät noch einwandfrei funktioniert, erfolgen (11V).

Zur korrekten Einstellung ist eine stabilisierte Stromversorgung notwendig.

Verwenden Sie **nie** ein Steckernetzgerät oder eine Stromversorgung mit einer Spannung größer 11,5 V, wenn Sie diesen Abgleich vornehmen. Ein kalibrierter Spektrumsanalysator eignet sich hervorragend für die Überwachung des Oberwellenanteils der Ausgangsspannung, aber ein gut abgeschirmter Empfänger mit Feldstärkeanzeige (S-Meter) kann auch verwendet werden. Der Empfänger **muss** mit einem korrekten Abschlusswiderstand an den Analysator angeschlossen werden (wie ein Spektrumsanalysator), und das T-Stück und der Widerstand müssen direkt an der Analysatorbuchse angeschlossen werden. Wenn Sie weder über einen hochwertigen Empfänger oder Spektrumanalysator verfügen, arbeiten Sie mit einem Stub.

Beachten Sie den Prüfschritt **V_z** des MFJ Analysators. Der Prüfschritt **V_z** zeigt den groben Wert der gesamten Oberwellenspannung an, wenn der Analysator auf die genaue Resonanzfrequenz des Stubs eingestellt wird.

Die Eingabe des Testmodus wird bei der Detektor-Kalibrierung beschrieben (**Schritt 6**).

- a) Schließen Sie einen am Ende offenen 17,1 Feet (5,21m) RG 213 Stub oder einen Abschlusswiderstand von 50Ω und ein Messgerät (Spektrum-Analysator oder Messempfänger) an den Anschluss **ANTENNA** und stimmen Sie den Analysator auf ungefähr 10 MHz ab.
- b) (Beachten Sie nur Stub und der internen **V_z**): Beobachten Sie **V_z** auf dem Display (Analysatortestmodus), verändern Sie die Frequenz, bis die niedrigste Grundfrequenz-Anzeige (oder die niedrigste Impedanz) erreicht wird. Sie sollten deutlich sehen, dass die Grundfrequenz-Ausgangsspannung des MFJ Analysators (**V_z**) eine tiefe Nullstelle hat.
- c) Beobachten Sie die Frequenzanzeige des Analysators. Dieses ist die ungefähre Resonanzfrequenz des Stubs und damit die Testfrequenz.
- d) Prüfen Sie die zweite Harmonische auf dem Spektrum-Analysator, ohne die Frequenzeinstellung zu ändern. Diese Harmonische hat die doppelte Frequenz der auf dem MFJ- Display angezeigte Frequenz.
- e) Stellen Sie mit **R89** am Messempfänger den niedrigsten Pegelwert der 2. Harmonischen ein, den niedrigsten **V_z** Test-Menü Messwert am MFJ Analysatorfrequenz oder auf den niedrigsten Oberwellenpegel auf dem Spektrum-Analysator. Seien Sie **sicher**, dass der Grundfrequenzpegel beim Spektrum-Analysator auf der Nullstelle liegt.

Warnung: Wiederholen Sie die Schritte (b) bis (e) mindestens einmal, bis Sie sich auf die Anzeige **V_z** verlassen können. Der ursprüngliche Nullpunkt jedes Stubs verschiebt sich, wenn es eine erhebliche Verringerung der Oberwellen gibt, nachdem **R89** justiert ist. Die ursprüngliche Stub-Frequenz, wie bei (c) beobachtet, ändert sich vermutlich etwas. Es ist **nicht** notwendig das nachzuprüfen, wenn man einen Test mit Widerstandslast an einem hochwertigem Spektrum-Analysator oder Messempfänger durchführt. Mit einem Widerstand ist die genaue Testfrequenz **nicht** kritisch.

Anmerkung: Wenn Sie nur einen einfachen Spektrum-Analysator oder Empfänger mit begrenzten Dynamikwerten haben, benutzen Sie einen Stub mit dem Spektrumanalysator oder Empfänger anstelle eines $2,2\Omega$ -Widerstandes. Wenn Sie einen hochwertigen Spektrumanalysator oder Empfänger (mindestens mit einem Dynamikbereich von 50dB) haben, benutzen Sie einen $2,2\Omega$ induktionsfreien Widerstand anstatt des Stubs, da der Abgleich mit einem Widerstand einfacher und genauer ist.

8.7.6 Schritt 6: Detektor-Kalibrierung

Diese kritische Reihenfolge kalibriert die A/D-Umwandlung für verschiedene Last-Zustände. Wenn Sie wissen, dass ihr Gerät verstimmt wurde, stellen Sie die Regler **R88**, **R89** und **R90** in ihre Mittelpositionen, bevor Sie fortfahren.

Wenn Sie irgendwelche Regler total verdrehen müssen, haben Sie entweder einen falschen Lastwiderstand angeschlossen oder der Analysator hat eine defekte Detektordiode.

Zur Vorbereitung der Detektorabgleich-Prozedur stellen Sie den Analysator in den Test-Modus. Die Eingabe des Testmodus kann bei einigen Geräten etwas schwierig sein, man braucht dazu etwas Praxis.

Test-Modus eingeben:

- ☐ Gerät ausschalten
- ☐ **MODE**- und **GATE**-Tasten zusammen gedrückt halten und Gerät wieder einschalten
- ☐ Während die Anzeige hochläuft, langsam (ungefähr im Sekundetakt) die **MODE**- und **GATE**-Tasten abwechselnd betätigen.
- ☐ Der Analysator bestätigt den Testmodus (eventuell mehr als ein Versuch notwendig).
- ☐ Verschieben Sie mit der **MODE**-Taste das Display bis zur **R-S-Z**-Anzeige:

Anmerkung: Wenn Sie hinter die **R-S-Z**-Anzeige gehen, können Sie weiterhin **R-S-Z** sehen, indem Sie die **MODE**-Taste betätigen und halten.

10.000 MHZ ist die Arbeitsfrequenz der Rxxx Sxxx Zxxx –Messung.

10,000MHz
Rxxx Sxxx Zxxx

- ☐ Abstimmen des Analysators auf ungefähr 10.000 MHz
- ☐ Lassen Sie die Antennenbuchse offen.

- ☐ Abgleich **R72** auf **Z=255**
- ☐ Antennenbuchse kurzschließen
- ☐ Abgleich **R73** auf **S=255**
- ☐ Abschlusswiderstand **12,5Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ Abgleich **R90** auf **Z=051**
- ☐ Abgleich **R53** auf **R=153**
- ☐ Abschlusswiderstand **200Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ Abgleich **R88** für **S=051**
- ☐ Abgleich **R72** für **Z=204**
- ☐ Abschlusswiderstand Widerstand **75Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ Abgleich **R89** für **R=051**

Wichtiger Hinweis: Die kleinen 1-Gang-Trimpotis sind empfindlich einzustellen und die erforderlichen Werte nicht immer sofort zu erreichen. Wenn die angegebenen Messwerte nicht sofort erreicht werden, wiederholen Sie die Reihenfolge ein zweites Mal (Genauigkeit ist hier erforderlich!!!). Wenn die Reihenfolge komplett ist, schalten Sie den Analysator aus, um den Test-Modus zu beenden.

Beachten Sie besonders die Werte der Bits von **V_z** und **V_s**. Wenn die Summe dieser Werte 255 mit einer Widerstandslast übersteigt, zeigt der Analysator Reaktanz an.

8.7.7 Schritt 7: Zusammenbau

Achtung!!! Vor dem Zusammenbau sollte die Kalibrierung überprüft werden. (Siehe Abschnitt 9)

- ☐ Schrauben Sie die Batteriehalterung wieder an
- ☐ Kontrollieren Sie, ob die Brücke (Jumper) für die Art der benutzten Batterien richtig eingestellt ist. (Bei eingelegten Akkus sperren für Alkali-Batterien).
- ☐ Schließen Sie die Abdeckung wieder, der Abgleich ist jetzt beendet.
- ☐ Kalibrier-Checkliste
- ☐ Erstellen Sie eine Kopie und überprüfen Sie jeden Punkt in der Kalibrier-Liste.

9. Überprüfung der Kalibrierung

9.1 Überprüfung ohne Blindwiderstände

9.1.1 Schritt 1: Anzeige Test und analoger Messinstrument-Kalibrierung

Diese Schritte überprüfen die Kalibrierung der Messinstrumente und die der LCD Displayinformation.

Schalten Sie das Gerät aus und wieder ein und gehen Sie in den Real-Imaginär-Impedanz-Modus "R-X". Anzeigen $\pm 10\%$ vom Messwert oder $\pm 5\Omega$ der Display-Anzeige liegen innerhalb der Gerätespezifikation. Normalerweise sind die digitalen Messwerte bei korrekter Detektorkalibrierung einwandfrei. Analoge Messinstrumentenanzeigen können bis zu 20% Toleranz bei bestimmten Lasten erreichen.

- ☐ Abschlusswiderstand **75 Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ Überprüfen Sie die Anzeige von **R = 75, X = 0** auf dem LCD - Display ($\pm 10\%$)
- ☐ Abschlusswiderstand Widerstand **50 Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ Überprüfen Sie die Anzeige von **R = 50, X = 0** auf dem LCD - Display ($\pm 10\%$)

- ☐ Abgleich **R67** für einen Messwert 50 auf dem analogen Impedanz-Messinstrument
- ☐ Überprüfen Sie die Anzeige von 1.0 auf dem analogen SWR Messinstrument (kein Ausschlag).
- ☐ Lassen Sie die Antennenbuchse offen.
- ☐ Überprüfen Sie die Anzeige von > 400 auf dem analogen Impedanz-Messinstrument **Z**.
- ☐ Abschlusswiderstand **100 Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ Überprüfen Sie die Anzeige von **R = 100, X = 0** auf dem LCD - Display ($\pm 10\%$)
- ☐ Überprüfen Sie die Anzeige von 100 auf dem analogen Impedanz-Messinstrument **Z** (ungefähr).
- ☐ Abgleich **R56** für einen Messwert von 2 auf dem analogen **SWR** Messinstrument.
- ☐ Abschlusswiderstand **12,5 Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ Überprüfen Sie die Anzeige von 4 **SWR** auf der LCD Anzeige (3.8-4.2 ist o.k.)
- ☐ Überprüfen Sie die Anzeige > 3 auf dem analogen **SWR** Messinstrument.
- ☐ Abschlusswiderstand **200 Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ Überprüfen Sie die Anzeige von 4 **SWR** auf der LCD Anzeige (3.8-4.2 ist o.k.)

- ☐ Überprüfen Sie die Anzeige > 3 auf dem analogen **SWR** Messinstrument.

9.1.2 Schritt 2: Überprüfung des Kapazitäts-Modus

Wenn Sie einige Präzisions-Kondensatoren haben, können Sie die Kalibrierung zwischen den Werten 100pF und 5000 pF überprüfen.

Lesen Sie die Details der Kondensatormessung in **Abschnitt 4.4**.

- ☐ Keinen Abschlusswiderstand anschließen.
- ☐ Schalten Sie in den „**Capacitance**“-Modus.
- ☐ Stellen Sie den VFO auf 70 MHz.
- ☐ Überprüfen Sie die Anzeige von 4pF - 6 pF auf der LCD Anzeige.

9.1.3 Schritt 3: Überprüfung des Frequenzzählers

Diese Schritte überprüfen die Genauigkeit des Frequenzzählers.

Beachten Sie, dass der Taktgeber des Zählers nicht für den Benutzer zugänglich ist, daher gibt es hier keine Einstellungen. Um diesen Test durchzuführen, verwenden Sie einen HF-Generator und einen genauen Vergleichs-Zähler oder bringen Sie den Analyzer mit einem Empfänger auf Schwebungsnul bei einer genau bekannten Frequenz.

Der im Originaltext angegebene WWV-Test ist in Europa nur bedingt anwendbar.

- ☐ Speisen Sie beide Zähler parallel aus dem HF-Generator und die vergleichen Sie die Anzeigen.
- ☐ Die Abweichung sollte ± 5 kHz nicht überschreiten.

9.1.4 Schritt 4: Überprüfung des „Advanced“ Modus

Diese Reihenfolge überprüft den Advanced Modus des Analysators.

Schalten Sie in den „**Advanced**“-Modus:

- ☐ Gerät ausschalten
- ☐ **MODE**- und **GATE**-Tasten zusammen gedrückt halten und Gerät wieder einschalten
- ☐ Überprüfen Sie, ob „**Advanced**“ auf dem LCD- Display erscheint.
- ☐ Lassen Sie die Antennenbuchse offen.
- ☐ Stellen Sie den VFO auf >170 MHz (oberes Ende des Bereiches)
- ☐ Überprüfen Sie, ob $Z = >650 \Omega$ mit etwa 90° Phase angezeigt wird.
- ☐ Schließen Sie den offenen RG213-Stub an die Antennenbuchse an.
- ☐ Stellen Sie den VFO auf **Z**-Minimum (etwa 10 MHz) ein.

- ☐ Überprüfen Sie, ob **Z**-min = 0...2Ω angezeigt wird.
- ☐ Abschlusswiderstand 50Ω auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ Stellen Sie den VFO auf 1,8 MHz ein.
- ☐ Überprüfen Sie, ob **Z**-min = 0...2Ω angezeigt wird.
- ☐ Überprüfen Sie, ob **Z** = 50Ω, Phase = 0° und SWR = 1 (±10%) angezeigt wird.
- ☐ Schalten Sie in den **Return loss**- Modus
- ☐ Überprüfen Sie, ob RL => 42 dB, p = 0, SWR = 1 (±10%) angezeigt wird.
- ☐ Schalten Sie in den **Match efficiency**-Modus (Wechsel mit „DTF“-Modus)
- ☐ überprüfen ME = ~ 100% (ungefähr)
- ☐ **MODE**- und **GATE**-Tasten zusammen gedrückt halten, um wieder in den **Main**-Modus zu gelangen.
- ☐ Abschlusswiderstand entfernen und überprüfen, ob **Z** = > 650 auf dem LCD- Display-Angezeigt wird.

Ende der Überprüfung.

9.2 Kalibrier- Checkliste

9.2.1 Vorbedingungen

- ☐ Gerät und Batterien sind in Ordnung.

9.2.2 Oberwellen- Unterdrückung

- ☐ Oberwellen-Unterdrückung -35 dBc oder besser.
- ☐ Alle Bänder haben genügende Überlappung

9.2.3 Binäre Kalibrierung: 10 MHz

- ☐ Antennenbuchse: **offen**
- ☐ **R72** für **Z=255**
- ☐ Antennenbuchse: Kurzschluss
- ☐ **R73** für **S=255**
- ☐ Abschlusswiderstand **12,5Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ **R90** für **Z=051**
- ☐ **R53** für **R=153**
- ☐ Abschlusswiderstand **200Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ **R88** für **S=051**
- ☐ **R72** für **Z=204**
- ☐ Abschlusswiderstand **75Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ **R89** für **R=051**
- ☐ Abschlusswiderstand **12,5Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ **R90** für **Z=051**
- ☐ **R73** für **S=204**
- ☐ **R53** für **R=153**
- ☐ Abschlusswiderstand **200Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ **R88** für **S=051**
- ☐ überprüfen **Z=204**
- ☐ Abschlusswiderstand **75Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ **R89** für **R=051**

Analoge Kalibrierung: 10 MHz, Werte $\pm 10\%$ (9,9 - 10,1MHz)

- ☐ Abschlusswiderstand **75 Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ überprüfen, **R** = 75, **X** = 0
- ☐ Abschlusswiderstand **50 Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ überprüfen, **R** = 50, **X** = 0
- ☐ überprüfen, ob **R67** für Anzeige 50 auf dem analogen Impedanz-Messinstrument **Z** einstellt
- ☐ überprüfen, ob 1.0 auf dem analogen **SWR** Messinstrument angezeigt wird
- ☐Antennenbuchse: **offen**
- ☐überprüfen, ob > 400 auf dem analogen Impedanz-Messinstrument **Z** angezeigt wird
- ☐ Abschlusswiderstand **100 Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐überprüfen, ob **R** = 100, **X** = 0
- ☐überprüfen, ob 100 auf dem analogen Impedanz-Messinstrument **Z** angezeigt wird
- ☐ **R56** für 2 auf dem analogen **SWR** Messinstrument
- ☐ Abschlusswiderstand **12,5 Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐überprüfen, ob 4 auf der LCD-Anzeige (3.8-4.2) angezeigt wird
- ☐ Abschlusswiderstand **200 Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐überprüfen, ob 4 auf der LCD-Anzeige (3.8-4.2) angezeigt wird
- ☐überprüfen, ob > 3 auf dem analogen **SWR** Messinstrument angezeigt wird

9.2.4 Überprüfung des Kapazitäts-Modus

- ☐Keinen Abschlusswiderstand anschließen.
- ☐Stellen Sie den VFO auf 70 MHz.
- ☐Schalten Sie in den „Capacitance“-Modus.
- ☐Überprüfen Sie die Anzeige von 4pF-6 pF auf der LCD Anzeige.

9.2.5 Überprüfung des Frequenzzählers

- ☐Frequenzzähler o.k.

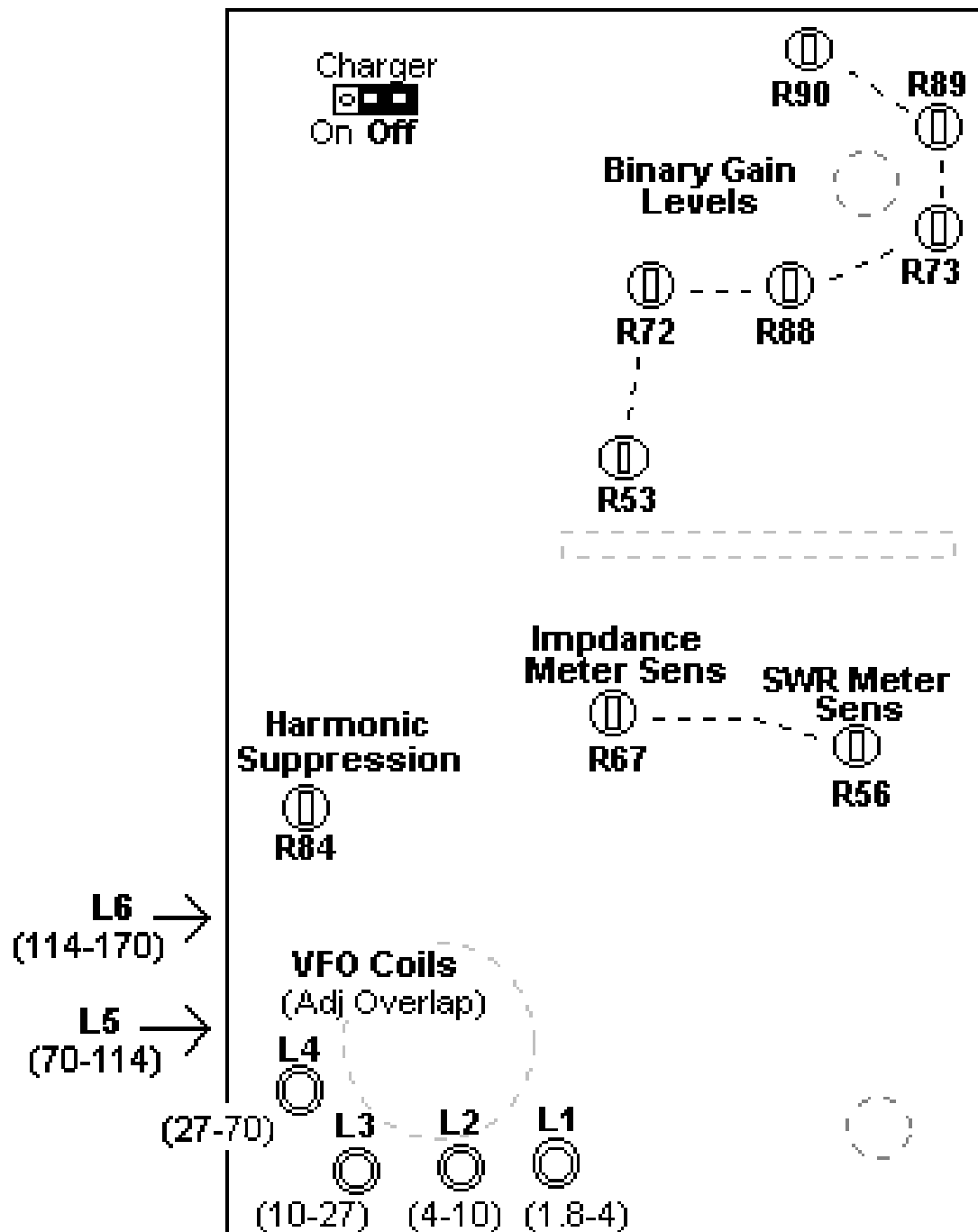
9.2.6 Überprüfung des „Advanced“ Modus

- ☐Stellen Sie den VFO auf >170 MHz (oberes Ende des Bereiches)

- ☐ Überprüfen Sie, ob **Z** = $>650\Omega$ mit etwa 90° Phase angezeigt wird.
- ☐ 3 Fuß (ca. 1m) RG58 auf die Antennenbuchse stecken
- ☐ Stellen Sie den VFO auf **Z**- Minimum (etwa 150 MHz) ein.
- ☐ Überprüfen Sie, ob bei **Z**-min = $0...2\Omega$ angezeigt wird.
- ☐ Abschlusswiderstand **50 Ω** auf die Antennenbuchse stecken.
- ☐ Stellen Sie den VFO auf 1,8 MHz ein.
- ☐ Überprüfen Sie, ob **Z** = 50Ω , **Phase** = 0° und **SWR** = 1 angezeigt wird.
- ☐ Schalten Sie in den **Return loss** -Modus
- ☐ Überprüfen Sie, ob **Return loss** = >42 dB, **p** = 0, **SWR** = 1 ($\pm 10\%$) angezeigt wird.
- ☐ Schalten Sie in den **Match efficiency**-Modus (Wechsel mit „DTF“-Modus)
- ☐ überprüfen **ME** = $\sim 100\%$ (ungefähr)
- ☐ **MODE**- und **GATE**-Tasten zusammen gedrückt halten, um wieder in den **Main**-Modus zu gelangen.
- ☐ Abschlusswiderstand entfernen und überprüfen, ob **Z** = > 650 auf dem LCD-Display angezeigt wird.

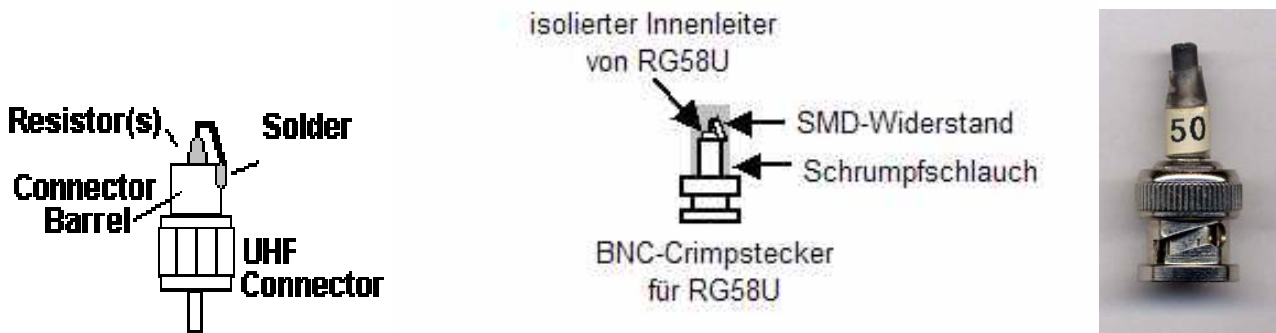
Ende der Überprüfung.

9.2.7 Lageplan der Abgleichpunkte (Trimpoti's und Spulen)



L5 und L6 sind Luftspulen, die durch auseinanderziehen (Frequenz höher) oder zusammendrücken (Frequenz niedriger) abgeglichen werden.

9.2.8 Aufbau der Prüfabschlusswiderstände



Widerstände vollständig im Stecker anbringen (Leitungslänge = Null).

Benutzen Sie Präzisionswiderstände 1%, Kohleschicht oder Metallfilm $\frac{1}{8}$ - oder $\frac{1}{4}$ -Watt

- a. $12.5\Omega = 4 \text{ Stck. } 50\Omega \text{ parallel oder } 15\Omega \text{ und } 82\Omega \text{ parallel}$
- b. $25\Omega = 33\Omega \text{ und } 100\Omega \text{ parallel}$
- c. $50\Omega = 49.9\Omega \text{ oder } 100\Omega \text{ und } 100\Omega \text{ parallel}$
- d. $75\Omega = 75\Omega \text{ oder } 150\Omega \text{ und } 150\Omega \text{ parallel}$
- e. $100\Omega = 100\Omega$
- f. $200\Omega = 200\Omega \text{ oder } 100\Omega + 100\Omega \text{ in Reihe}$

9.2.9 Wichtige Anmerkung

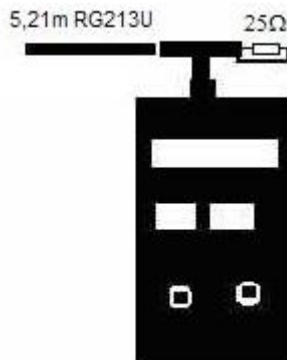
Diese einfachen HF-Lasten sind nicht für SWR-Überprüfungen über 30 MHz geeignet. Im VHF-Bereich sollten nur Präzisions- Abschlusswiderstände verwendet werden und auch dann können einige Störungen auftreten. Die SMD-Widerstände mit dem BNC-Stecker sind problemlos bis 170MHz brauchbar.

Der MFJ-259B kompensiert nicht die Stoßstelle des Steckerwiderstands oder die Fehler der elektrischen Verbindung (Kabel) zwischen der externen Last und der Brücke innerhalb des Messgerätes.

9.3 Überprüfung des Abgleichs einschließlich Blindkomponenten.

Bisher wurde nur mit realen Abschlusswiderständen abgeglichen. Zur Überprüfung des gesamten Abgleichs erfolgt nun ein Abschluss mit Blindkomponente.

Der Abschluss besteht aus einem realen Widerstand von 25Ω , einem T-Stück und einem 17,1 Feet = 5,21m langem Koaxkabel RG213U. Aufbau siehe Abbildung.



In folgender Tabelle sind die rechnerischen Werte für den Messaufbau.

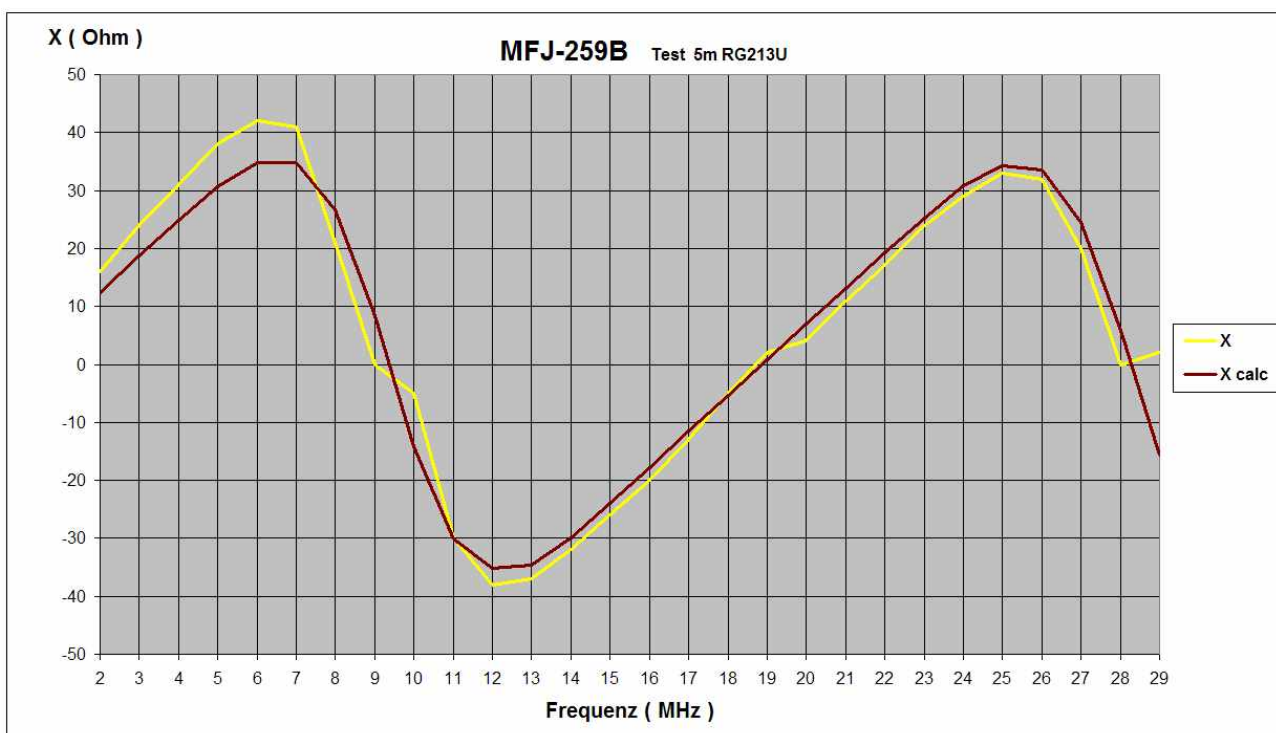
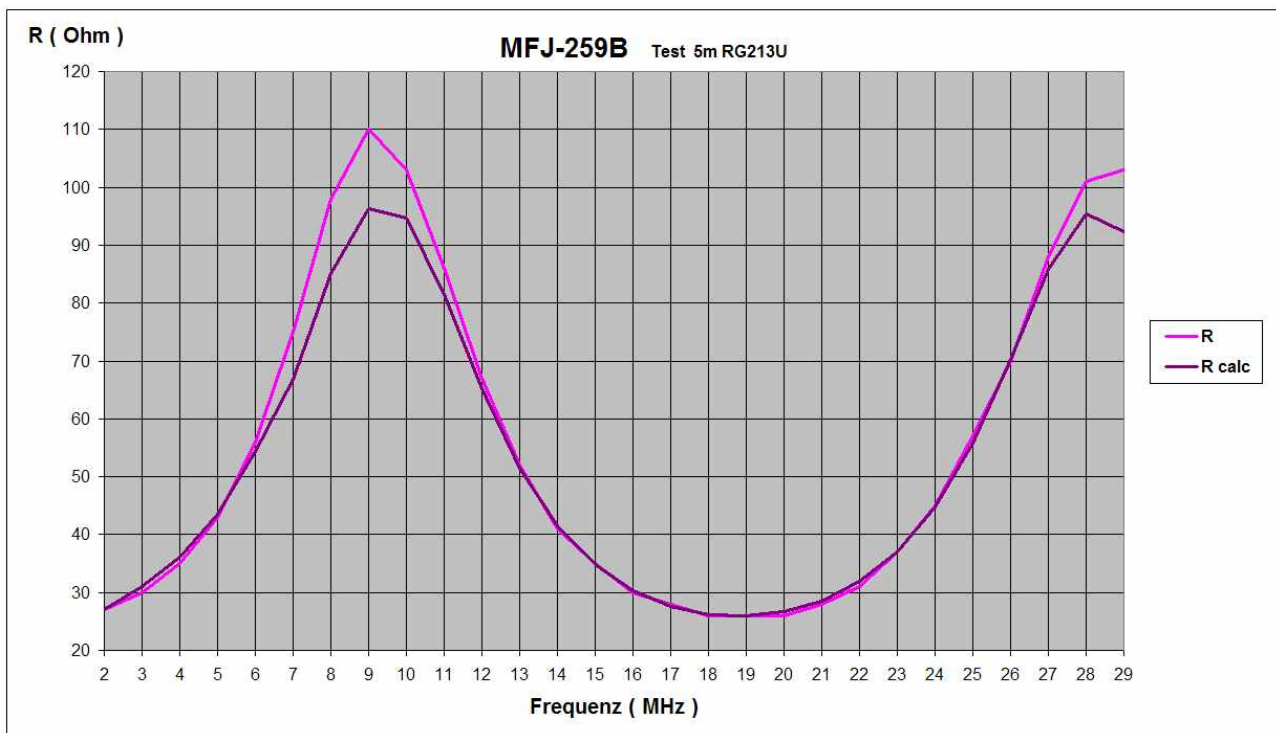
Abschluß 25Ω , 5,21m RG213U

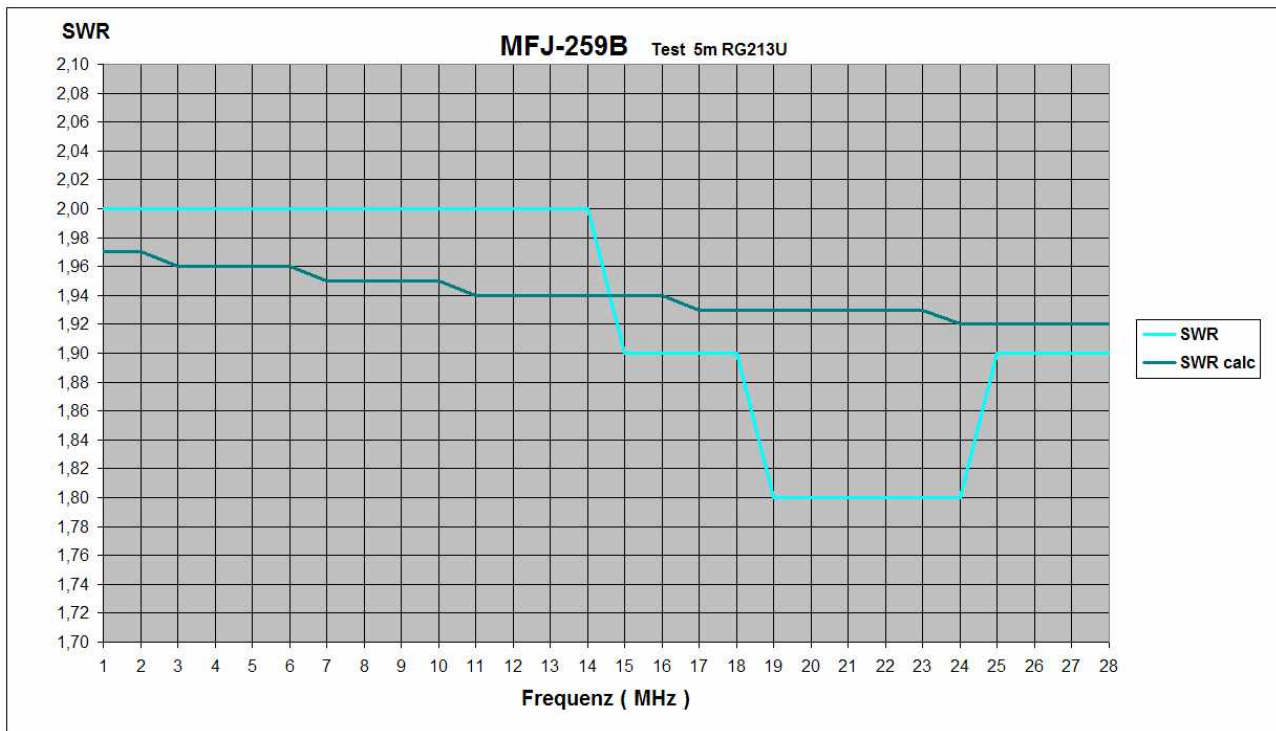
Freq. (MHz)	R (Ohms)	X (Ohms)	SWR	Z (Ohms)
2	27,6	12,4	2,0	30,3
3	30,7	18,7	2,0	35,9
4	35,6	25,0	2,0	43,4
5	42,9	30,7	2,0	52,7
6	53,4	34,9	1,9	63,8
7	67,7	35,2	1,9	76,3
8	83,8	27,7	1,9	88,2
9	95,3	10,9	1,9	95,9
10	94,4	-12,1	1,9	95,2
11	82,0	-28,5	1,9	86,7
12	66,0	-34,8	1,9	74,6
13	52,4	-33,9	1,9	62,4
14	42,4	-29,6	1,9	51,7
15	35,6	-23,8	1,9	42,8
16	30,6	-17,0	1,9	35,0
17	28,2	-11,5	1,9	30,4
18	26,7	-5,4	1,9	27,2
19	26,3	0,6	1,9	26,3
20	27,0	6,6	1,9	27,8
21	28,8	12,7	1,9	31,5
22	32,0	18,7	1,9	37,1
23	37,1	24,6	1,9	44,5
24	44,5	29,9	1,9	53,6
25	55,0	33,4	1,9	64,3
26	68,7	32,6	1,9	76,1
27	83,4	24,3	1,9	86,9
28	92,9	7,2	1,9	93,1
29	90,9	-13,0	1,9	91,8

Sie können an Hand der Tabelle prüfen, ob der Abgleich erfolgreich war und die rechnerischen Werte annähernd erreicht werden.

Im **LCD-Display** wird **R**, **X**, **SWR** angezeigt. Die Anzeige des **Z** erfolgt auf der **Analog-Anzeige**.

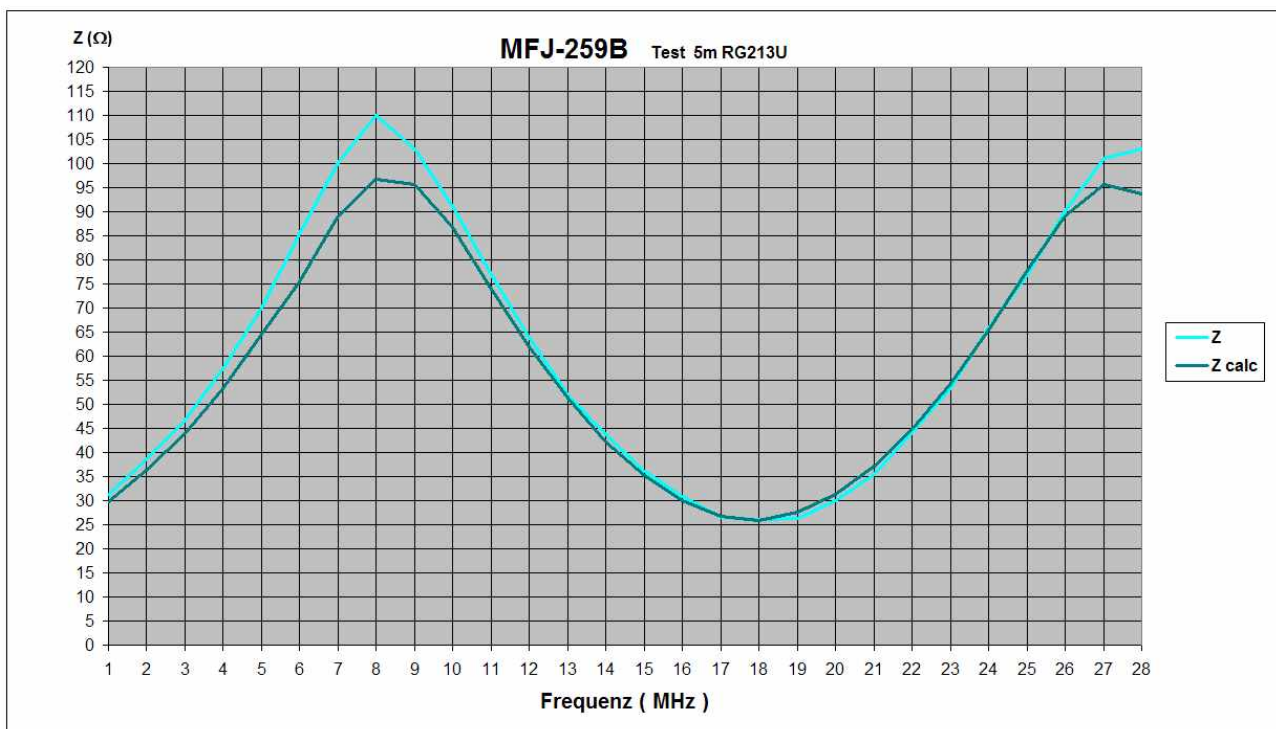
Hier ein Beispiel einer erfolgreichen Überprüfung als Diagramm:





Da das SWR nur mit einer Kommastelle angezeigt wird, ist $\pm 0,1$ normal.

Das **Z** errechnet sich mit folgender Formel: $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$



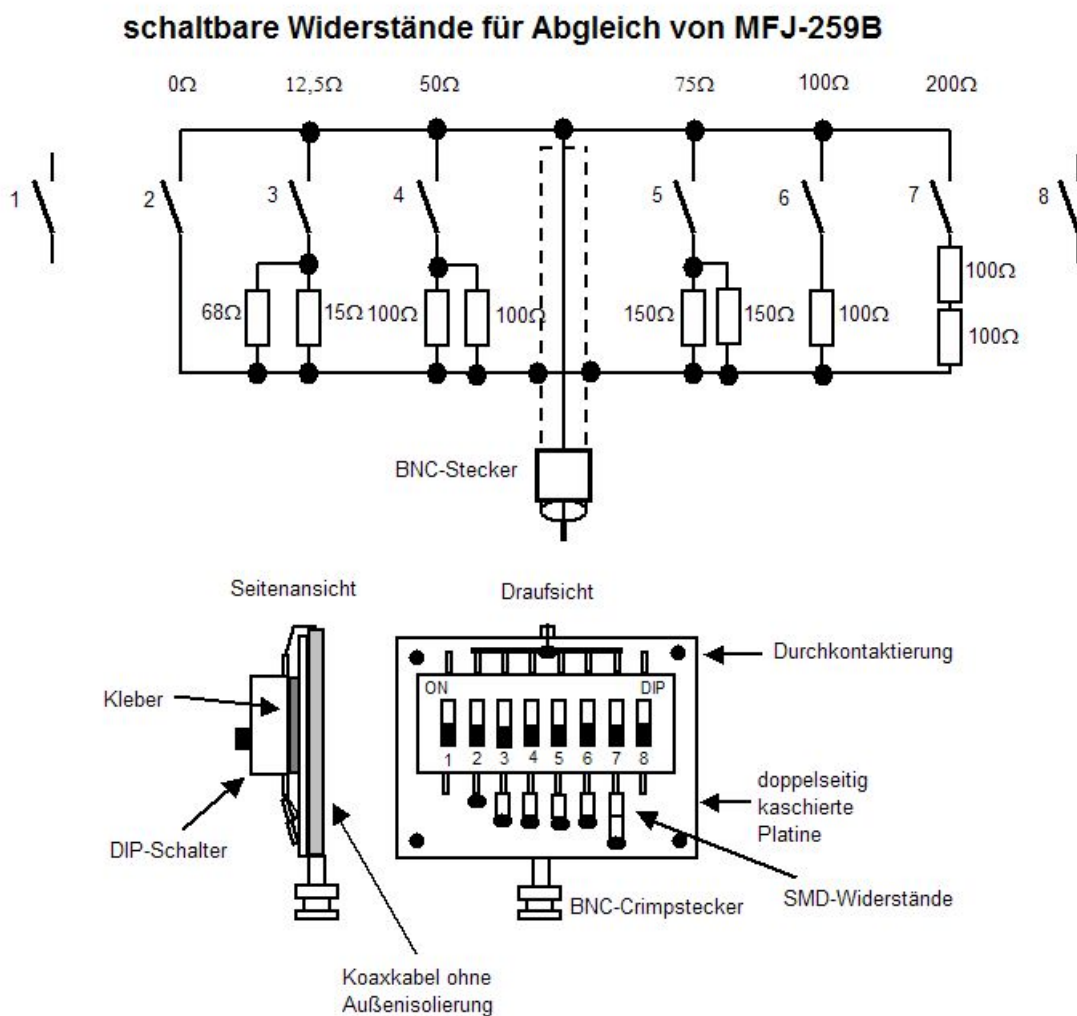
Sind die gemessenen und berechneten Werte nicht zufriedenstellend, so muss der Abgleich ab **Abschnitt 8.7** wiederholt werden.

10. Anhang

10.1 Hilfsmittel

10.1.1 schaltbare Widerstände

Um beim Abgleich des MFJ-259B nicht immer die einzelnen Abschlusswiderstände wechseln zu müssen, haben wir hier einen schaltbaren Widerstand aus SMD-Widerständen 1% und einem 8 pol. DIP-Schalter aufgebaut und anschließend zum Schutz der SMD-Widerstände mit Heißkleber vergossen. Hier die Schaltung und der Aufbau.



10.1.2 Adapter und Reihenwiderstand 50Ω.

Dieser besteht aus einem normalen BNC-Stecker und einer BNC-Buchse für Einlochbefestigung. Wird vom BNC-Stecker die 6-kant-Mutter entfernt, die zur Kontaktierung der Kabel-Abschirmung und zur Zugentlastung vorgesehen sind, so kann in das Innengewinde des Steckers das Außengewinde der Einloch-Buchse eingedreht werden. Somit müssen an den Innenleiter der Buchse nur 2 parallele 100Ω 1% SMD-Widerstände angelötet werden und an das andere Ende zentrisch der Innenleiter der BNC-Buchse. Anschließend vorsichtig die BNC-Buchse in den Stecker schrauben.

Reihenwiderstand



Schraubanschluss für BNC



Labor-Buchse für BNC



10.1.3 Balun 50 / 50Ω und Balun 50 / 200Ω

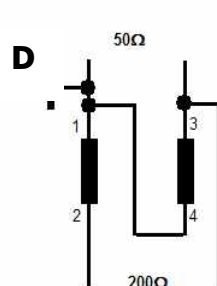
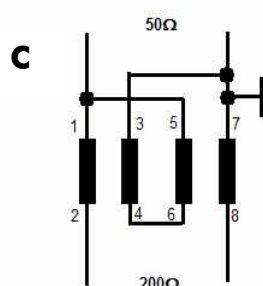
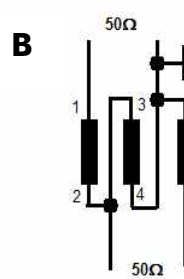
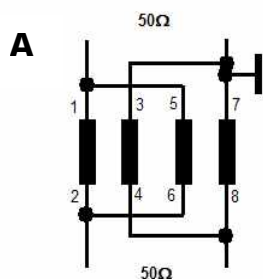
Hier ein einfacher Ringkern-Balun in einer Kleinbild-Filmdose.



Verschaltung der Wicklungen

Ausführung A

Ausführung D



Ringkern FT82-77

Schaltung A u. C mit 2x11Wdg, je 28cm lang
sym. Leitung Typ LEONI DACAR 254, 120Ω
2x0,3mm Φ Cu, Isolierung PE.
Leoni Kabel GmbH & Co. KG Nürnberg

Schaltung B mit 3x10Wdg verdreht, 30cm lang
Hf-Litze 0,6mm Φ

Schaltung D mit 21Wdg, 55cm lang
sym. Leitung Typ LEONI DACAR 254, 120Ω

Hier die Messwerte der Ausführungen **A** und **D**.

Ausführung A
Übertrager 1:1
50Ω / 50Ω

MHz	SWR	R	X	Z
0,06	1,0	68	0	68
0,1	1,0	59	0	59
0,25	1,0	53	0	53
0,5	1,0	52	0	52
1	1,0	52	0	52
1,8	1,0	52	0	52
3,5	1,0	52	0	52
7	1,0	53	0	53
10,1	1,1	53	2	53
14	1,1	55	5	55
18,1	1,2	58	6	58
21	1,2	60	6	60
24,9	1,2	63	6	63
28	1,3	65	5	65
30	1,3	67	3	67
50	1,5	86	0	86

Ausführung D
Übertrager 1:4
50Ω / 200Ω

MHz	SWR	R	X	Z
0,06	1,8	49	22	54
0,1	1,4	52	19	55
0,25	1,1	53	7	53
0,5	1,0	52	2	52
1	1,0	52	0	52
1,8	1,0	52	0	52
3,5	1,0	52	0	52
7	1,0	52	0	52
10,1	1,0	52	0	52
14	1,0	52	0	52
18,1	1,0	52	0	52
21	1,0	52	0	52
24,9	1,0	52	0	52
28	1,0	50	3	50
30	1,0	51	2	51
50	1,2	51	9	52

Bei der Ausführung **A** und **B** werden ähnliche Werte erreicht.

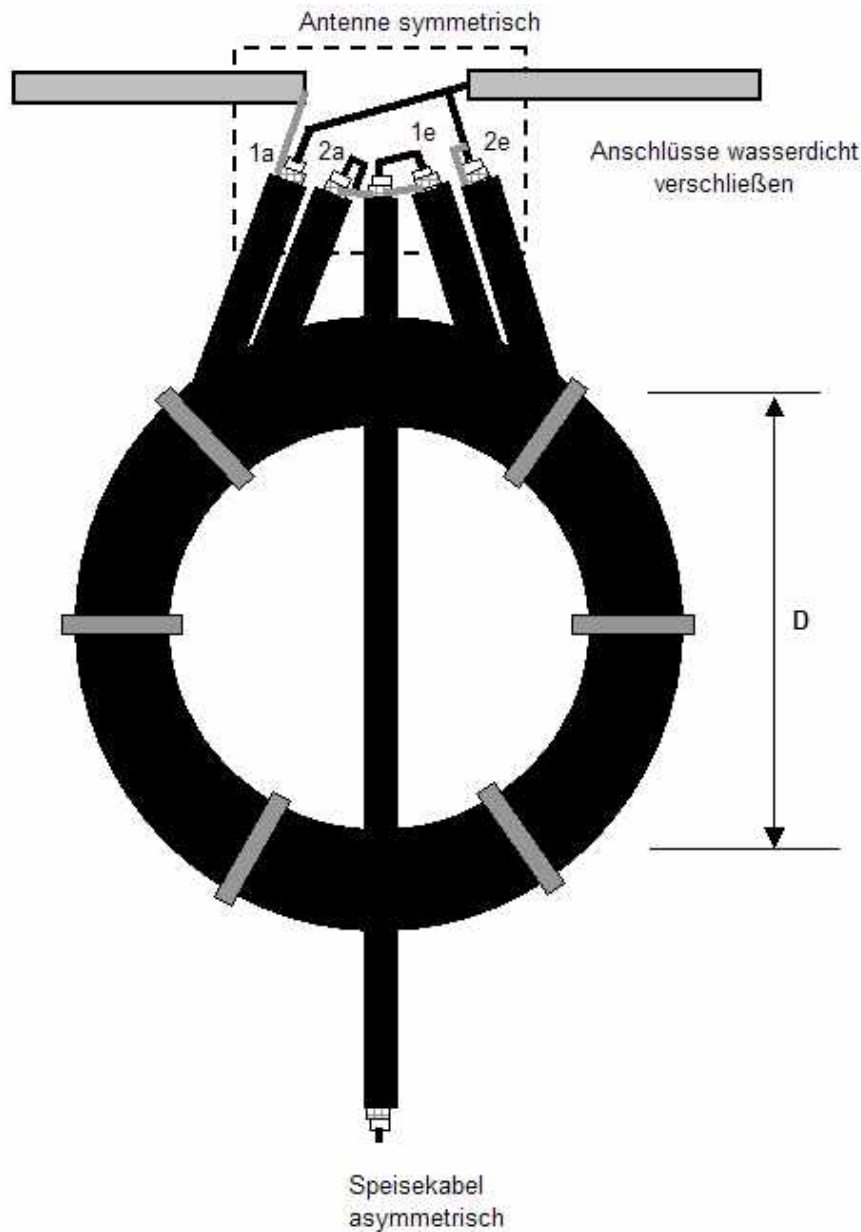
Bei der Ausführung **C** sind die Werte etwas schlechter wie in der Ausführung **D**.

Es ist wichtig nur Ringkerne mit AL-Werte > 1000 einzusetzen, da sonst der Blindanteil der Wicklungen zu groß wird. Je größer der AL-Wert, um so weniger Windungen werden benötigt. Der hier verwendete Ringkern FT82-77 mit einem AL-Wert von 1170 liegt schon an der unteren Grenze der Verwendbarkeit.

Ringkerne mit einem AL-Wert von ca.3000 sind ideal für die Anwendung.

10.2 Anpassung des Speisepunkts von Antennen

10.2.1 Koax-Balun 1:1 für KW



1a = Wicklung 1 Anfang
1e = Wicklung 1 Ende
2a = Wicklung 2 Anfang
2e = Wicklung 2 Ende

MHz	D [cm]	Wdg
1,8	15	2x4
3,5	15	2x3
7	15	2x3 / 2x2
10	15	2x3 / 2x2
14	15	2x3 / 2x2
18	15	2x2
24	15	2x2
28	15	2x2
50	12	2x2

Aufbau:

Zwei Stück Koaxkabel auf einen prov. Kern von ca. 12cm mittlerer Durchmesser gemeinsam wickeln und mit UV-festen Kabelbindern fixieren. Kern kann anschließend wieder entfernt werden. Wicklung 2 Innenleiter mit Schirm verbinden. (auf beiden Seiten) Koaxkabel wie in Zeichnung verschalten.

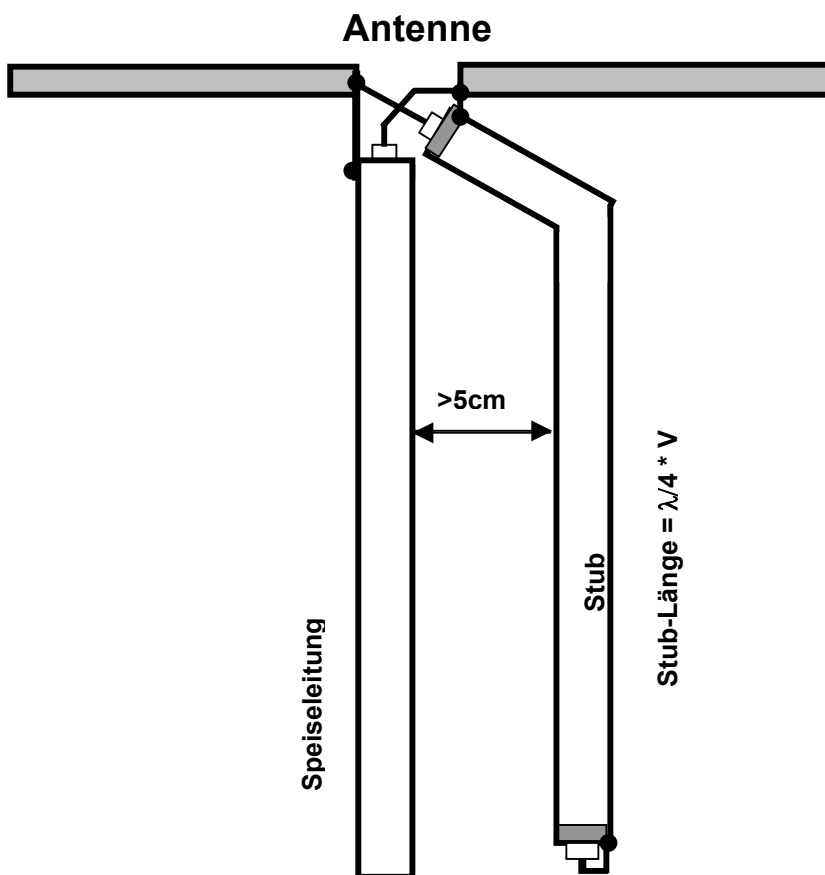
An Stelle von der Antenne einen 50Ω-Widerstand anschließen. SWR messen.

Wenn SWR ok dann Anschlüsse wetterfest verschließen.

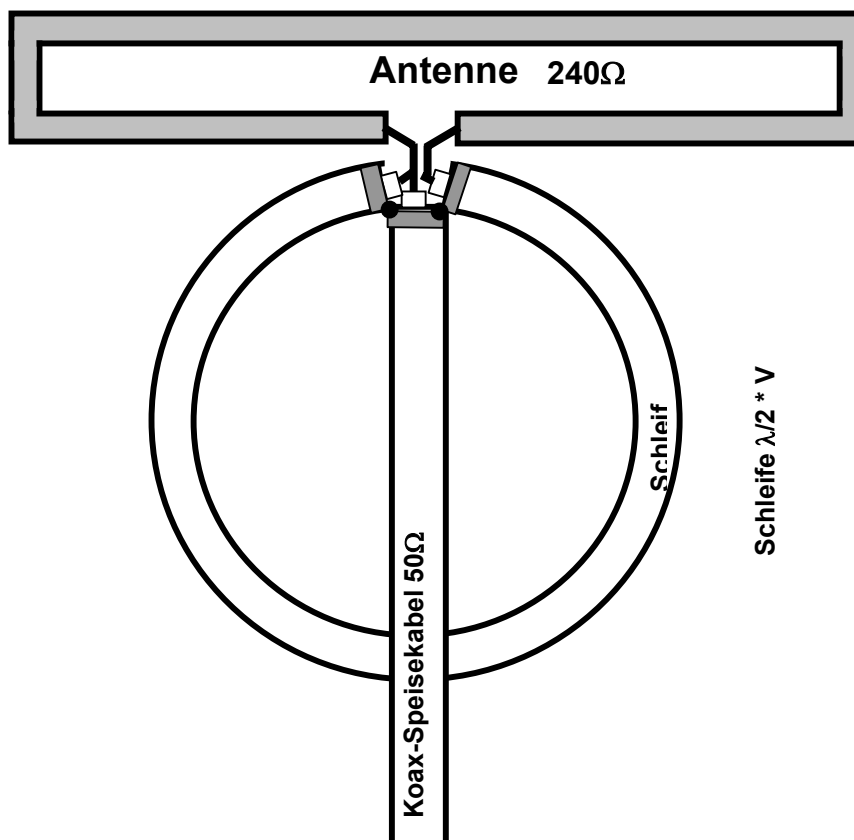
Balun mit 2x3 Windungen ist gut brauchbar von 3,5-14 MHz

Balun mit 2x2 Windungen ist gut brauchbar von 7-60 MHz

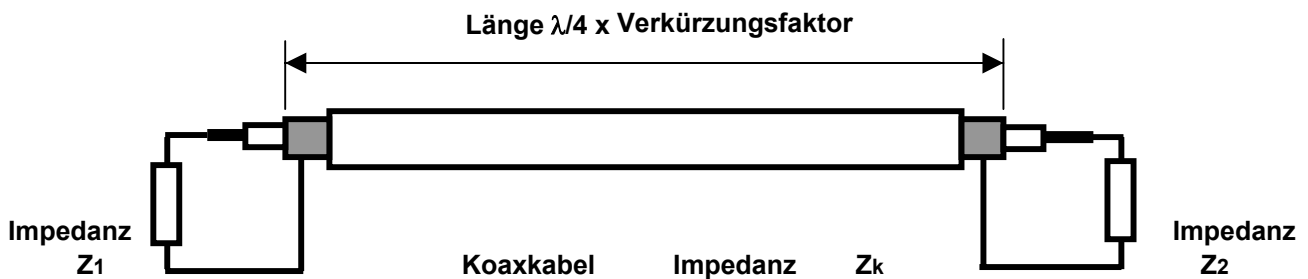
10.2.2 Symmetrier-Stub mit Koaxkabel



10.2.3 Impedanzanpassung und Symmetrierung mit Koaxkabel



10.2.4 Impedanz-Anpassung über $\lambda/4$ Koaxkabel



Z1 [Ohm]	Z2 [Ohm]	Zk [Ohm]
12,5	50	25,0
25	50	35,4
37,5	50	43,3
50	50	50,0
60	50	54,8
70	50	59,2
75	51	61,8
80	50	63,2
90	50	67,1
100	50	70,7
110	50	74,2
120	50	77,5

Z1 [Ohm]	Z2 [Ohm]	Zk [Ohm]
130	50	80,6
140	50	83,7
150	50	86,6
160	50	89,4
170	50	92,2
180	50	94,9
190	50	97,5
200	50	100,0
210	50	102,5
220	50	104,9
230	50	107,2
240	50	109,5

Um kleine Kabelimpedanzen zu erreichen können auch Koaxkabel parallel geschaltet werden.

Beispiel: Koaxkabel mit $37,5\Omega$ wird erreicht durch 2 Stck. Koaxkabel 75Ω parallel.
Koaxkabel mit 25Ω wird erreicht durch 2 Stck. Koaxkabel 50Ω parallel.

10.2.5 Mantelwellensperre

Beim **Strombalun** oder **Mantelwellensperre** handelt es sich um ein Gebilde, welches

A aus einem aufgewickelten Koaxkabel auf einem Ferritring besteht oder

B Ferrit über einem Koaxkabel oder

C um eine Spule aus gewickeltem HF-Leiterkabel.

Der Sinn dieses Gebildes ist, dass zwischen Antenne und Sender ein möglichst hoher Widerstand entsteht. Dieser isoliert HF-mässig den Ausgang vom Eingang und verhindert auf dem Speisekabel Ausgleichsströme die vor allem bei asymmetrischen Antennen auftreten können. Es erfolgt hierbei keinerlei Transformation.

Wird Strombalun oder Mantelwellensperre zwischen eine symmetrische Antenne und ein Koaxkabel geschaltet, so erfolgt eine automatische Symmetrierung, da nur die Differenzspannung zwischen dem Innenleiter und dem Mantel, ein Massenbezug jedoch durch den Sperrwiderstand aufgehoben wird.

Wird Strombalun oder Mantelwellensperre in ein Koaxkabel geschaltet wo Mantelwellen fließen, so wird durch den Sperrwiderstand der Mantelstrom abgeblockt. Daher der Name Strombalun oder auch Mantelwellensperre. Dies ist eine wichtige Eigenschaft zur Verhinderung von BCI und TVI.

Wenn eine symmetrische Antenne wie ein Dipol kapazitiv durch Gebäude oder Bäume unsymmetrisch beeinflusst wird ist deshalb ein Strombalun einem 1:1 Spannungsbalun

vorzuziehen, da der Strombalun sich der unsymmetrischen Belastung der Antenne automatisch anpasst und Mantelwellen verhindert.

Ausführung A

Es wird auf einen Ferrit-Ringkern ein Koaxkabel gemäß beiliegender Abbildung aufgewickelt.

Leistung 100 Watt

Ringkern Amidon FT140-43, 2 mal 6 Windungen RG58

Leistung 1000 Watt

Ringkern Amidon FT240-43, 2 mal 5 Windungen

Teflon-Kabel RG400



Ausführung B

Aufreihung von 12 bis 20 Ringkernen FB77-1024 auf ein Koaxkabel Typ RG213.
Amidon Material -73 oder -77



Ausführung C

Eine Spule mit 2 x 10 Windungen Koaxkabel auf einen Spulenkörper mit 100mm Durchmesser.

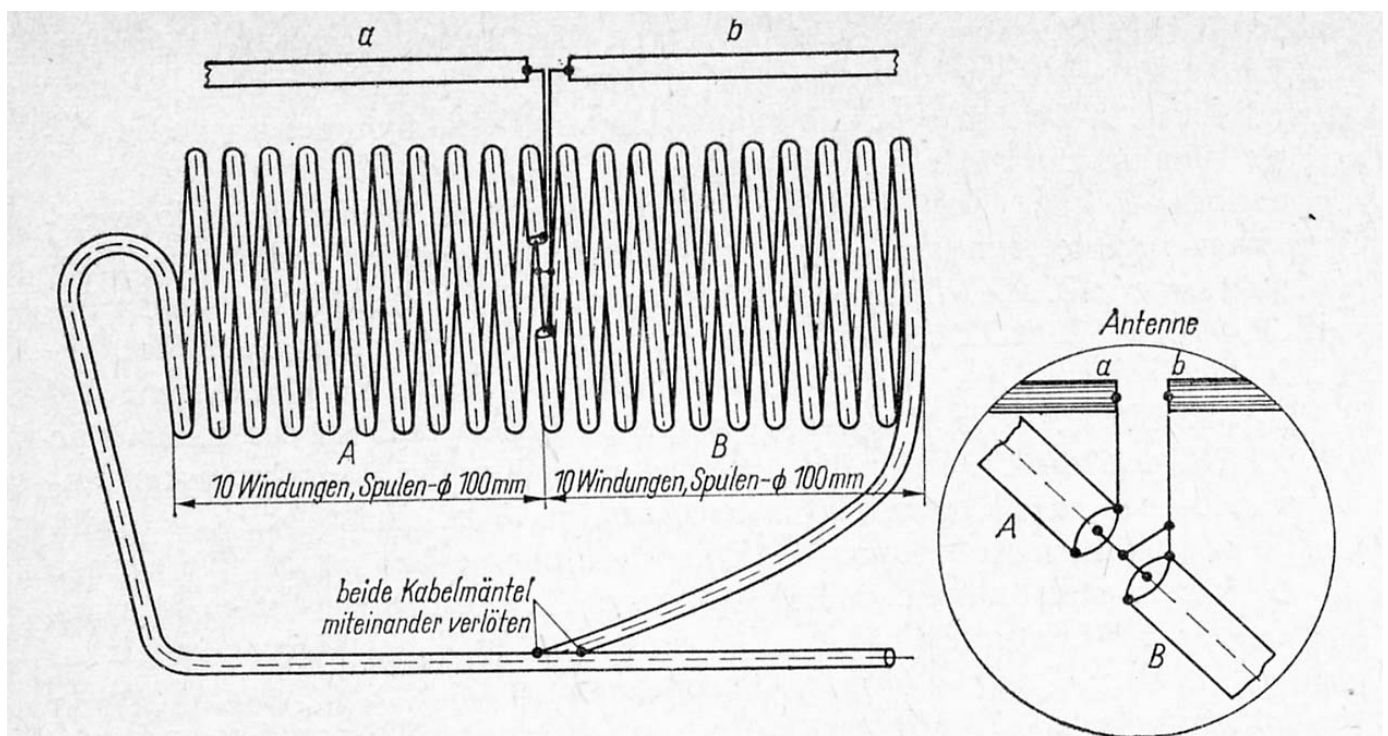


Abbildung aus dem Antennenbuch Karl Rothammel

☐ OPTIONAL (NL) - not loaded

10.4 SWR Analyser-Filter allgemein

Wollen Sie lange Antennen für die niedrigen Bänder 160m und 80m mit dem MFJ-259B abstimmen, so kann es zu folgenden Problemen kommen:

- Es ist keine Resonanzstelle zu finden
- Das SWR ist auf allen Frequenzen schlecht.
- Es ist kein Abgleich möglich

Der Grund dafür kann ein in der Nähe befindlicher Rundfunksender auf Mittelwelle oder Kurzwelle sein. Der MFJ-259B erzeugt auf der Antenne einen Hf-Pegel von ca. $0,7V_{eff}$. Empfängt die Antenne ein Signal von einem anderen Sender von nur $0,1V$ so wird die Messung stark verfälscht, da die Messbrücke des MFJ-259B breitbandig und nicht selektiv misst. In diesem Falle hilft nur ein vorgeschaltetes Filter, welches das störende Signal herausfiltert. Ein Filter in der Antennenleitung sorgt aber für zusätzliche Probleme, da ein Filter abhängig von der eingestellten Filter-Frequenz zu der Mess-Frequenz des MFJ-259B Phasenverschiebungen erzeugt und somit die Messung der Antenne verfälscht. Das erhöht den Messaufwand erheblich. Man kann nicht einfach über ein Band drehen und das beste **SWR** suchen sondern es ist notwendig das Filter bei Frequenzwechsel des MFJ-259B immer neu einzustellen.

Im nachfolgenden Text sind die Schalterpositionen und Abstimmknöpfe bei Filter, DK1NB **fett** und für MFJ-731 dahinter in Klammer (**fett**), gekennzeichnet.

Wird das Filter zur Messung nicht benötigt, so kann beim Filter DK1NB der Schalter in Position **aus** gestellt werden. Beim Filter MFJ-731 muss das Filter vom Antenneneingang des MFJ-259B entfernt werden.

A. Liegt der Störsender im Frequenzbereich des MFJ-259B und die Frequenz ist bekannt, so wird die Messung wie folgt durchgeführt:

Schritt 1: Als erstes muss festgestellt werden auf welcher Frequenz sich der Störer, der im Umkreis von max. 25 km sein muss, sich befindet.
(Siehe Sendertabelle in Excel-Berechnungen. Download siehe letzte Seite.)

Schritt 2: Der Schalter des Filters wird in Stellung **abstimmen (tune)** gestellt.

Schritt 3: Der MFJ-259B wird auf die Frequenz des Störsenders eingestellt. Über den Schalter **Durchlass wird** der gewünschte Frequenzbereich ausgewählt und über den Abstimmknopf **Sperre (Trap)** die Anzeige **IMPEDANCE** auf Minimum abgeglichen. (es sollte annähernd **IMPEDANCE Z** = 0 und Blindanteil **X** = 0 angezeigt werden)

Schritt 3: Der Schalter des Filters wird in Stellung **abstimmen (tune)** gestellt.

Schritt 4: Der MFJ-259B wird auf die zu messende Frequenz eingestellt und über den Schalter **Durchlass (Band)** der gewünschte Frequenzbereich ausgewählt. Nun wird über den Abstimmknopf **Durchlass (Pass)** auf **SWR 1** abgeglichen. (Blindanteil **X** = 0)

Schritt 5: Der Schalter wird auf **Ein (operate)** geschaltet und die Messwerte der Antenne abgelesen.

Wird die Frequenz des MFJ-259B verändert, so müssen die **Schritte 3 bis 5** für jede eingestellte Frequenz wiederholt werden.

B. Liegt der Störsender nicht im Frequenzbereich des MFJ-259B oder ist unbekannt, so wird die Messung wie folgt durchgeführt:

Schritt 1: Der Schalter des Filters wird in Stellung **abstimmen (tune)** gestellt.

Schritt 2: Stellen Sie den Schalter **Durchlaß (Pass)** auf den gewünschten Frequenzbereich und drehen Sie die Abstimmung **Sperre (Trap)** auf **0 Position** (voll gegen den Uhrzeigersinn).

Schritt 3: Schalten Sie den MFJ-259B ein, und stellen Sie die gewünschte Frequenz ein.

Schritt 4: Verändern Sie Abstimmung **Durchlaß (Pass)** bis zu einem **SWR** von 1 und mit einem angezeigten Blindanteil von **X = 0**.

Schritt 5: Schalten Sie um von **abstimmen** auf **ein** (von **tune** auf **operate**) und schalten Sie den MFJ-259B über den **Mode**-Taster auf **Frequenzmessung (Counter)**.

Schritt 6: Wenn die analoge Anzeige **SWR** des MFJ-259B einen Wert > 1 anzeigt, so verändern Sie den Abstimmknopf der **Sperre (Trap)** bis der analoge Anzeige **SWR** einen Wert von 1 anzeigt. Ist das nicht möglich so versuchen Sie es mit einem anderen Frequenzbereich der **Sperre**.

Schritt 7: Wenn Sie den Abstimmknopf der **Sperre (Trap)** in **Schritt 6** verstellen, müssen Sie das Analysator-Filter auf **abstimmen (tune)** schalten. Zur Messung des SWR wiederholen Sie mehrmals **Schritte 3 und 4** bevor Sie mit **Schritt 8** fortfahren.

Schritt 8: Schalten Sie das Filter um von **abstimmen** auf **ein** (von **tune** auf **operate**) und Sie können jetzt das **SWR** und Scheinwiderstand **X** des Antenne-Systems ablesen.

10.4.1 SWR Analyser-Filter MFJ-731

10.4.1.1 Abbildung



Band		Pass	
		min [MHz]	max [MHz]
160m	lo	1,70	1,83
	med	1,80	1,96
	hi	1,89	2,07
80m	lo	3,06	3,53
	hi	3,42	4,11
40m	and up	6,95	19,11

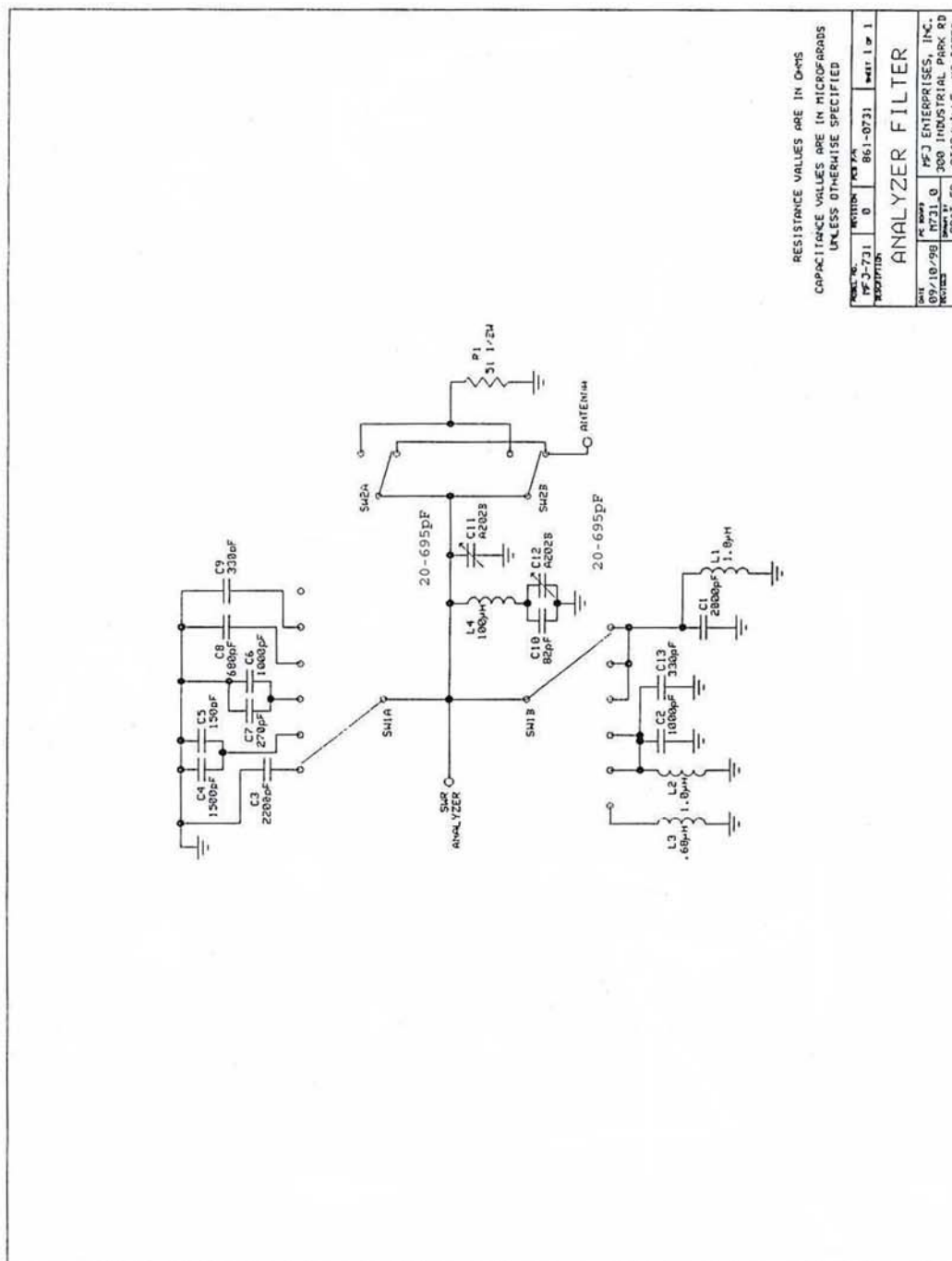
Trap	
min [MHz]	max [MHz]
0,57	1,58

10.4.1.2 Schaltplan

MFJ-731 Analyzer Filter

Instruction Manual

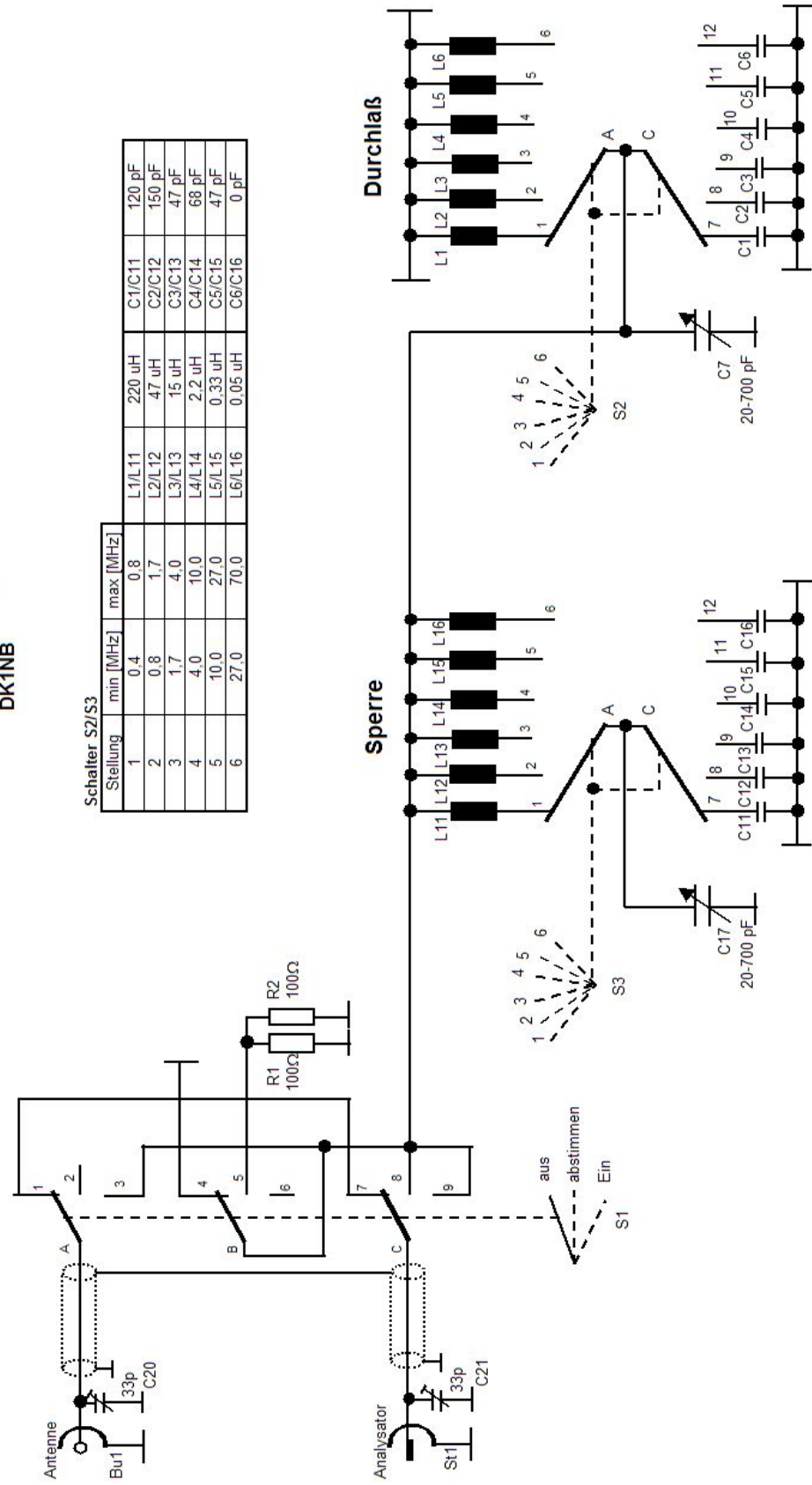
SCHEMATIC



10.4.2 SWR Analyser-Filter DK1NB

10.4.2.1 Schaltung

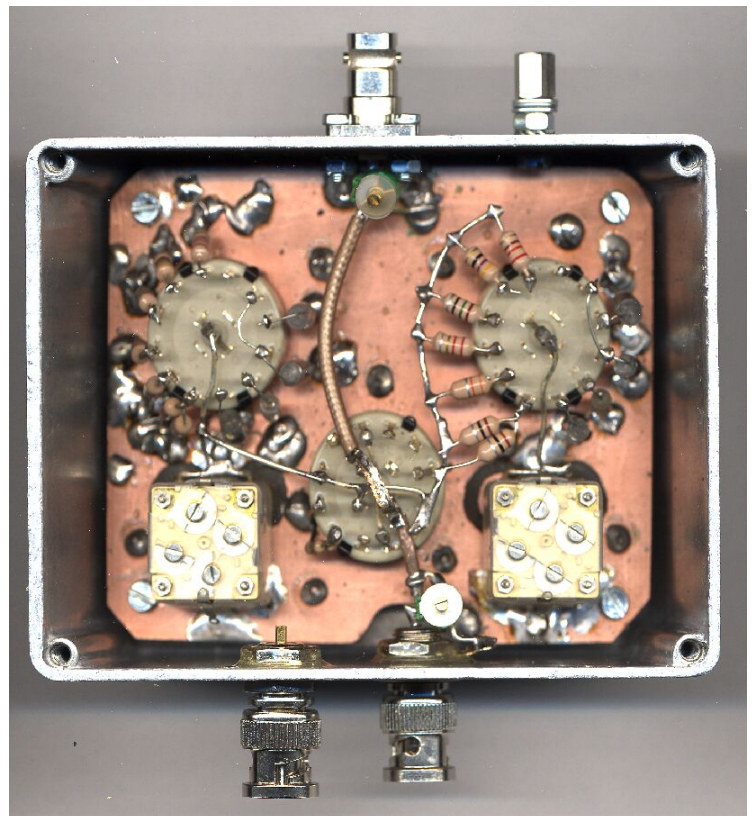
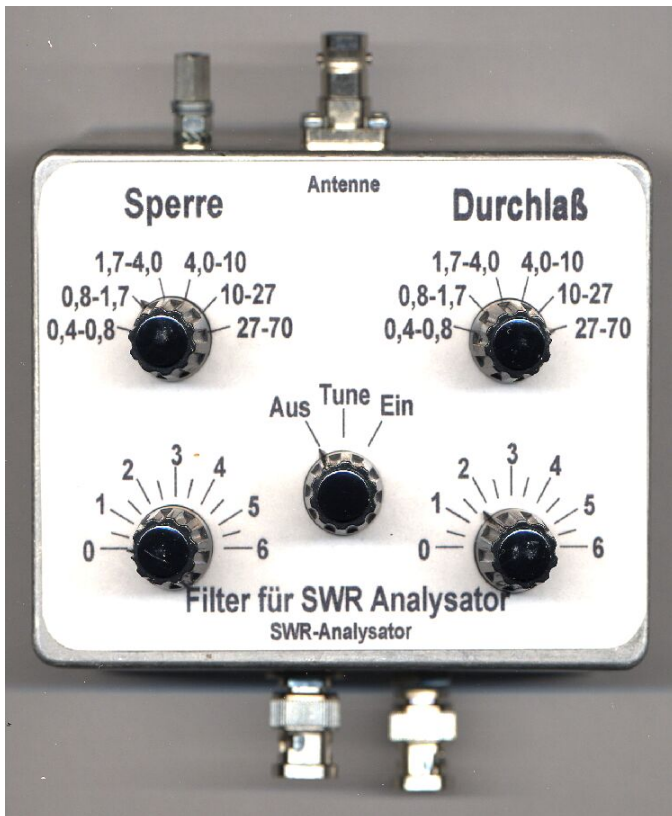
Filter für Analysator
DK1NB



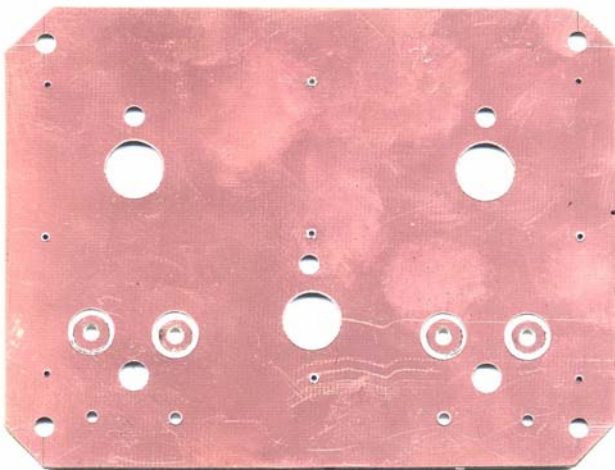
Wenn mehrere Kondensatoren oder Induktivitäten den gleichen Wert haben, so muß nur einmal bestückt werden und für die übrigen Stellungen mit dem gleichen Wert eine Brücke eingelötet werden.

Die Trimmer C20 und C21 sind in Stellung Aus von S1 und bei Abschluß eines 50Ohm-Widerstand am Antennenanschluß bei eingestellter Frequenz von 116MHz wechselseitig auf minimales SWR abgeglichen werden. Der Abgleich muß so oft wiederholt werden, bis sich das SWR nicht mehr verbessert.

10.4.2.2 Bilder



Platine



In dem dargestellten Filter wurden an Stelle der SO239 Buchse und des P259 Steckers Buchsen und Stecker Typ BNC eingebaut, da beim MFJ 259B die Buchse SO239 durch eine BNC-Buchse mit großem Flansch ausgetauscht wurde. Der 2. BNC-Einbaustecker ist für den Eingang des Frequenzzählers und dient nur als Verdrehssicherung und zur mech. Stabilität.

Weitere Details für den Nachbau finden Sie in den Excel-Berechnungen.
(Download siehe letzte Seite)

10.5 Reparaturhilfe

Als Hilfe für die Fehlersuche und Reparatur hier eine Tabelle mit Messwerten an den einzelnen Testpunkten, die nur als Richtwerte zu betrachten sind.

Abschlußwiderstand [Ohm]		Signal	Kurzschluß	12,5	50	75	100	200	offen
Meßpunkt	Art	Spannung	Spannung	Spannung	Spannung	Spannung	Spannung	Spannung	Spannung
T1	Vf Spannung Vorlauf	analog	3,148	3,148	3,148	3,148	3,148	3,148	3,148
T2	Vr Spannung Rücklauf	analog	2,906	1,894	0,031	0,645	1,047	1,869	3,129
T3	Vs Spannung 50Ohm + Last	analog	3,131	2,533	1,572	1,256	1,048	0,636	0,137
T4	Vz Spannung Last	analog	0,166	0,601	1,477	1,774	1,969	2,368	2,975
T5	Signal auf Controller	analog Hf	5Vss	5Vss	5Vss	5Vss	5Vss	5Vss	5Vss
T6	Signal Vfo-Puffer	analog Hf	2,7Vss	2,7Vss	2,7Vss	2,7Vss	2,7Vss	2,7Vss	2,7Vss
T7	GEN I Freigabe Generator	digital	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
T8	GEN E Freigabe Zähler	digital	0	0	0	0	0	0	0
T9	Vfo-Ausgang (Hf + 5V)	analog Hf	3,5V+0,7Vss	3,5V+0,7Vss	3,5V+0,7Vss	3,5V+0,7Vss	3,5V+0,7Vss	3,5V+0,7Vss	3,5V+0,7Vss
T10	AGC Spannungswert (Gate von Q3)	analog	2,245	2,242	2,24	2,24	2,239	2,239	2,239
T11	Vf-Spannung Vorlauf	analog	1,411	1,411	1,411	1,411	1,411	1,411	1,411
T12	Vr-Spannung Rücklauf	analog	0,573	0,334	0,007	0,069	0,147	0,328	0,627
T13	Vs-Spannung 50Ohm + Last	analog	1,395	1,105	0,645	0,496	0,399	0,214	0,029
T14	Vz-Spannung Last	analog	0,022	0,188	0,62	0,771	0,872	1,077	1,391
T15	+5V SLP Spannung OP's + Zähler	analog	4,96	4,96	4,96	4,96	4,96	4,96	4,96
T16	+5V VGEN für Vfo	analog	10,927	10,927	10,927	10,927	10,927	10,927	10,927
T17	+5V digital	analog	4,938	4,938	4,938	4,938	4,938	4,938	4,938
T18	externe Spannung	analog	11,931	11,931	11,931	11,931	11,931	11,931	11,931
T19	Zähler enable	analog	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
T20	Spannungsteiler für Batt.-Spannungsüberprüfung	analog	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084
T21	Signal vom Zähler-Vorverstärker	analog Hf	1,3V+2,2Vss	1,3V+2,2Vss	1,3V+2,2Vss	1,3V+2,2Vss	1,3V+2,2Vss	1,3V+2,2Vss	1,3V+2,2Vss
T22	Eingangssignal Zähler-Vorverstärker	analog	2,536	2,536	2,536	2,536	2,536	2,536	2,536
T23	Kontrolle der internen Vfo-Spannung	digital	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
T24	AGC Spannungswert	analog	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576
T25	Advance	analog	0	0	0	0	0	0	0
T31	Vf2 Spannung Vorlauf	analog	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576
T32	Vr2 Spannung Rücklauf	analog	0,738	0,481	0,007	0,163	0,266	0,475	0,795
T33	Vs2 Spannung 50Ohm + Last	analog	1,555	1,258	0,780	0,624	0,520	0,315	0,067
T34	Vz2 Spannung Last	analog	0,088	0,320	0,788	0,946	1,050	1,263	1,586
Anzeige	SWR analog	analog	0,228	0,148	0,002	0,050	0,082	0,147	0,246
Anzeige	Z analog	analog	0,003	0,018	0,084	0,119	0,142	0,156	0,187
Anzeige	SWR digital	LCD digital	>25	4,0	1,0	1,5	1,9	3,9	>25
Anzeige	Z digital	LCD digital	0	11	46	69	92	192	>650
Anzeige	X digital	LCD digital	2	0	0	14	16	0	
Anzeige	Ub digital	LCD digital	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
	Betriebsspannung [V]		11,93	11,93	11,93	11,93	11,93	11,93	11,93
	Meßfrequenz [MHz]		10	10	10	10	10	10	10
	MFJ 259B Ausgangspegel [dBm]		9	9	9	9	9	9	9

11 Modifikationen des MFJ-259B

11.1 Antennen-Anschluss

Da die UHF-Buchse (SO239) Hf-Technisch und von der Handhabung her ungeeignet ist, wurde sie von mir durch eine BNC-Buchse mit großem Flansch ersetzt. Der Flansch entspricht dem der SO239- Buchse. Somit können normale Messkabel verwendet werden.

Es ist ratsam als Messkabel wegen der schlechten Schirmung des RG58 das doppelt geschirmte RG223 zu verwenden.



Achtung: Bei Crimp-Steckern für RG58 ist die Quetschhülse um 0,2mm zu klein für das RG223.

11.2 Akku-Betrieb

Wer den MFJ-259B häufig benutzt tut gut daran die Batterien durch Akku's zu ersetzen. Die Batterien halten nur für einen Betrieb von ca. 10 Stunden und somit amortisiert sich der Satz (10 Stck.) Akku's Typ **AA** Mignon sehr schnell.

Da die Verbindungsstücke der Batterie-Halter des MFJ-259B nur genietet sind und auch kein Lötzinn annehmen kommt es bald zu Übergangswiderständen und es kommt trotz normaler Batteriespannung zu der Meldung **Voltage low**.

Es ist unbedingt zu empfehlen Akku's mit Lötfahnen einzubauen und die Verbindung über die Lötfahnen herzustellen und den Batteriehalter nur zur Halterung zu verwenden.

Achtung: Die Verbindung der Zellen untereinander muss identisch mit der im Batteriehalter sein, da sonst beim einsetzen des Akku-Packs ein Kurzschluss entsteht.

11.3 Externer Ladeanschluss

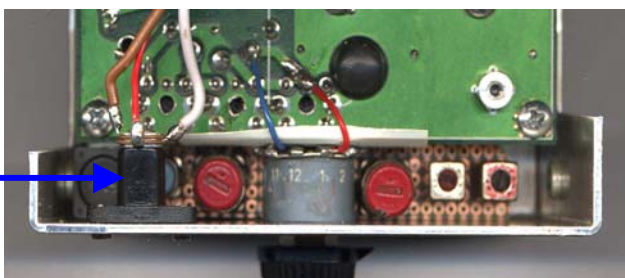
Die Ladeeinrichtung für Akku's im MFJ-259B liefert nur ca. 15mA Ladestrom. D.h. bei Verwendung von Akku's mit z.B. 1700mAh dauert die Ladung ca. 150 Stunden. (6,6 Tage) Das ist unpraktikabel und den Akku's bekommt es auch nicht.

Ich habe eine zusätzliche Flansch-Stromversorgungs-Buchse mit Schaltkontakt unten rechts in den MFJ-259B eingebaut. Die Befestigung erfolgt über 2 Stck. M2 Schrauben. Buchsen mit Zentralbefestigung sollten nicht verwendet werden, da damit kein isolierter Einbau erfolgen kann, da der äußere Kontaktring auf dem Gehäuse liegt.

Achtung: Im Gegensatz zu der originalen Spannungs-Versorgungs-Buchse muss hier, um den Schaltkontakt zur Abschaltung von Plus des Akku-Packs verwenden zu können, außen Plus und der Stift Minus angeschlossen werden. Mit dem Schalter wird beim Einstecken des Ladesteckers der Plus des Akku's vom Gerät abgeschaltet, da beim Schnellladen der Akku's Spannungen über 18V entstehen können, die die Elektronik des MFJ-259B zerstören.



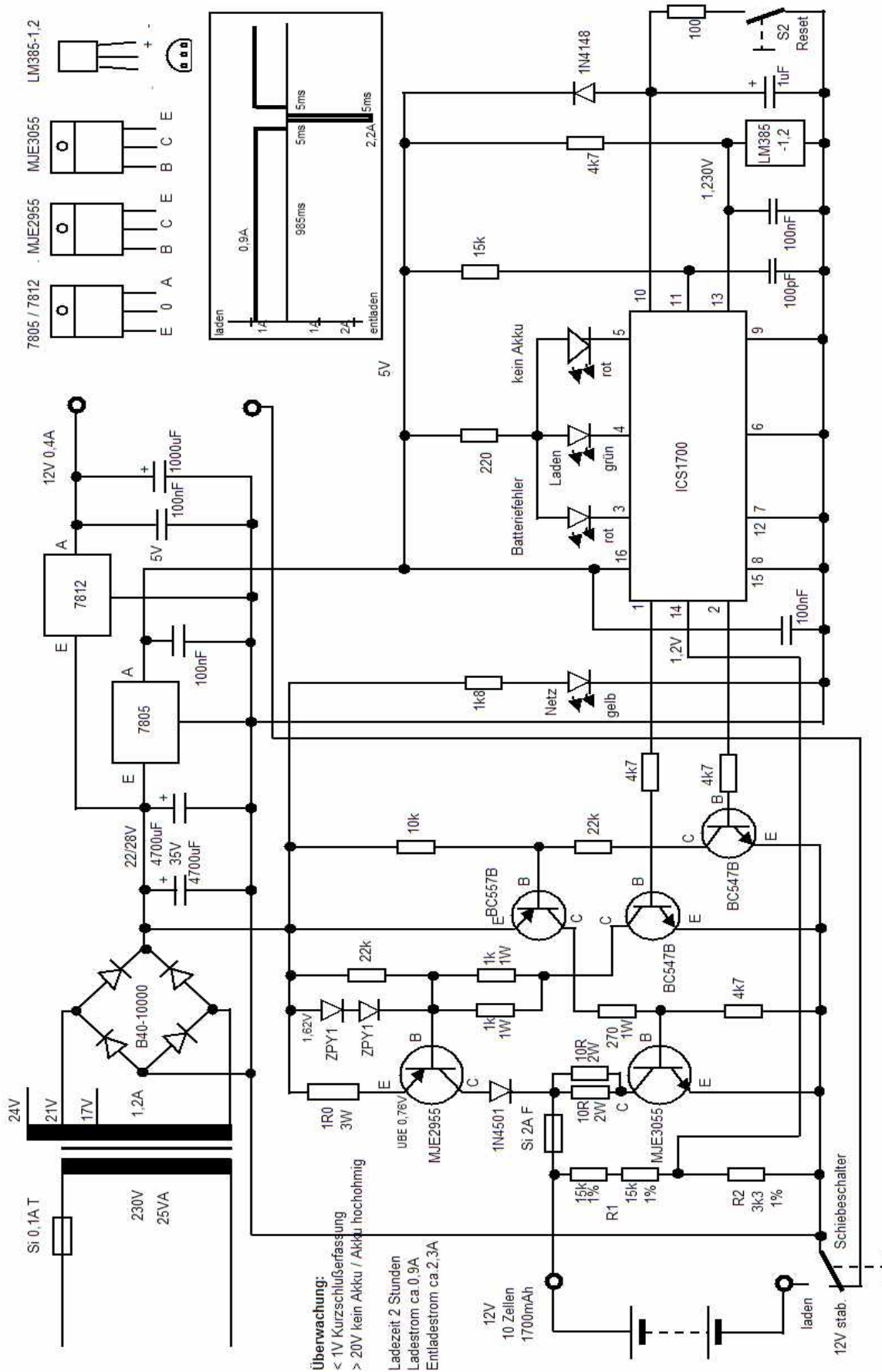
Ladeanschluss



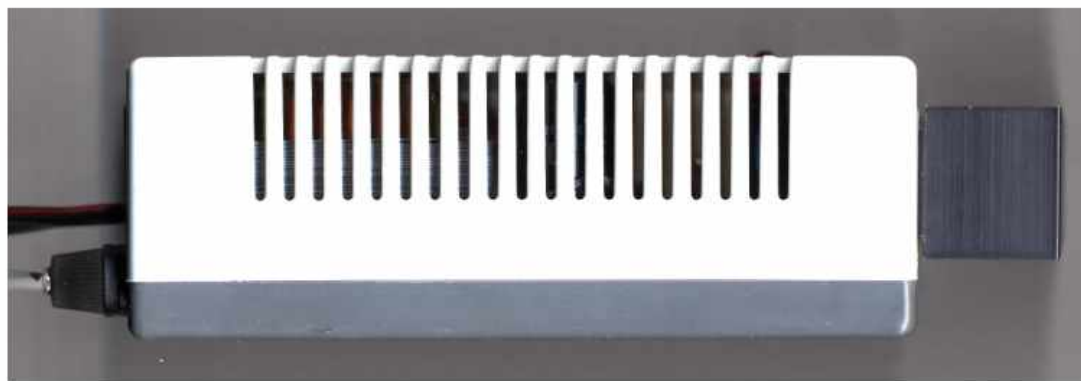
11.4 Externes Ladegerät

Vorraussetzung für die Verwendung eines externen Ladegeräts zur Schnellladung der Akku's ist der Umbau von **Abschnitt 11.3** (Ladeanschluss und Akku's mit Lötflächen).

Hier eine Schaltung mit dem IC Typ ICS1700 mit einer Ladezeit von ca. 2 Stunden.



Hier die Abbildung des gebauten Geräts



11.5 Schutz der LCD-Anzeige

Wird beim harten Einsatz das LCD-Display verschmutzt, so erfolgt meist mit einem mit Reinigungsmittel getränktem Tuch eine Reinigung.

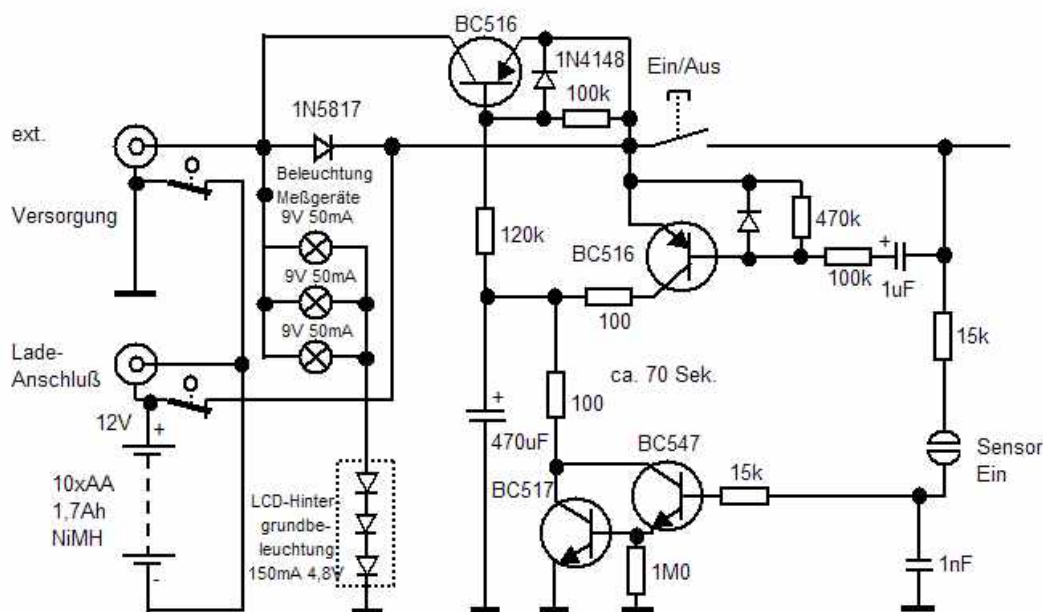
Vorsicht: Ist das Tuch zu sehr getränkt mit Flüssigkeit, so läuft diese unter den Rahmen der Anzeige und unter Umständen auch unter das Display und verschmutzt die aus leitfähigem Gummi bestehende Kontaktierung des Displays mit der Platine. Die Folgen sind Kontaktschwierigkeiten und Segmentausfälle. Der Fehler lässt sich meist auch durch Zerlegen und Reinigen der Kontaktierung nicht mehr beheben. Die Folge ist, es muss ein neues Display eingesetzt werden. Ersatz kann von Fa. Conrad oder Reichelt bezogen werden. Da diese Display's die Anschlüsse oben rechts haben und das Original die Anschlüsse unten links, so ist es notwendig das Flachbandkabel als Verbindung zwischen Display und Platine ebenfalls zu ersetzen.

Abhilfe schafft eine ca. 0,5mm dicke Plexiglasscheibe mit den Abmessungen 84x45mm, die mit Silicon auf die Innenseite des Gehäuses geklebt wird und somit verhindert, dass Flüssigkeit zum Display laufen kann.

Hierfür muss die Platine und das Display demontiert werden.

Kommt die Warnung von mir bereits zu spät, so kann auch ein Display mit Hintergrund-Beleuchtung eingesetzt werden. Das kann bei langwierigen Messungen bis in die Dunkelheit sehr nützlich sein. Da die LED-Hintergrundbeleuchtung 4,8V 150mA braucht, ist unbedingt ein Vorwiderstand notwendig. Hier kann man 2 Fliegen mit einer Klappe schlagen und die beiden analogen Messgeräten auch gleich mit einer Hintergrund-Beleuchtung versehen. Man nehme 3 Stck. 9V 50mA axiale Lampen, $\Phi 4$ mm, Länge 19mm (Fa. Reichelt) montiere sie hinter die Messgeräte, schalte sie parallel (9V 150mA) und verwende sie als Vorwiderstand für die LED-Hintergrundbeleuchtung des LCD-Display's (4,8V 150mA + 9V 150mA = 13,8V 150mA). Um Strom zu sparen wurde eine Schaltung mit einem Berührungssensor aufgebaut, der die Beleuchtung für eine Zeit von ca. 1 Minute einschaltet. (Siehe **Bild 11.5.1**) Bei ext. Versorgung ist die Beleuchtung immer eingeschaltet.

Hier die Schaltung:



11.6 Schutz vor unbeabsichtigtem Einschalten

Wer den MFJ-259B mit auf einen Antennenmast nimmt, der hat sicher auch die als Zubehör zu beziehende Tasche. Leider kommt es durch die eng anliegende Tasche häufig zum selbstständigen Einschalten des Geräts. Wenn man es dann braucht ist der Akku leer. Abhilfe schafft da ein ca. 5mm dicker Rand der um den Ein-Druckschalter geklebt wird.

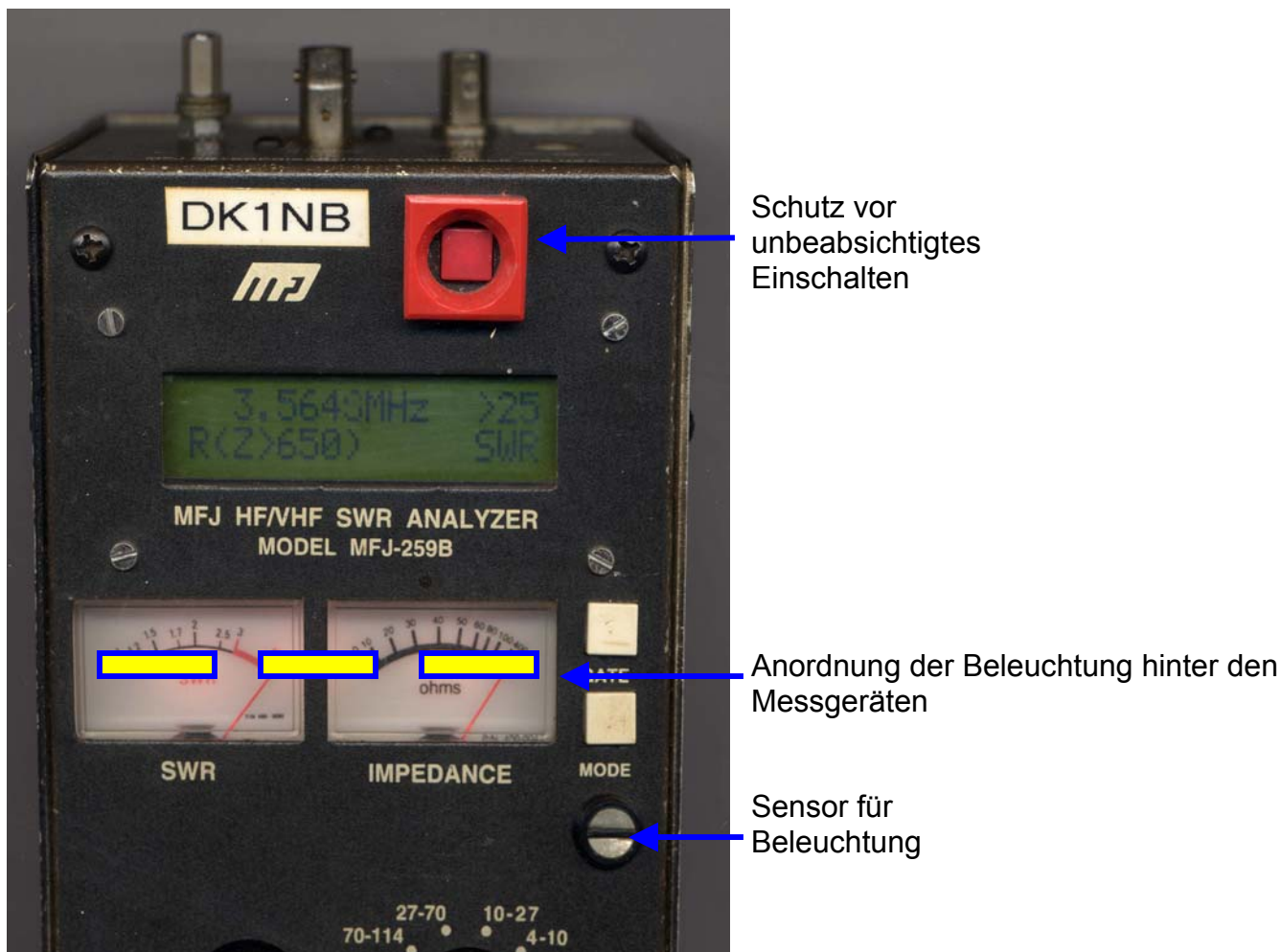


Bild 11.5.1

11.7 Austausch der Trimm-Poti's

Wer schon einmal einen Abgleich des MFJ-259B durchgeführt hat wird wissen, wie schwierig die Justage mit den Trimm-Poti's ist. Der Abgleich lässt sich nur mit viel Feingefühl bewerkstelligen. Wer seinen MFJ-259B des öfteren wegen portabler Einsätze durch die Gegend kutschiert hat, der hat auch sicher bemerkt, dass durch die Schüttelei im Auto, hin und wieder ein Neuabgleich fällig ist.

Abhilfe schafft der Austausch aller Trimm-Poti's. Sie werden durch Trimm-Poti's mit 15, 22 oder 25 Wendel ersetzt, was nicht einfach ist, da der Anschluss nicht kompatibel ist. Die alten Trimm-Poti's werden entfernt und die neuen werden so auf die Platine (Bestückungsseite) geklebt, so dass die Stell-Schraube durch das Abgleich-Loch auf die Platinenunterseite schaut. Die drei nach der Seite ragenden Anschlüsse werden über Drähtchen mit der Platine verbunden. Hierfür muss die Platine und das Display ausgebaut werden. Ein neuer Abgleich ist ebenfalls erforderlich.



Trimm-Poti R72,R73=2,5k; R53=10k; R56,R67,R84=100k; R88,R89,R90=500k

Achtung! Nicht zu viel Kleber, sonst ist die Stellschraube auch festgeklebt und das Trimm-Poti muss ersetzt werden.

11.8 Verringerung der Oberwellen und Erhöhung der Messgenauigkeit.

Ich habe festgestellt, dass bei komplexen Lasten die Versorgungsspannung von 11-12V für den Frequenzgenerator (VFO und Treiber) nicht ausreicht und die Oberwellen stark zunehmen. Durch den Einbau eines Spannungswandlers von 11 auf 15V nur für den Frequenz-Generator kann der Fehler beseitigt werden.

Die Stromaufnahme des Geräts erhöht sich dadurch um ca. 35mA auf ca. 185mA.

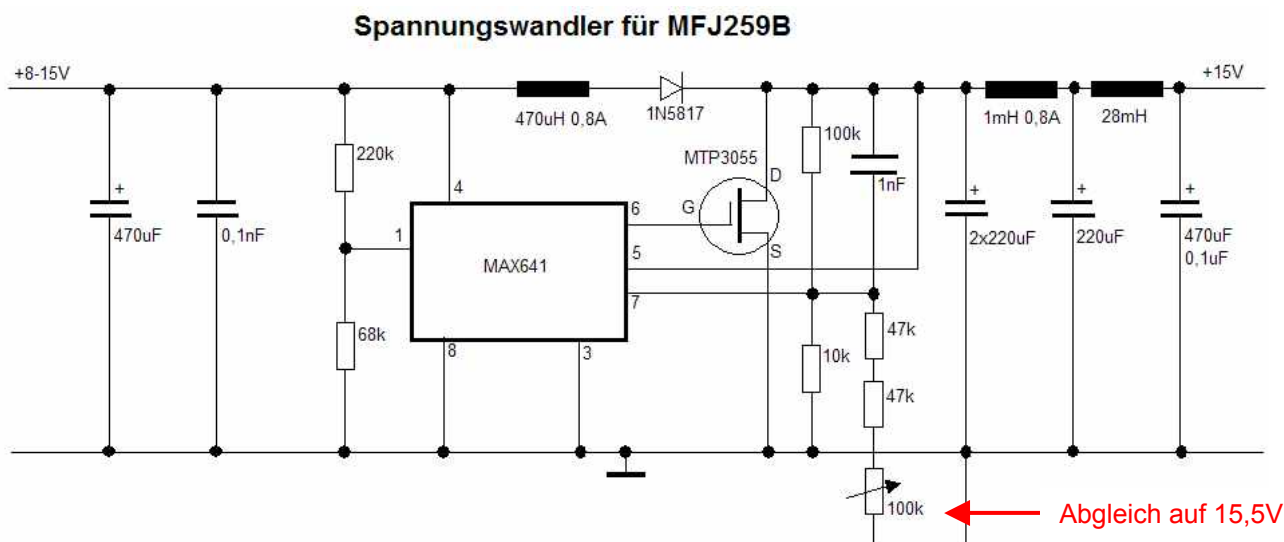
Die Schaltung muss sehr kompakt auf der Unterseite der Platine aufgebaut werden, da wenig Platz vorhanden ist. (Siehe **Bild 11.8.2**)

Achtung: Durch den Step-Up-Spannungswandler darf die Versorgungsspannung max. nur 15,5V betragen. Alle oben beschriebene Spannungswerte über 15,5V müssen korrigiert werden (z.B. unter **Abschnitt 2.1**)

Die 2 Stck. SMD-Spannungs-Regler 5V dürfen nicht mit den 15,5V des Spannungswandlers versorgt werden. Die Platine muss entsprechend aufgetrennt werden.

Einer der SMD-Spannungs-Regler 5V (links neben der **GATE**-Taste) wird original schon sehr heiß. Es ist ratsam einen kleinen Kühlkörper mit Sekundenkleber auf das IC zu Kleben. Aber Vorsicht nicht durch Berührung des Kühlkörpers mit anderen Bauelemente einen Kurzschluss verursachen.

Schaltung:



Der Abgleich auf Oberwellenarmut über **R86** muss neu durchgeführt werden.

11.9 Bereichserweiterung 40 kHz bis 1,8 MHz

Für Leute, die den MFJ-259B nicht nur zum Basteln für Frequenzen über 1,7 MHz benutzen wollen, hier eine Bereichserweiterung von 1,7 MHz bis 40 kHz.

Achtung: Diese Änderung ist nur für Bastler mit Erfahrung.

Der Abgleich der Zusatzbereiche kann bei Fest-Induktivitäten durch Reihenschaltung von mehreren erfolgen, da die Werte keine Werte aus der Normreihe sind. Leichter wird der Bereichsabgleich bei Verwendung von einstellbaren Induktivitäten. (variabler Kern)

Der **Bereich 1** 0,85 bis 1,8 MHz ist ohne weitere Änderungen nachzurüsten.

Die **Bereiche 2 - 6** (0,04 bis 0,8 MHz) sind ohne Nachbestückung und Neuabgleich des Geräts nicht realisierbar. Abgleichreihenfolge: Bereich 1, 2, 3, 4, 5, 6

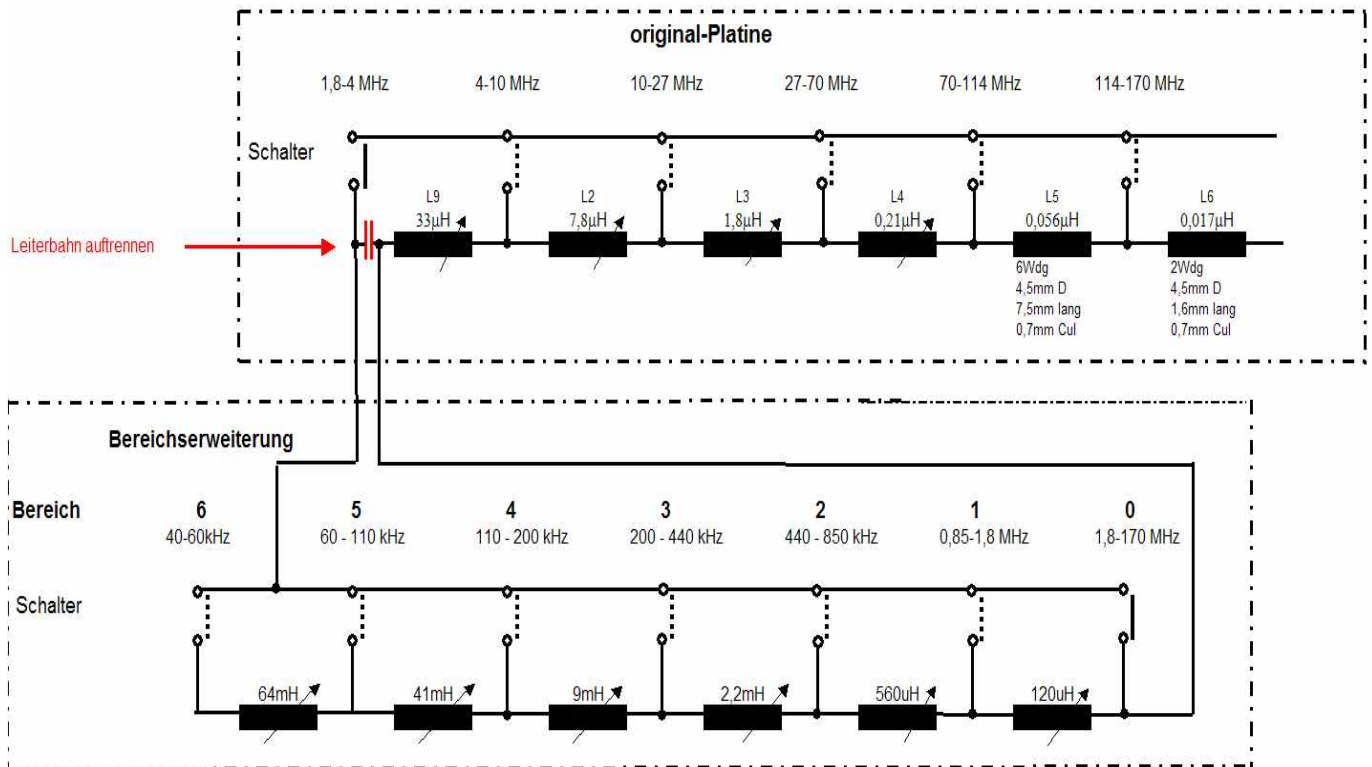
Der **Bereich 6** (40-60 kHz) ist nur für Verwendung als Signalgenerator verwendbar. (kein sinusförmiges Ausgangssignal)

Für die **Bereiche 2 bis 5** müssen zu den vorhandenen Abblock-und Koppel-Kondensatoren größere Kondensatoren parallelgeschaltet und eine Drossel nachgerüstet werden.

Zusätzliche Ergänzungen:

1. 270 Ohm parallel zu R65 (Source-Widerstand von Q14) nur wenn niedrige Frequenzen nicht gezählt werden.
2. je 2,2nF keramisch parallel zu C26, C31, C73, C74, C75, C76, C77
1. je 100nF parallel zu C29, C35, C72, C75, C79
2. je 1uF 16V Elko parallel zu C21, C22; C23, C46, C68
5. In Reihe von L11 (100µH) zusätzlich 2 Stück 680µH = 1,36µH schalten.

Schaltung der Erweiterung:



Bilder der Erweiterung: Unterseite

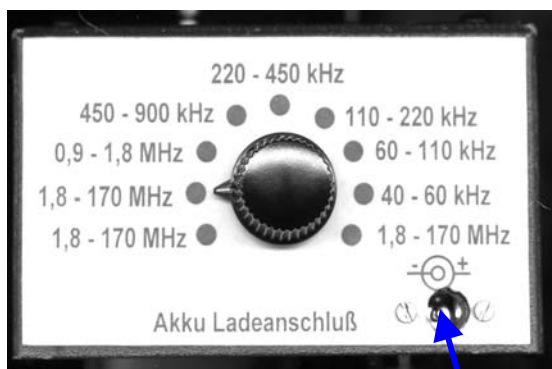
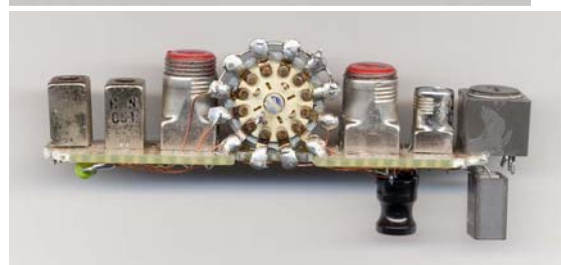
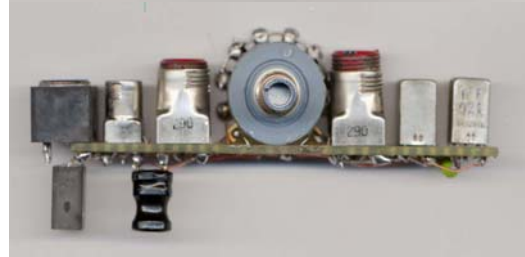
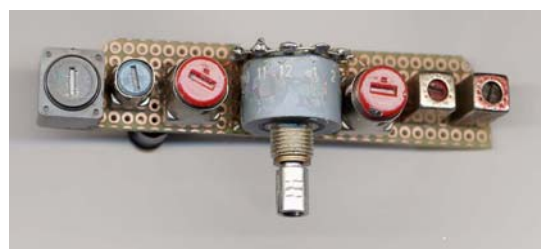


Bild 11.8.1

Akku-Lade-Buchse



Geräteansicht von unten, ohne Batterie-Pack

BNC-Buchse
an Stelle von
SO239 Buchse

Spannungs-
Wandler 11>15,5V

Platine
Bereichs-
Erweiterung

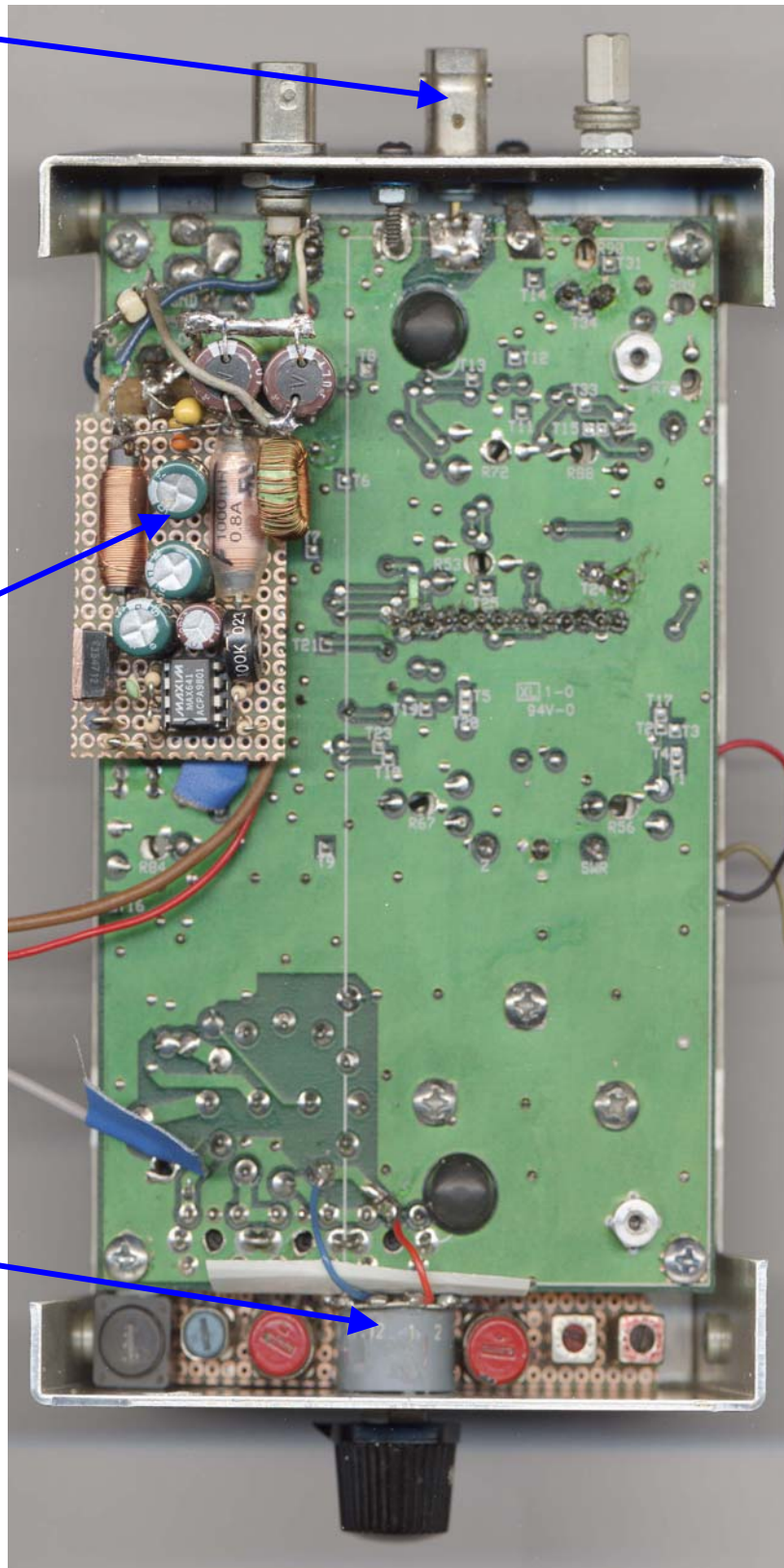


Bild 11.8.2

12 Diagramme und Tabellen

12.1 Rücklauf (Return Loss) in dB > SWR, U%, I%, P%

		Rücklauf	
RL dB	SWR	U, I [%]	P [%]
0,0	∞	100,00	100,00
0,1	173,7	98,86	97,72
0,2	86,9	97,72	95,50
0,3	57,9	96,61	93,33
0,4	43,4	95,50	91,20
0,5	34,8	94,41	89,13
0,6	29,0	93,33	87,10
0,7	24,8	92,26	85,11
0,8	21,7	91,20	83,18
0,9	19,32	90,16	81,28
1,0	17,39	89,13	79,43
1,1	15,81	88,10	77,62
1,2	14,50	87,10	75,86
1,3	13,39	86,10	74,13
1,4	12,44	85,11	72,44
1,5	11,61	84,14	70,79
1,6	10,89	83,18	69,18
1,7	10,25	82,22	67,61
1,8	9,69	81,28	66,07
1,9	9,18	80,35	64,57
2,0	8,72	79,43	63,10
2,1	8,31	78,52	61,66
2,2	7,94	77,62	60,26
2,3	7,60	76,74	58,88
2,4	7,28	75,86	57,54
2,5	7,00	74,99	56,23
2,6	6,73	74,13	54,95
2,7	6,49	73,28	53,70
2,8	6,26	72,44	52,48
2,9	6,05	71,61	51,29
3,0	5,85	70,79	50,12
3,5	5,03	66,83	44,67
4,0	4,42	63,10	39,81
4,5	3,95	59,57	35,48
5,0	3,57	56,23	31,62
5,5	3,26	53,09	28,18
6,0	3,01	50,12	25,12
6,5	2,80	47,32	22,39
7,0	2,61	44,67	19,95
7,5	2,46	42,17	17,78
8,0	2,32	39,81	15,85
8,5	2,20	37,58	14,13
9,0	2,10	35,48	12,59
9,5	2,01	33,50	11,22
10,0	1,92	31,62	10,00

		Rücklauf	
RL dB	SWR	U, I [%]	P [%]
10,0	1,92	31,62	10,00
10,5	1,85	29,85	8,91
11,0	1,78	28,18	7,94
11,5	1,73	26,61	7,08
12,0	1,67	25,12	6,31
12,5	1,62	23,71	5,62
13,0	1,58	22,39	5,01
13,5	1,54	21,13	4,47
14,0	1,50	19,95	3,98
14,5	1,46	18,84	3,55
15,0	1,43	17,78	3,16
15,5	1,40	16,79	2,82
16,0	1,38	15,85	2,51
16,5	1,35	14,96	2,24
17,0	1,33	14,13	2,00
17,5	1,31	13,34	1,78
18	1,288	12,59	1,58
19	1,253	11,22	1,26
20	1,222	10,00	1,00
21	1,196	8,91	0,79
22	1,173	7,94	0,63
23	1,152	7,08	0,50
24	1,135	6,31	0,40
25	1,119	5,62	0,32
26	1,106	5,01	0,25
27	1,094	4,47	0,20
28	1,083	3,98	0,16
29	1,074	3,55	0,13
30	1,065	3,16	0,10
31	1,058	2,82	0,08
32	1,052	2,51	0,06
33	1,046	2,24	0,05
34	1,041	2,00	0,04
35	1,036	1,78	0,03
36	1,032	1,58	0,03
37	1,029	1,41	0,02
38	1,025	1,26	0,02
39	1,023	1,12	0,01
40	1,020	1,00	0,01
41	1,018	0,89	0,01
42	1,016	0,79	0,01
43	1,014	0,71	0,01
44	1,013	0,63	0,00
45	1,011	0,56	0,00
46	1,010	0,50	0,00

12.2 dBm > P, U, I

12.2.1 +70dBm bis 0dBm bei 50Ω

dBm	W	V	A
70	10000	707,1	14,142
69	7943	630,2	12,604
68	6310	561,7	11,233
67	5012	500,6	10,012
66	3981	446,2	8,923
65	3162	397,6	7,953
64	2512	354,4	7,088
63	1995	315,9	6,317
62	1585	281,5	5,630
61	1259	250,9	5,018
60	1000	223,6	4,472
59	794,3	199,3	3,986
58	631,0	177,6	3,552
57	501,2	158,3	3,166
56	398,1	141,1	2,822
55	316,2	125,7	2,515
54	251,2	112,1	2,241
53	199,5	99,88	1,998
52	158,5	89,02	1,780
51	125,9	79,34	1,587
50	100,0	70,71	1,414
49	79,43	63,02	1,260
48	63,10	56,17	1,123
47	50,12	50,06	1,001
46	39,81	44,62	0,892
45	31,62	39,76	0,795
44	25,12	35,44	0,709
43	19,95	31,59	0,632
42	15,85	28,15	0,563
41	12,59	25,09	0,502
40	10,00	22,36	0,447
39	7,94	19,93	0,399
38	6,310	17,76	0,355
37	5,012	15,83	0,317
36	3,981	14,11	0,282
35	3,162	12,57	0,251

dBm	mW	mV	mA
35	3162	12574	251,5
34	2512	11207	224,1
33	1995	9988	199,8
32	1585	8902	178,0
31	1259	7934	158,7
30	1000	7071	141,4
29	794,3	6302	126,0
28	631,0	5617	112,3
27	501,2	5006	100,1
26	398,1	4462	89,23
25	316,2	3976	79,53
24	251,2	3544	70,88
23	199,5	3159	63,17
22	158,5	2815	56,30
21	125,9	2509	50,18
20	100,0	2236	44,72
19	79,43	1993	39,86
18	63,10	1776	35,52
17	50,12	1583	31,66
16	39,81	1411	28,22
15	31,62	1257	25,15
14	25,12	1121	22,41
13	19,95	998,8	19,98
12	15,85	890,2	17,80
11	12,59	793,4	15,87
10	10,00	707,1	14,14
9	7,943	630,2	12,60
8	6,310	561,7	11,23
7	5,012	500,6	10,01
6	3,981	446,2	8,923
5	3,162	397,6	7,953
4	2,512	354,4	7,088
3	1,995	315,9	6,317
2	1,585	281,5	5,630
1	1,259	250,9	5,018
0	1,000	223,6	4,472

12.2.2 0dBm bis -70dBm bei 50Ω

dBm	μW	mV	μA
0	1000	223,6	4472
-1	794,3	199,3	3986
-2	631,0	177,6	3552
-3	501,2	158,3	3166
-4	398,1	141,1	2822
-5	316,2	125,7	2515
-6	251,2	112,1	2241
-7	199,5	99,88	1998
-8	158,5	89,02	1780
-9	125,9	79,34	1587
-10	100,0	70,71	1414
-11	79,43	63,02	1260
-12	63,10	56,17	1123
-13	50,12	50,06	1001
-14	39,81	44,62	892,3
-15	31,62	39,76	795,3
-16	25,12	35,44	708,8
-17	19,95	31,59	631,7
-18	15,85	28,15	563,0
-19	12,59	25,09	501,8
-20	10,00	22,36	447,2
-21	7,943	19,93	398,6
-22	6,310	17,76	355,2
-23	5,012	15,83	316,6
-24	3,981	14,11	282,2
-25	3,162	12,57	251,5
-26	2,512	11,21	224,1
-27	1,995	9,988	199,8
-28	1,585	8,902	178,0
-29	1,259	7,934	158,7
-30	1,000	7,071	141,4
-31	0,794	6,302	126,0
-32	0,631	5,617	112,3
-33	0,501	5,006	100,1
-34	0,398	4,462	89,23
-35	0,316	3,976	79,53

dBm	nW	μV	μA
-35	316,2	3976	79,53
-36	251,2	3544	70,88
-37	199,5	3159	63,17
-38	158,5	2815	56,30
-39	125,9	2509	50,18
-40	100,0	2236	44,72
-41	79,43	1993	39,86
-42	63,10	1776	35,52
-43	50,12	1583	31,66
-44	39,81	1411	28,22
-45	31,62	1257	25,15
-46	25,12	1121	22,41
-47	19,95	998,8	19,98
-48	15,85	890,2	17,80
-49	12,59	793,4	15,87
-50	10,00	707,1	14,14
-51	7,943	630,2	12,60
-52	6,310	561,7	11,23
-53	5,012	500,6	10,01
-54	3,981	446,2	8,923
-55	3,162	397,6	7,953
-56	2,512	354,4	7,088
-57	1,995	315,9	6,317
-58	1,585	281,5	5,630
-59	1,259	250,9	5,018
-60	1,000	223,6	4,472
-61	0,794	199,3	3,986
-62	0,631	177,6	3,552
-63	0,501	158,3	3,166
-64	0,398	141,1	2,822
-65	0,316	125,7	2,515
-66	0,251	112,1	2,241
-67	0,200	99,88	1,998
-68	0,158	89,02	1,780
-69	0,126	79,34	1,587
-70	0,100	70,71	1,414

12.3 Wellenlänge der Amateurbänder

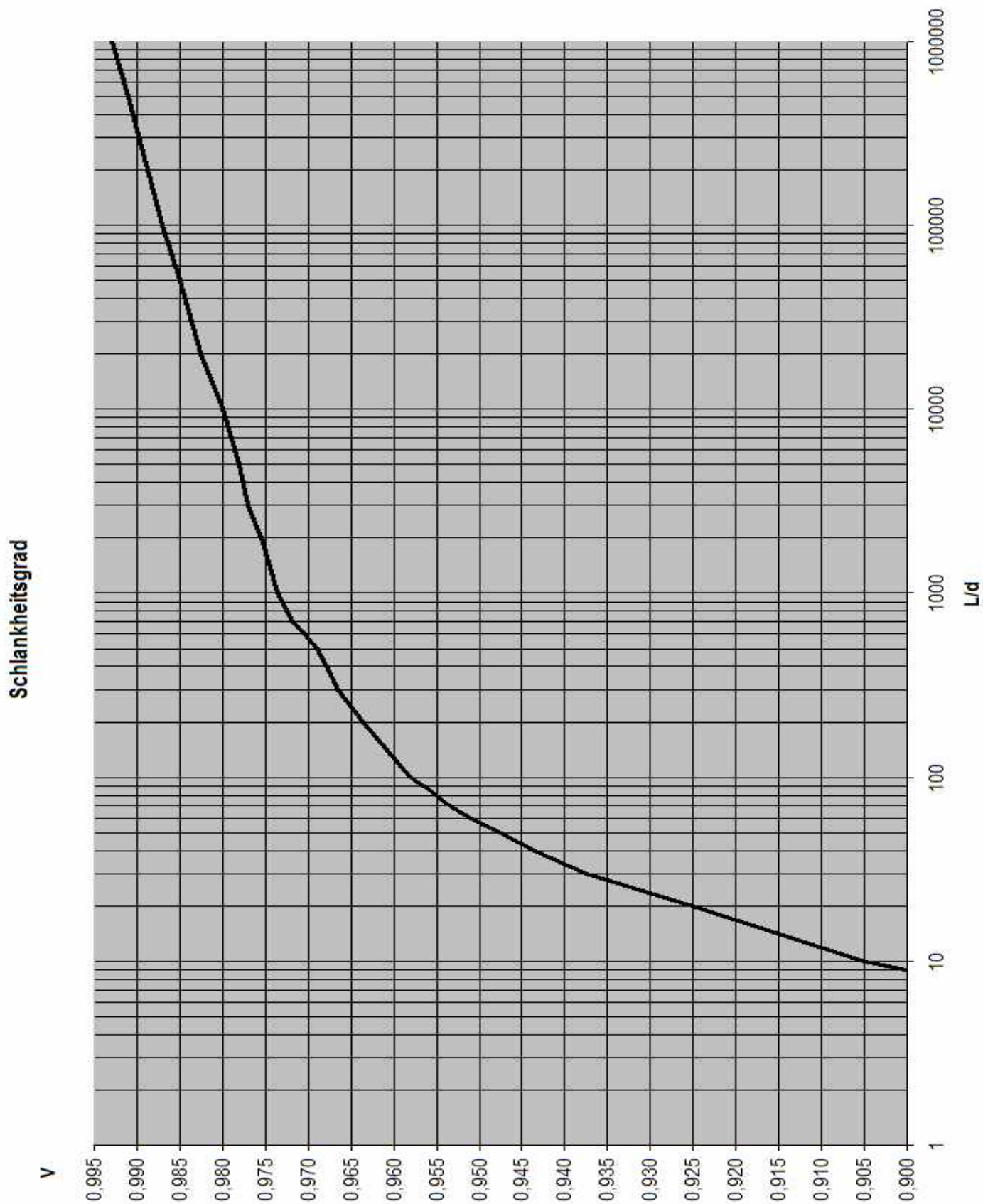
Formel $\lambda = \frac{299,8}{f[\text{MHz}]} [\text{m}]$

MHz	λ [m]	$\lambda/2$ [m]	$\lambda/4$ [m]
1,800	166,56	83,278	41,639
1,850	162,05	81,027	40,514
1,900	157,79	78,895	39,447
2,000	149,90	74,950	37,475
3,500	85,66	42,829	21,414
3,650	82,14	41,068	20,534
3,800	78,89	39,447	19,724
7,000	42,83	21,414	10,707
7,050	42,52	21,262	10,631
7,100	42,23	21,113	10,556
10,100	29,68	14,842	7,421
10,125	29,61	14,805	7,402
10,150	29,54	14,768	7,384
14,000	21,41	10,707	5,354
14,175	21,15	10,575	5,287
14,350	20,89	10,446	5,223
18,050	16,61	8,305	4,152
18,125	16,54	8,270	4,135
18,200	16,47	8,236	4,118
21,00	14,28	7,138	3,569
21,23	14,12	7,062	3,531
21,45	13,98	6,988	3,494
24,80	12,09	6,044	3,022
24,90	12,04	6,020	3,010
25,00	11,99	5,996	2,998
28,00	10,71	5,354	2,677
28,85	10,39	5,196	2,598
29,70	10,09	5,047	2,524
144,0	2,08	1,041	0,520
145,0	2,07	1,034	0,517
146,0	2,05	1,027	0,513
430,0	0,70	0,349	0,174
435,0	0,69	0,345	0,172
440,0	0,68	0,341	0,170

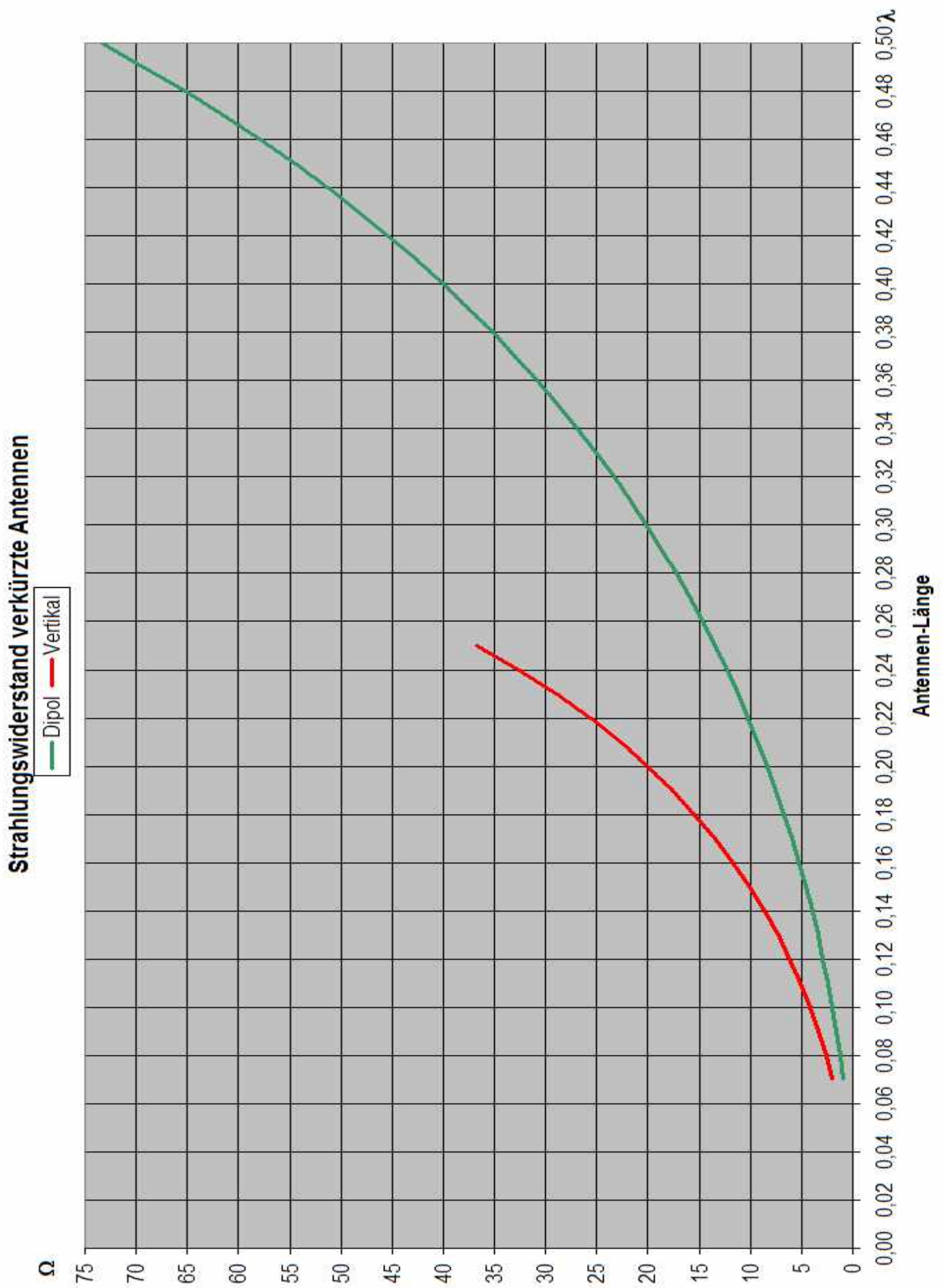
12.4 Schlankheitsgrad von Antennen

$$L/d = \frac{\lambda * 1000}{d}, \text{ Wellenlänge } L \text{ [m], Drahtdurchmesser } d \text{ [mm]}$$

Antennenlänge = $L * V$, V aus der Graphik Schlankheitsgrad



12.5 Strahlungswiderstand verkürzter Antennen

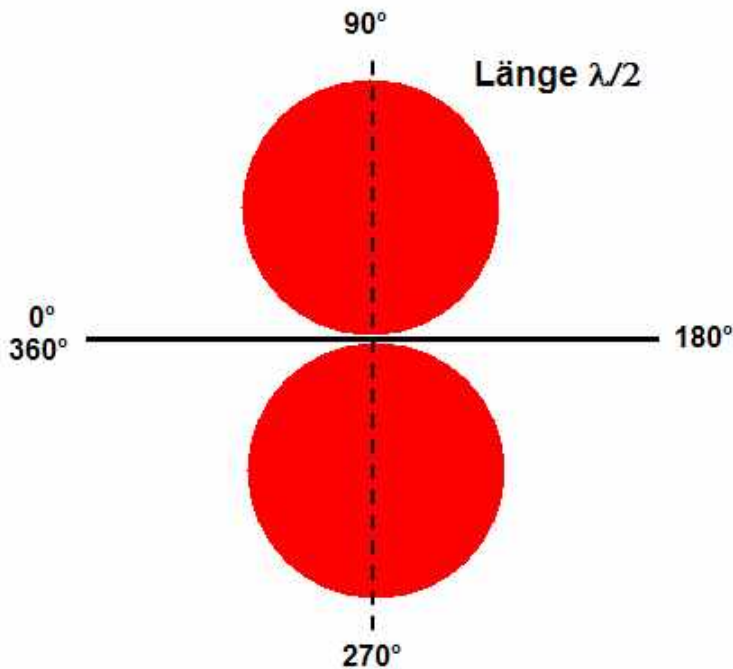


12.6 Langdraht-Antennen und Dipol-Antennen

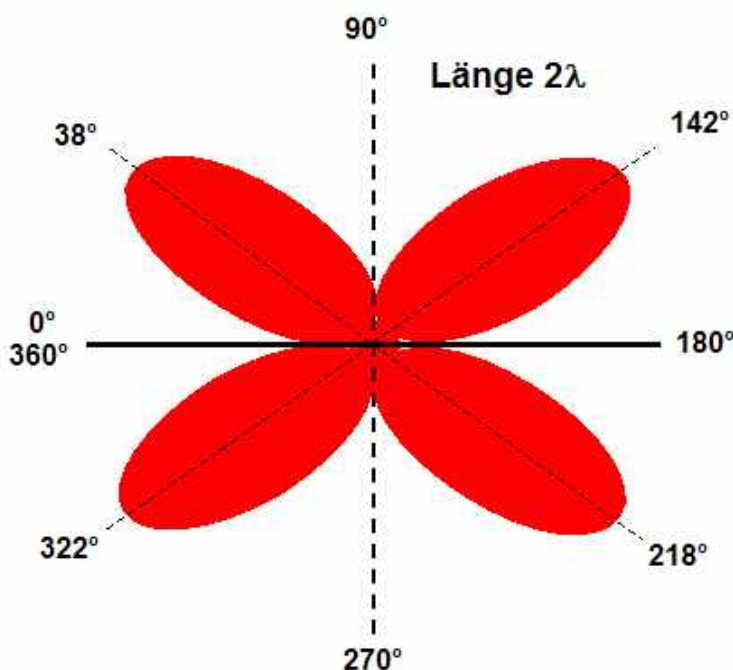
Strahlungswiderstand und Abstrahlwinkel

Der Abstrahlung bei einer $\lambda/2$ Antenne erfolgt in 2 Richtungen, 90° zur Drahttrichtung.
Bei Längen von λ oder mehrfachen von λ erfolgt die Abstrahlung in 4 Richtungen und spiegelt sich mit der Drahttrichtung (0° ---- 180°).

12.6.1 Horizontales Strahlungsdiagramm



Länge [λ]	Strahlungsrichtungen			
0,5	90	270		
1	58	122	238	302
2	38	142	218	322
3	30	150	210	330
4	25	155	205	335
5	22	158	202	338
6	20	160	200	340
7	18	162	198	342
8	17	163	197	343
9	15	165	195	345
10	14	166	194	346
11	14	166	194	346
12	13	167	193	347



Beispiel: Länge 2λ

Winkel 38°

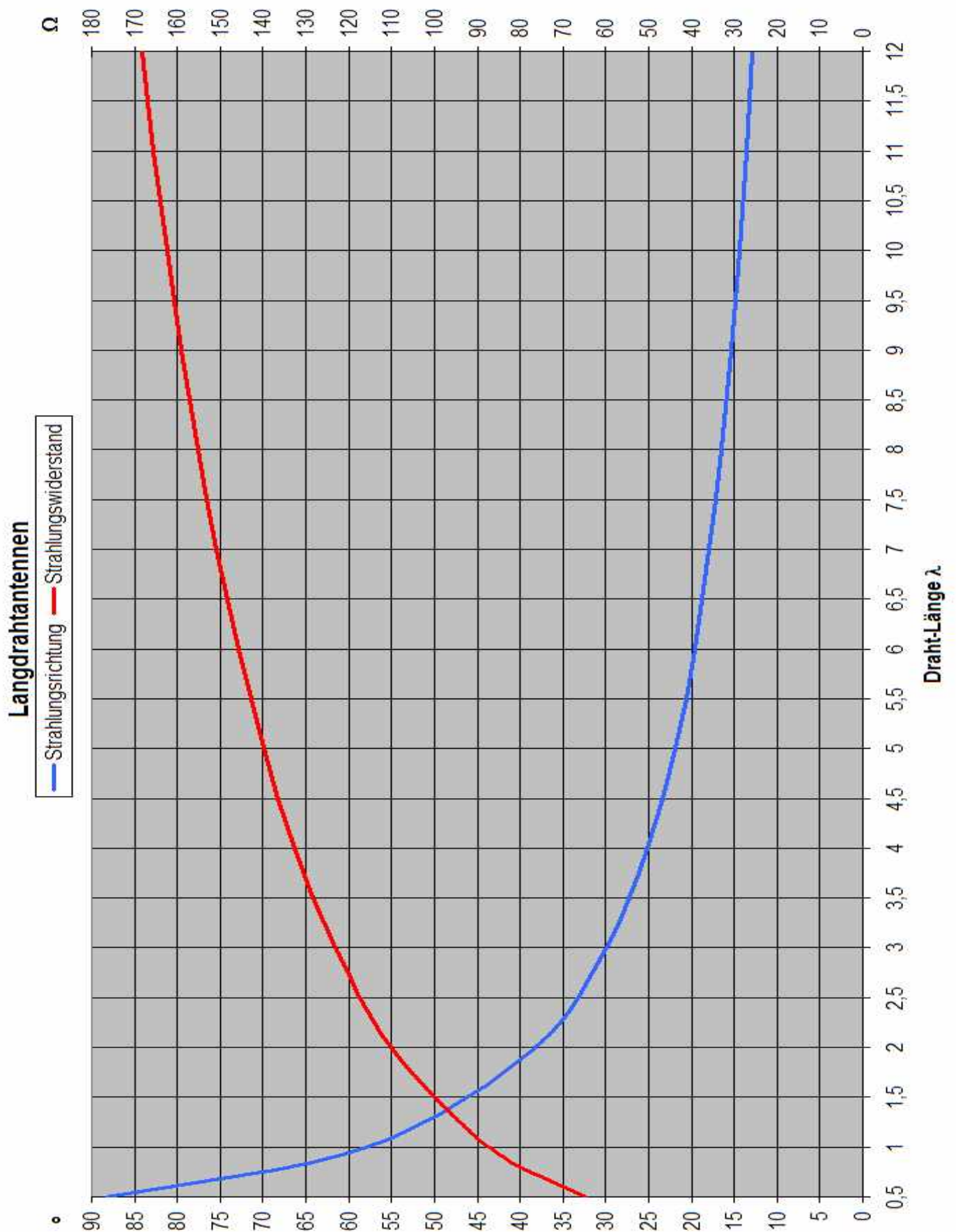
gespiegelt mit $0^\circ = 360^\circ - 38^\circ = 322^\circ$

gespiegelt mit $180^\circ = 180^\circ - 38^\circ = 142^\circ$

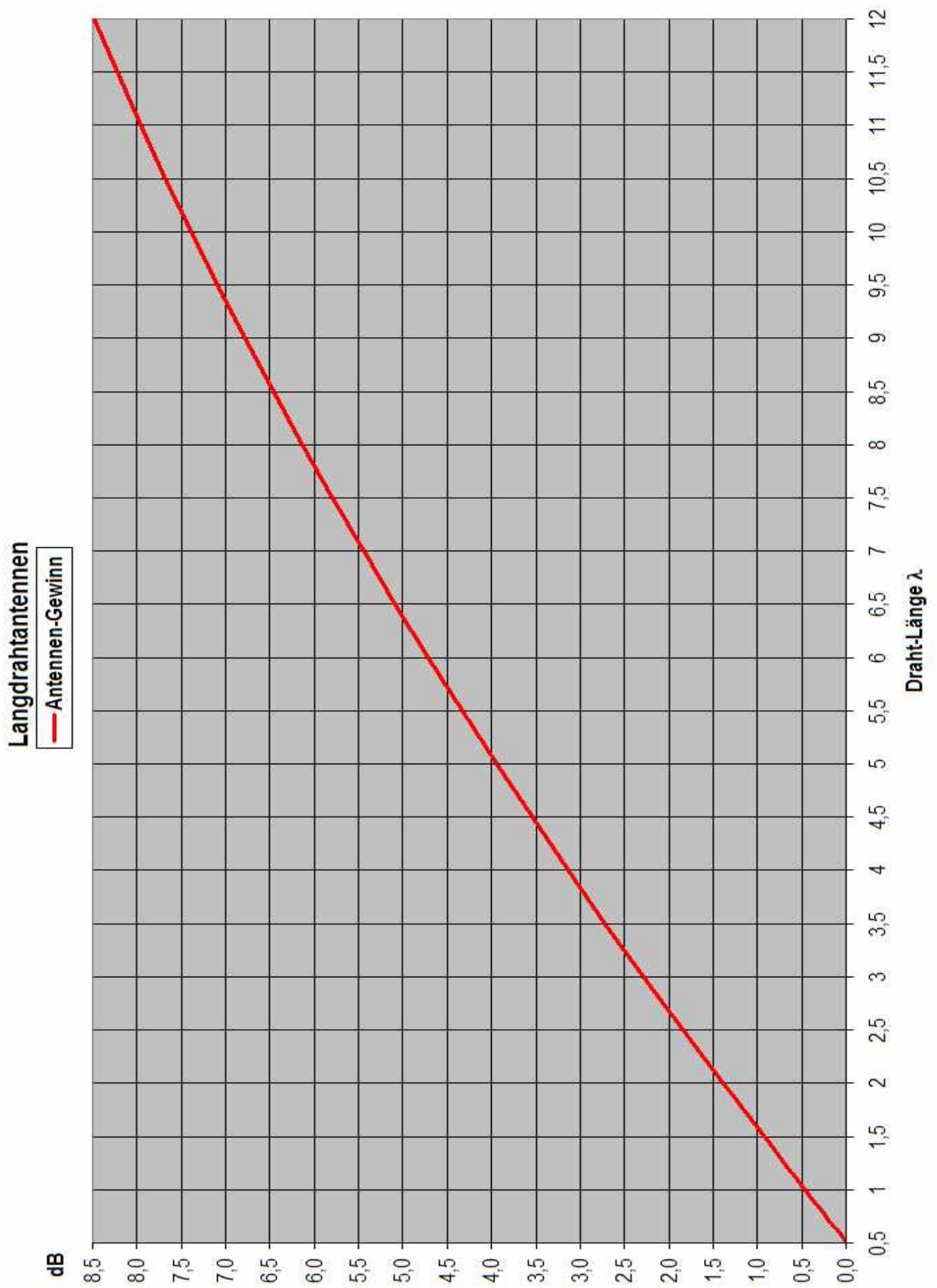
gespiegelt mit $180^\circ = 180^\circ + 38^\circ = 218^\circ$

12.6.2 Strahlungsrichtung und Wellenwiderstand

Im Diagramm wurde nur eine der vier Richtungen dargestellt.



12.6.3 Gewinn



12.7 Koaxkabel

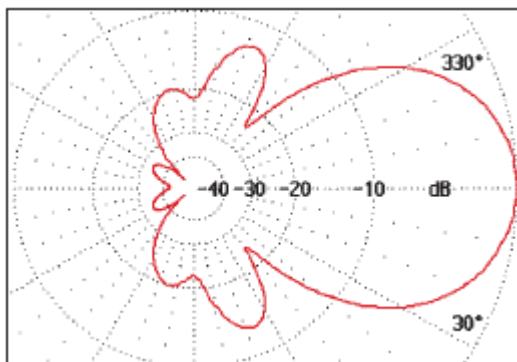
12.7.1 techn. Daten

Typ	Z [Ω]	C [pF/m]	V _k	Dielekt.	Schirm	↕ Innenl. [mm]	↕ Dielekt [mm]	↕ Außen [mm]	Biege- radius [mm]	Gewicht [kg/100m]	R Innenl. [Ω]	R Schirm [Ω]
4/S-60	60	75	0,77	PE-Cell	50dB	1,4	4,9	7	60	59	12	11
60-7-2	60	85	0,66	PE		1,5	6,6	8,8				
Aircell-7	50	74	0,83	PE/Luft	90dB	1,85	5	7,3	25	7,2	0,86	0,85
Aircor-plus	50	84	0,84	PE/Luft	90dB	2,7	7,2	10,3	100	15		
CF1/2"	60	68	0,82		90dB			15,9	70	30		
CF1/4"	50	82	0,82		90dB			8	40	13		
CF3/8"	50				90dB			15				
CF5/8"	50				90dB			23				
ECOFLEX10	50	77	0,86		85dB			10,2	40	13,1		
ECOFLEX15	50	77	0,86		85dB			14,6	70	25,8		
H100	50		0,84	PE/Luft	90dB	2,5	6,9	9,8	150	11		
H1001	50	82	0,81					10,3	50	10,3		
H155	50	100	0,79	PE/Cell	90dB	2,5	3,9	5,4	35	3,9	1,5	1,7
H2000	50	80	0,83					10,3				
H500	50	82	0,81	PE/Cell	80dB	2,5	7	9,8	75	10,7		
RG-11 AU	75	67	0,66	PE	60dB	1,2	7,3	10,3	50	13,9	22	4,1
RG-142 AU	50	95	0,70	PTFE	80dB	0,95	2,95	4,95				
RG-174 U	50	101	0,66	PE	55dB	0,5		2,5				
RG-178												
RG-179												
RG-188 AU	50	95	0,70	PTFE		0,51		2,7				
RG-196 AU	50	95	0,70	PTFE		0,3		1,9				
RG-213 U	50	101	0,66	PE	60dB	2,25	7,25	10,3	100	15,3	6	4,1
RG-213 US	50	101	0,66	PE	60dB	2,25	7,25	10,3	90	15,5	6	4,1
RG-214 US	50	101	0,66	PE	80dB	2,25	7,25	10,8		6		
RG-223 U	50	101	0,66	PE	80dB	0,9	2,95	5,3				
RG-316 U	50	95	0,70	PE		0,51		2,5				
RG-55	53,3	94	0,66	PE	90dB	0,9	3	5,3	30	5		
RG-58 CU	50	101	0,66	PE	60dB	0,9	2,95	5	25	4	39	13,5
RG-59	75	67	0,66					6,15	30	5,7		

12.7.2 Dämpfungen

Dämpfung in dB / 100m																		
Typ	1,8MHz	3,5MHz	7MHz	10MHz	14MHz	18MHz	21MHz	25MHz	30MHz	50MHz	100MHz	145MHz	200MHz	400MHz	435MHz	500MHz	1296MHz	2320MHz
4/S-60	1,3	1,5	1,9	2,0	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	5,0	7,0	9,0	11,0	16,3	17,2	19,0	33,0	49,0
60-7-2	1,3	1,5	1,9	2,0	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	5,0	7,0	8,8	10,0	15,5	15,7	17,0	31,0	47,0
Aircell-7	0,8	1,1	1,6	2,1	2,4	2,8	3,0	3,3	3,7	4,8	6,9	7,9	9,4	14,0	14,5	16,5	26,1	43,0
Aircom-plus	0,4	0,4	0,6	0,9	1,2	1,3	1,5	1,5	1,6	2,2	3,3	4,5	5,3	7,4	7,5	8,0	14,5	21,5
CF1/2"	0,3	0,3	0,6	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,6	2,3	3,0	3,3	4,8	5,6	5,4	9,1	12,5
CF1/4"	0,6	0,8	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	2,4	2,5	3,0	4,3	5,5	6,1	8,8	9,0	10,0	13,0	15,0
CF3/8"	0,4	0,4	0,6	0,9	1,2	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	2,6	3,8	4,6	6,4	6,5	6,7	13,0	16,0
CF5/8"	0,2	0,3	0,5	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	2,0	2,5	3,3	3,9	4,0	4,2	7,2	10,0
ECOFLEX10	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,8	4,0	4,8	5,9	8,7	8,9	9,8	17,0	23,0
ECOFLEX15	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0	2,8	3,4	4,1	6,0	6,1	6,9	11,4	16,0
H100	0,9	1,1	1,5	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,8	4,5	4,9	5,8	8,7	8,8	10,0	16,0	23,0
H1001				1,5						3,3	4,7	5,5					18,7	
H155	0,8	1,1	1,6	2,1	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	6,5	9,4	11,2	12,9	18,8	19,8	21,9	34,9	40,0
H2000	0,4	0,5	1,0	1,0	1,4	1,4	1,8	1,8	2,0	2,7	3,9	4,8	5,6	8,2	8,5	9,0	15,7	21,8
H500	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,9	4,1	4,8	5,7	8,7	9,0	9,7	17,4	24,1
RG-11 AU	1,38	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	5,1	7,5	9,2	11,0	16,3	17,2	19,0	33,0	49,0
RG-142 AU	3,0	4,2	6,3	7,0	7,7	8,0	8,2	8,7	9,0	10,5	14,0	15,0	20,0	28,0	30,0	35,0	49,0	72,0
RG-174 U	4,0	5,6	9,0	12,0	13,0	14,0	14,8	15,8	17,0	20,5	29,0	34,0	45,0	55,0	60,0	70,0	110,0	175,0
RG-178				12,2	17,0		19,0		22,0	30,0	42,0	60,0			90,0			
RG-179				8,2	10,2		12,0		15,0	19,5	28,0	35,0			65,0			
RG-188 AU	4,0	5,6	9,0	12,0	13,0	14,0	14,8	15,8	17,0	20,5	28,0	32,0	40,0	55,0	58,0	68,0	113,0	165,0
RG-196 AU	5,0	8,0	16,0	22,0	23,0	24,0	24,7	26,0	27,0	32,0	43,0	52,0	62,0	95,0	96,0	102,0	155,0	250,0
RG-213 U	1,0	1,2	1,6	2,0	2,3	2,7	2,9	3,2	3,6	4,3	6,3	8,2	9,5	14,5	15,0	17,0	26,0	43,0
RG-213 US	0,9	1,1	1,5	1,8	1,9	2,1	2,1	2,3	2,5	3,2	4,7	5,9	6,8	9,7	10,1	11,0	21,1	29,0
RG-214 US	0,9	1,1	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8	3,2	3,9	5,7	7,6	9,0	13,0	13,5	15,0	23,5	36,0
RG-223 U	3,8	4,1	4,5	5,1	5,3	5,8	6,0	6,3	7,0	8,5	13,0	18,5	20,0	30,0	34,0	38,0	60,0	85,0
RG-316 U	4,0	5,6	9,0	12,0	13,0	14,0	14,8	15,8	17,0	20,0	28,0	32,0	40,0	50,0	58,0	68,0	113,0	165,0
RG-55	4,1	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,3	6,7	7,5	9,0	12,7	16,0	18,5	27,5	29,0	31,0	52,0	77,0
RG-58 CU	2,8	3,2	4,0	4,6	5,3	6,0	6,5	7,0	8,0	11,0	16,3	20,0	24,0	36,0	40,0	47,0	90,0	140,0
RG-59				2,8	4,0		4,8		5,6	7,8	11,5	14,0			25,0		45,0	

12.8 Stockungsabstand von Antennen



Der Stockungsabstand ist abhängig vom Öffnungswinkel der zu stockenden Antennen. Es wird die +/- 3dB Bandbreite zur Berechnung herangezogen. Die im Beispiel herangezogene Antenne hat laut Diagramm einen 3dB Öffnungswinkel von +/- 30° = 60°
Der in der Tabelle angegebene Stockungsabstand 119,4 cm ist ein Richtwert.
Der optimale Stockungsabstand muss mit einem Antennen-Berechnungs-Programm, wie z.B. EZNEC oder MMANA berechnet werden.

Richtwerte für Stockungsabstand [m] von Richtantennen

Frequenz [MHz]	Öffnungswinkel der zu stockenden Antenne [°]															
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
1.850	466,62	374,36	313,06	269,46	236,91	211,73	191,73	175,48	162,05	150,80	141,27	133,10	126,06	119,94	114,59	109,90
3.650	236,50	189,75	158,68	136,57	120,08	107,32	97,18	88,94	82,14	76,43	71,60	67,46	63,89	60,79	58,08	55,70
7.050	122,45	98,24	82,15	70,71	62,17	55,56	50,31	46,05	42,52	39,57	37,07	34,93	33,08	31,47	30,07	28,84
10.120	85,30	68,44	57,23	49,26	43,31	38,71	35,05	32,08	29,62	27,57	25,82	24,33	23,04	21,92	20,95	20,09
14.174	60,90	48,86	40,86	35,17	30,92	27,64	25,02	22,90	21,15	19,68	18,44	17,37	16,45	15,65	14,96	14,34
18.118	47,65	38,23	31,97	27,51	24,19	21,62	19,58	17,92	16,55	15,40	14,42	13,59	12,87	12,25	11,70	11,22
21.225	40,67	32,63	27,29	23,49	20,65	18,46	16,71	15,29	14,12	13,14	12,31	11,60	10,99	10,45	9,99	9,58
24.940	34,61	27,77	23,22	19,99	17,57	15,71	14,22	13,02	12,02	11,19	10,48	9,87	9,35	8,90	8,50	8,15
28.800	29,97	24,05	20,11	17,31	15,22	13,60	12,32	11,27	10,41	9,69	9,07	8,55	8,10	7,70	7,36	7,06
50.5	17,09	13,71	11,47	9,87	8,68	7,76	7,02	6,43	5,94	5,52	5,18	4,88	4,62	4,39	4,20	4,03

Richtwerte für Stockungsabstand [cm] von Richtantennen

Frequenz [MHz]	Öffnungswinkel der zu stockenden Antenne [°]															
	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5
145,0	595,3	477,6	399,4	343,8	302,3	270,1	244,6	223,9	206,8	192,4	180,2	169,8	160,8	153,0	146,2	140,2
435,0	198,4	159,2	133,1	114,6	100,8	90,0	81,5	74,6	68,9	64,1	60,1	56,6	53,6	51,0	48,7	46,7
1270,0	68,0	54,5	45,6	39,3	34,5	30,8	27,9	25,6	23,6	22,0	20,6	19,4	18,4	17,5	16,7	16,0
2380,0	36,3	29,1	24,3	20,9	18,4	16,5	14,9	13,6	12,6	11,7	11,0	10,3	9,8	9,3	8,9	8,5
5750,0	15,0	12,0	10,1	8,7	7,6	6,8	6,2	5,6	5,2	4,9	4,5	4,3	4,1	3,9	3,7	3,5

Öffnungswinkel der zu stockenden Antenne [°]

Frequenz [MHz]	Öffnungswinkel der zu stockenden Antenne [°]															
	62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80	82,5	85	87,5	90	92,5	95	97,5	100
145,0	595,3	477,6	399,4	343,8	302,3	270,1	244,6	223,9	206,8	192,4	180,2	169,8	160,8	153,0	146,2	140,2
435,0	198,4	159,2	133,1	114,6	100,8	90,0	81,5	74,6	68,9	64,1	60,1	56,6	53,6	51,0	48,7	46,7
1270,0	68,0	54,5	45,6	39,3	34,5	30,8	27,9	25,6	23,6	22,0	20,6	19,4	18,4	17,5	16,7	16,0
2380,0	36,3	29,1	24,3	20,9	18,4	16,5	14,9	13,6	12,6	11,7	11,0	10,3	9,8	9,3	8,9	8,5
5750,0	15,0	12,0	10,1	8,7	7,6	6,8	6,2	5,6	5,2	4,9	4,5	4,3	4,1	3,9	3,7	3,5

12.9 SWR bei Fehlanpassung

Erfolgt ein Abschluss $\neq 50\Omega$ so wird das SWR > 1 .

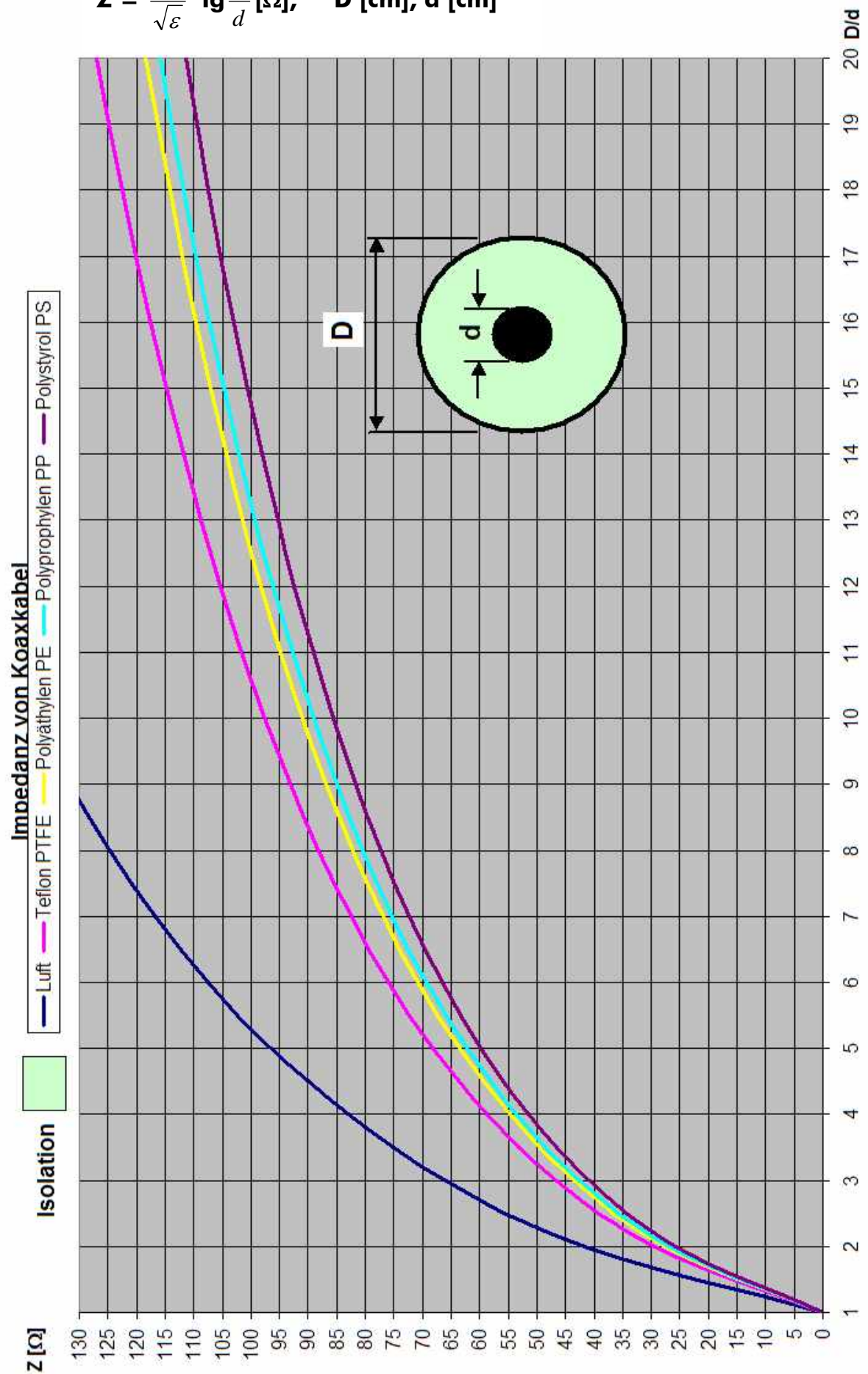
Hier eine Tabelle die zeigt, bei welchem realen Abschlusswiderstand welches SWR entsteht.

SWR	RAbschluss < 50Ω [Ω]	RAbschluss > 50Ω [Ω]	U, I Verlust [%]	P Verlust [%]
1,00	50,0	50,0	0,0%	0,0%
1,05	47,6	52,5	2,4%	0,1%
1,10	45,5	55,0	4,8%	0,2%
1,15	43,5	57,5	7,0%	0,5%
1,20	41,7	60,0	9,1%	0,8%
1,25	40,0	62,5	11,1%	1,2%
1,30	38,5	65,0	13,0%	1,7%
1,35	37,0	67,5	14,9%	2,2%
1,40	35,7	70,0	16,7%	2,8%
1,45	34,5	72,5	18,4%	3,4%
1,50	33,3	75,0	20,0%	4,0%
1,55	32,3	77,5	21,6%	4,7%
1,60	31,3	80,0	23,1%	5,3%
1,65	30,3	82,5	24,5%	6,0%
1,70	29,4	85,0	25,9%	6,7%
1,75	28,6	87,5	27,3%	7,4%
1,80	27,8	90,0	28,6%	8,2%
1,85	27,0	92,5	29,8%	8,9%
1,90	26,3	95,0	31,0%	9,6%
1,95	25,6	97,5	32,2%	10,4%
2,00	25,0	100,0	33,3%	11,1%
2,05	24,4	102,5	34,4%	11,9%
2,10	23,8	105,0	35,5%	12,6%
2,15	23,3	107,5	36,5%	13,3%
2,20	22,7	110,0	37,5%	14,1%
2,25	22,2	112,5	38,5%	14,8%
2,30	21,7	115,0	39,4%	15,5%
2,35	21,3	117,5	40,3%	16,2%
2,40	20,8	120,0	41,2%	17,0%
2,45	20,4	122,5	42,0%	17,7%
2,50	20,0	125,0	42,9%	18,4%
2,55	19,6	127,5	43,7%	19,1%
2,60	19,2	130,0	44,4%	19,8%
2,65	18,9	132,5	45,2%	20,4%
2,70	18,5	135,0	45,9%	21,1%
2,75	18,2	137,5	46,7%	21,8%
2,80	17,9	140,0	47,4%	22,4%
2,85	17,5	142,5	48,1%	23,1%
2,90	17,2	145,0	48,7%	23,7%
2,95	16,9	147,5	49,4%	24,4%
3,00	16,7	150,0	50,0%	25,0%

SWR	RAbschluss < 50Ω [Ω]	RAbschluss > 50Ω [Ω]	U, I Verlust [%]	P Verlust [%]
3,00	16,7	150,0	50,0%	25,0%
3,25	15,4	162,5	52,9%	28,0%
3,50	14,3	175,0	55,6%	30,9%
3,75	13,3	187,5	57,9%	33,5%
4,00	12,5	200,0	60,0%	36,0%
4,25	11,8	212,5	61,9%	38,3%
4,50	11,1	225,0	63,6%	40,5%
4,75	10,5	237,5	65,2%	42,5%
5,00	10,0	250,0	66,7%	44,4%
5,25	9,5	262,5	68,0%	46,2%
5,50	9,1	275,0	69,2%	47,9%
5,75	8,7	287,5	70,4%	49,5%
6,00	8,3	300,0	71,4%	51,0%
6,25	8,0	312,5	72,4%	52,4%
6,50	7,7	325,0	73,3%	53,8%
6,75	7,4	337,5	74,2%	55,0%
7,00	7,1	350,0	75,0%	56,3%
7,25	6,9	362,5	75,8%	57,4%
7,50	6,7	375,0	76,5%	58,5%
7,75	6,5	387,5	77,1%	59,5%
8,00	6,3	400,0	77,8%	60,5%
8,25	6,1	412,5	78,4%	61,4%
8,50	5,9	425,0	78,9%	62,3%
8,75	5,7	437,5	79,5%	63,2%
9,00	5,6	450,0	80,0%	64,0%
9,25	5,4	462,5	80,5%	64,8%
9,50	5,3	475,0	81,0%	65,5%
9,75	5,1	487,5	81,4%	66,3%
10,00	5,0	500,0	81,8%	66,9%
11,00	4,5	550,0	83,3%	69,4%
12,00	4,2	600,0	84,6%	71,6%
13,00	3,8	650,0	85,7%	73,5%
14,00	3,6	700,0	86,7%	75,1%
15,00	3,3	750,0	87,5%	76,6%
16,00	3,1	800,0	88,2%	77,9%
17,00	2,9	850,0	88,9%	79,0%
18,00	2,8	900,0	89,5%	80,1%
19,00	2,6	950,0	90,0%	81,0%
20,00	2,5	1000,0	90,5%	81,9%
25,00	2,0	1250,0	92,3%	85,2%
30,00	1,7	1500,0	93,5%	87,5%

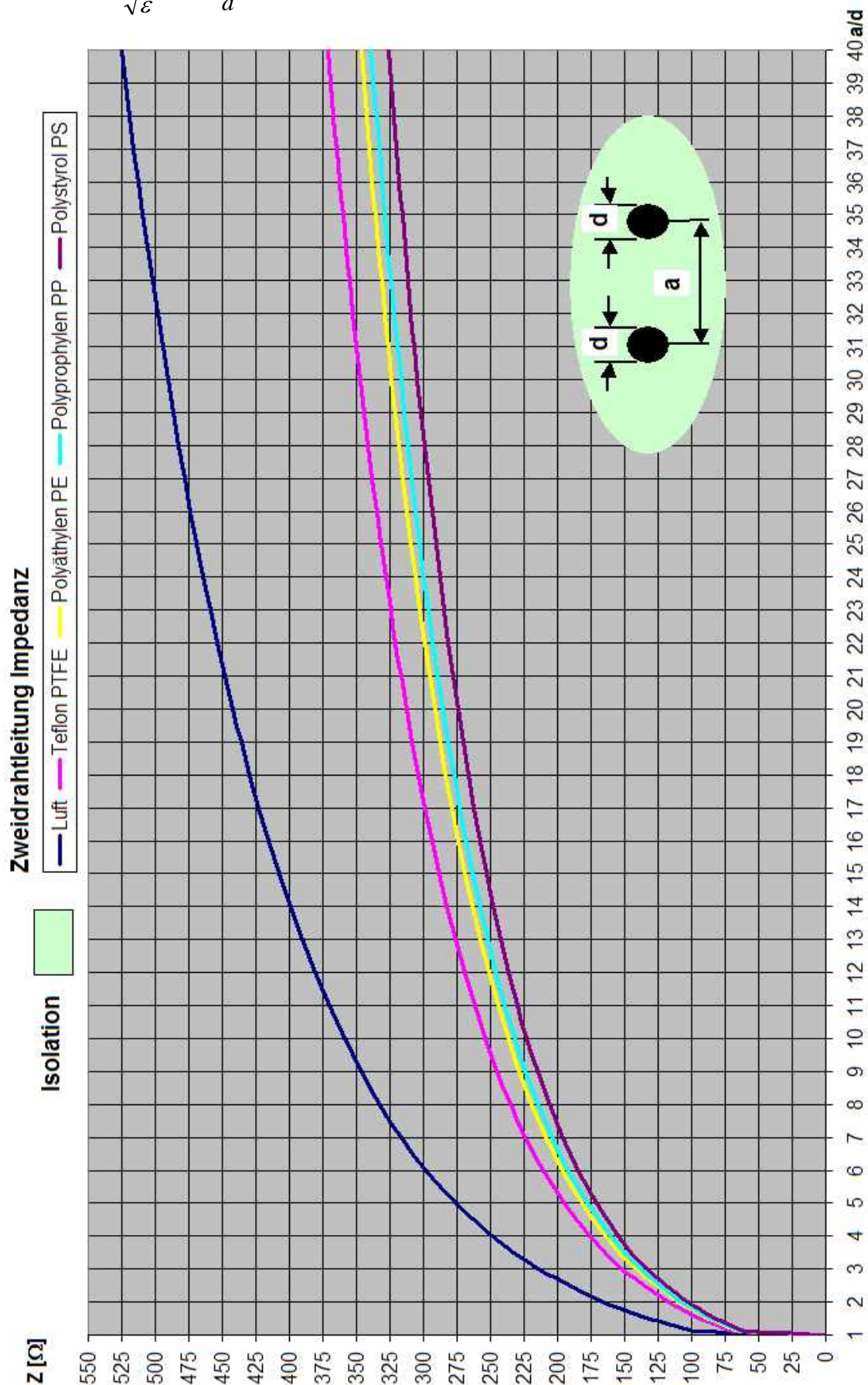
12.10 Diagramm Koaxkabel Impedanz

$$Z = \frac{138}{\sqrt{\epsilon}} \cdot \lg \frac{D}{d} [\Omega], \quad D [\text{cm}], d [\text{cm}]$$



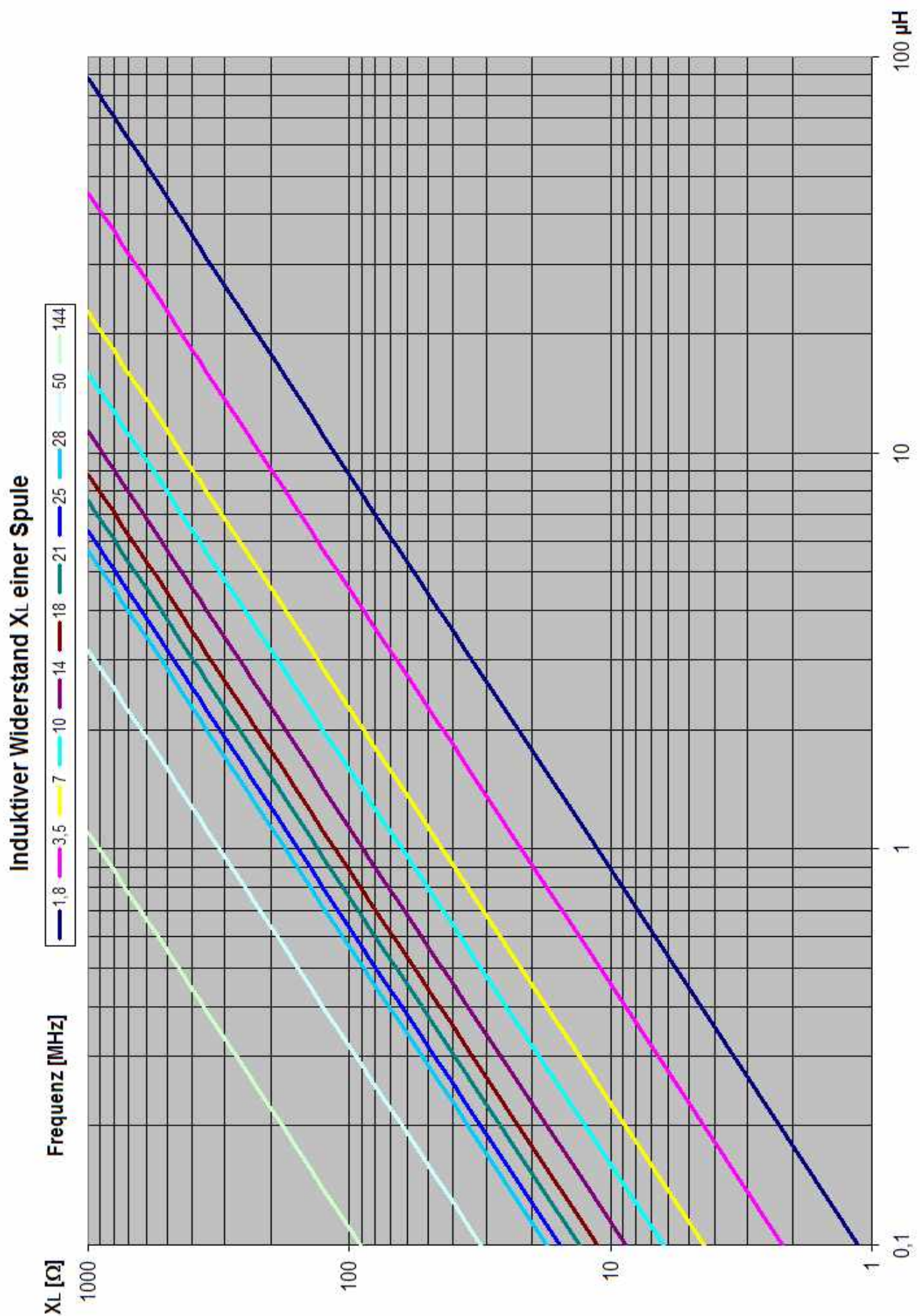
12.11 Diagramm Zweidrahtleitung Impedanz

$$Z = \frac{276}{\sqrt{\varepsilon}} \cdot \lg \frac{2 \cdot a}{d} [\Omega], \quad a [\text{cm}], d [\text{cm}]$$



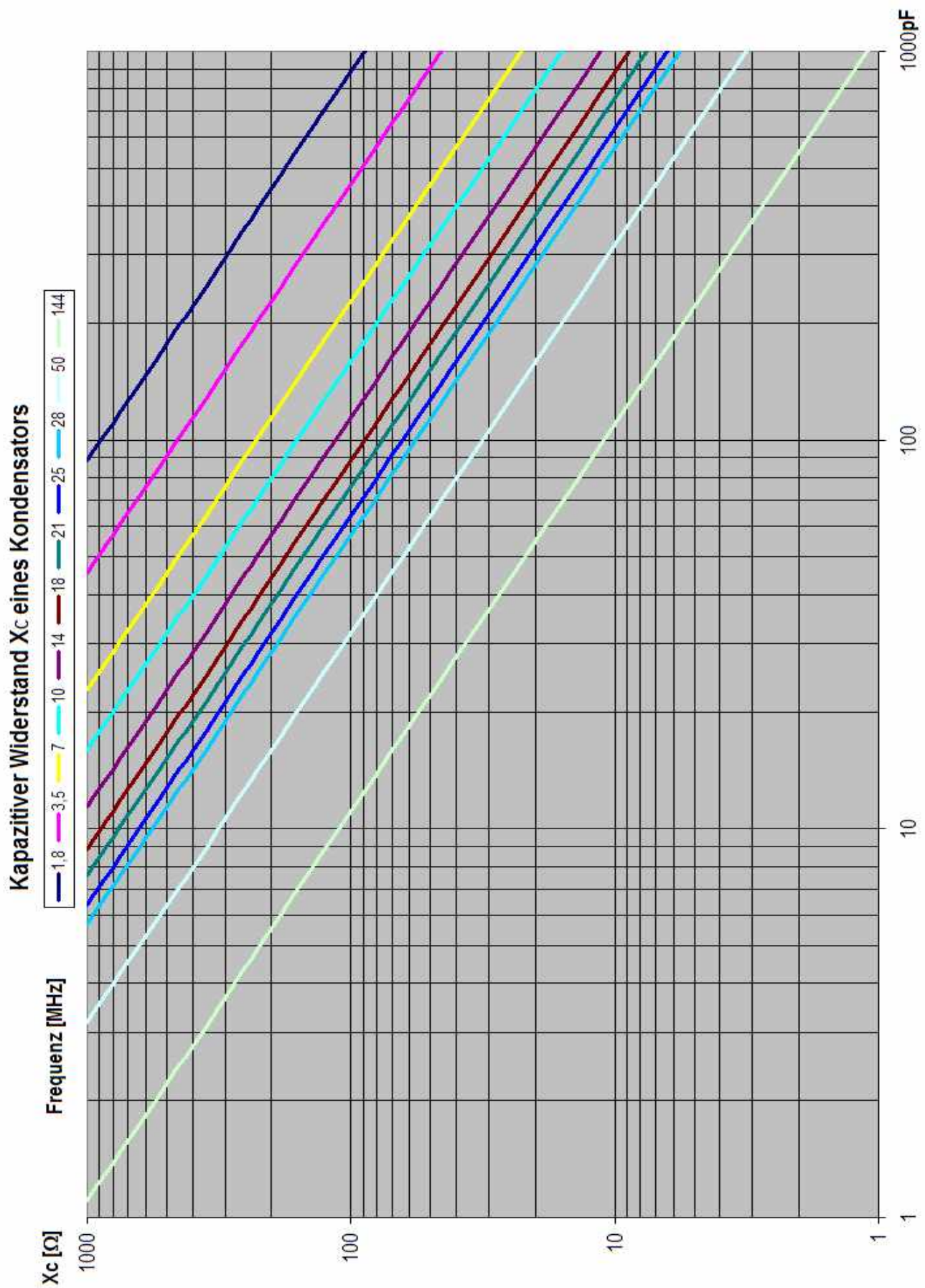
12.12 Diagramm Induktiver Widerstand

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \text{ } [\Omega], \quad f \text{ [Hz]}, L \text{ [H]}, \quad L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} \text{ [H]}, \quad f \text{ [Hz]}, X_L \text{ } [\Omega],$$



12.13 Diagramm Kapazitiver Widerstand

$$X_c = \frac{1}{2 * \pi * f * C} [\Omega], \quad f [\text{Hz}], \quad C [\text{F}], \quad C = \frac{1}{2 * \pi * f * X_c} [\text{F}], \quad f [\text{Hz}], \quad X_c [\Omega]$$



12.14 Tabelle Umrechnung Feet in m

1 Feet = 0,3048 m, 1 m = 3,28084 Feet

Feet	m
132,5	40,39
133,0	40,54
133,5	40,69
134,0	40,84
134,5	41,00
135,0	41,15
135,5	41,30
136,0	41,45
136,5	41,61
137,0	41,76
137,5	41,91
138,0	42,06
138,5	42,21
139,0	42,37
139,5	42,52
140,0	42,67
140,5	42,82
141,0	42,98
141,5	43,13
142,0	43,28
142,5	43,43
143,0	43,59
143,5	43,74
144,0	43,89
144,5	44,04
145,0	44,20
145,5	44,35
146,0	44,50
146,5	44,65
147,0	44,81
147,5	44,96
148,0	45,11
148,5	45,26
149,0	45,42
149,5	45,57
150,0	45,72
150,5	45,87
151,0	46,02
151,5	46,18
152,0	46,33

Feet	m
112,5	34,29
113,0	34,44
113,5	34,59
114,0	34,75
114,5	34,90
115,0	35,05
115,5	35,20
116,0	35,36
116,5	35,51
117,0	35,66
117,5	35,81
118,0	35,97
118,5	36,12
119,0	36,27
119,5	36,42
120,0	36,58
120,5	36,73
121,0	36,88
121,5	37,03
122,0	37,19
122,5	37,34
123,0	37,49
123,5	37,64
124,0	37,80
124,5	37,95
125,0	38,10
125,5	38,25
126,0	38,40
126,5	38,56
127,0	38,71
127,5	38,86
128,0	39,01
128,5	39,17
129,0	39,32
129,5	39,47
130,0	39,62
130,5	39,78
131,0	39,93
131,5	40,08
132,0	40,23

Feet	m
92,5	28,19
93,0	28,35
93,5	28,50
94,0	28,65
94,5	28,80
95,0	28,96
95,5	29,11
96,0	29,26
96,5	29,41
97,0	29,57
97,5	29,72
98,0	29,87
98,5	30,02
99,0	30,18
99,5	30,33
100,0	30,48
100,5	30,63
101,0	30,78
101,5	30,94
102,0	31,09
102,5	31,24
103,0	31,39
103,5	31,55
104,0	31,70
104,5	31,85
105,0	32,00
105,5	32,16
106,0	32,31
106,5	32,46
107,0	32,61
107,5	32,77
108,0	32,92
108,5	33,07
109,0	33,22
109,5	33,38
110,0	33,53
110,5	33,68
111,0	33,83
111,5	33,99
112,0	34,14

Feet	m
72,5	22,10
73,0	22,25
73,5	22,40
74,0	22,56
74,5	22,71
75,0	22,86
75,5	23,01
76,0	23,16
76,5	23,32
77,0	23,47
77,5	23,62
78,0	23,77
78,5	23,93
79,0	24,08
79,5	24,23
80,0	24,38
80,5	24,54
81,0	24,69
81,5	24,84
82,0	24,99
82,5	25,15
83,0	25,30
83,5	25,45
84,0	25,60
84,5	25,76
85,0	25,91
85,5	26,06
86,0	26,21
86,5	26,37
87,0	26,52
87,5	26,67
88,0	26,82
88,5	26,97
89,0	27,13
89,5	27,28
90,0	27,43
90,5	27,58
91,0	27,74
91,5	27,89
92,0	28,04

Feet	m
52,5	16,00
53,0	16,15
53,5	16,31
54,0	16,46
54,5	16,61
55,0	16,76
55,5	16,92
56,0	17,07
56,5	17,22
57,0	17,37
57,5	17,53
58,0	17,68
58,5	17,83
59,0	17,98
59,5	18,14
60,0	18,29
60,5	18,44
61,0	18,59
61,5	18,75
62,0	18,90
62,5	19,05
63,0	19,20
63,5	19,35
64,0	19,51
64,5	19,66
65,0	19,81
65,5	19,96
66,0	20,12
66,5	20,27
67,0	20,42
67,5	20,57
68,0	20,73
68,5	20,88
69,0	21,03
69,5	21,18
70,0	21,34
70,5	21,49
71,0	21,64
71,5	21,79
72,0	21,95

Feet	m
32,5	9,91
33,0	10,06
33,5	10,21
34,0	10,36
34,5	10,52
35,0	10,67
35,5	10,82
36,0	10,97
36,5	11,13
37,0	11,28
37,5	11,43
38,0	11,58
38,5	11,73
39,0	11,89
39,5	12,04
40,0	12,19
40,5	12,34
41,0	12,50
41,5	12,65
42,0	12,80
42,5	12,95
43,0	13,11
43,5	13,26
44,0	13,41
44,5	13,56
45,0	13,72
45,5	13,87
46,0	14,02
46,5	14,17
47,0	14,33
47,5	14,48
48,0	14,63
48,5	14,78
49,0	14,94
49,5	15,09
50,0	15,24
50,5	15,39
51,0	15,54
51,5	15,70
52,0	15,85

Feet	m
12,5	3,81
13,0	3,96
13,5	4,11
14,0	4,27
14,5	4,42
15,0	4,57
15,5	4,72
16,0	4,88
16,5	5,03
17,0	5,18
17,5	5,33
18,0	5,49
18,5	5,64
19,0	5,79
19,5	5,94
20,0	6,10
20,5	6,25
21,0	6,40
21,5	6,55
22,0	6,71
22,5	6,86
23,0	7,01
23,5	7,16
24,0	7,32
24,5	7,47
25,0	7,62
25,5	7,77
26,0	7,92
26,5	8,08
27,0	8,23
27,5	8,38
28,0	8,53
28,5	8,69
29,0	8,84
29,5	8,99
30,0	9,14
30,5	9,30
31,0	9,45
31,5	9,60
32,0	9,75

Feet	m
4,2	1,28
4,4	1,34
4,6	1,40
4,8	1,46
5,0	1,52
5,2	1,58
5,4	1,65
5,6	1,71
5,8	1,77
6,0	1,83
6,2	1,89
6,4	1,95
6,6	2,01
6,8	2,07
7,0	2,13
7,2	2,19
7,4	2,26
7,6	2,32
7,8	2,38
8,0	2,44
8,2	2,50
8,4	2,56
8,6	2,62
8,8	2,68
9,0	2,74
9,2	2,80
9,4	2,87
9,6	2,93
9,8	2,99
10,0	3,05
10,2	3,11
10,4	3,17
10,6	3,23
10,8	3,29
11,0	3,35
11,2	3,41
11,4	3,47
11,6	3,54
11,8	3,60
12,0	3,66

Feet	m
0,1	0,030
0,2	0,061
0,3	0,091
0,4	0,122
0,5	0,152
0,6	0,183
0,7	0,213
0,8	0,244
0,9	0,274
1,0	0,305
1,1	0,335
1,2	0,366
1,3	0,396
1,4	0,427
1,5	0,457
1,6	0,488
1,7	0,518
1,8	0,549
1,9	0,579
2,0	0,610
2,1	0,640
2,2	0,671
2,3	0,701
2,4	0,732
2,5	0,762
2,6	0,792
2,7	0,823
2,8	0,853
2,9	0,884
3,0	0,914
3,1	0,945
3,2	0,975
3,3	1,006
3,4	1,036
3,5	1,067
3,6	1,097
3,7	1,128
3,8	1,158
3,9	1,189
4,0	1,219

12.15 Tabelle Drahtstärke

12.15.1 AWG > inch, inch², mm, mm²

AWG = American Wire Gauge					Widerstand von Kupferdraht			Gewicht von Kupferdraht	
AWG	[inch]	[inch²]	[mm]	[mm²]	[Ω/1000m]	[Ω/m]	[m/Ω]	[kg/1000m]	[m/kg]
10/0	1.0351	0.8414272	26.290	542.85515	0.033	0.000033	30399.889	3794.3325	0.26
9/0	0.9218	0.6673399	23.413	430.54099	0.041	0.000041	24110.295	3009.3031	0.33
8/0	0.8209	0.5292704	20.851	341.46409	0.052	0.000052	19121.989	2386.6925	0.42
7/0	0.7311	0.4197669	18.569	270.81679	0.066	0.000066	15165.740	1892.8971	0.53
6/0	0.6511	0.3329191	16.537	214.78607	0.083	0.000083	12028.020	1501.2656	0.67
5/0	0.5798	0.2640397	14.727	170.34785	0.105	0.000105	9539.480	1190.6609	0.84
4/0	0.5164	0.2094111	13.116	135.10369	0.132	0.000132	7565.806	944.3188	1.06
3/0	0.4599	0.1660850	11.680	107.15137	0.167	0.000167	6000.477	748.9437	1.34
2/0	0.4095	0.1317228	10.402	84.98226	0.210	0.000210	4759.007	593.9908	1.68
1/0	0.3647	0.1044699	9.264	67.39983	0.265	0.000265	3774.391	471.0969	2.12
0/0	0.3248	0.0828556	8.250	53.45513	0.334	0.000334	2993.487	373.6292	2.68
1	0.2893	0.0657132	7.347	42.39551	0.421	0.000421	2374.149	296.3271	3.37
2	0.2576	0.0521174	6.543	33.62408	0.531	0.000531	1882.949	235.0184	4.25
3	0.2294	0.0413346	5.827	26.66742	0.670	0.000670	1493.375	186.3942	5.36
4	0.2043	0.0327827	5.189	21.15006	0.844	0.000844	1184.403	147.8301	6.76
5	0.1819	0.0260001	4.621	16.77421	1.065	0.001065	939.356	117.2448	8.53
6	0.1620	0.0206208	4.116	13.30370	1.342	0.001342	745.007	92.9874	10.75
7	0.1443	0.0163544	3.665	10.55123	1.692	0.001692	590.869	73.7487	13.56
8	0.1285	0.0129708	3.264	8.36823	2.134	0.002134	468.621	58.4905	17.10
9	0.1144	0.0102872	2.907	6.63688	2.691	0.002691	371.665	46.3891	21.56
10	0.1019	0.0081588	2.589	5.26374	3.392	0.003392	294.770	36.7914	27.18
11	0.0908	0.0064708	2.306	4.17470	4.277	0.004277	233.783	29.1794	34.27
12	0.0808	0.0051320	2.053	3.31097	5.393	0.005393	185.415	23.1423	43.21
13	0.0720	0.0040702	1.829	2.62595	6.800	0.006800	147.053	18.3543	54.48
14	0.0641	0.0032281	1.628	2.08265	8.574	0.008574	116.629	14.5569	68.70
15	0.0571	0.0025602	1.450	1.65176	10.811	0.010811	92.499	11.5451	86.62
16	0.0508	0.0020305	1.291	1.31002	13.631	0.013631	73.361	9.1565	109.21
17	0.0453	0.0016104	1.150	1.03898	17.187	0.017187	58.183	7.2621	137.70
18	0.0403	0.0012772	1.024	0.82402	21.671	0.021671	46.145	5.7596	173.62
19	0.0359	0.0010130	0.912	0.65354	27.324	0.027324	36.598	4.5679	218.92
20	0.0320	0.0008034	0.812	0.51832	34.452	0.034452	29.026	3.6229	276.03
21	0.0285	0.0006372	0.723	0.41108	43.439	0.043439	23.021	2.8733	348.03
22	0.0254	0.0005054	0.644	0.32603	54.771	0.054771	18.258	2.2788	438.82
23	0.0226	0.0004008	0.574	0.25858	69.059	0.069059	14.480	1.8074	553.30
24	0.0201	0.0003179	0.511	0.20508	87.074	0.087074	11.484	1.4334	697.63
25	0.0179	0.0002521	0.455	0.16265	109.789	0.109789	9.108	1.1369	879.62
26	0.0160	0.0001999	0.405	0.12900	138.429	0.138429	7.224	0.9016	1109.09
27	0.0142	0.0001586	0.361	0.10231	174.541	0.174541	5.729	0.7151	1398.41
28	0.0127	0.0001258	0.321	0.08114	220.073	0.220073	4.544	0.5671	1763.21
29	0.0113	0.0000997	0.286	0.06435	277.483	0.277483	3.604	0.4498	2223.17
30	0.0100	0.0000791	0.255	0.05104	349.870	0.349870	2.858	0.3567	2803.13
31	0.0089	0.0000627	0.227	0.04048	441.139	0.441139	2.267	0.2829	3534.37
32	0.0080	0.0000498	0.202	0.03210	556.218	0.556218	1.798	0.2244	4456.38
33	0.0071	0.0000395	0.180	0.02546	701.318	0.701318	1.426	0.1780	5618.90
34	0.0063	0.0000313	0.160	0.02019	884.269	0.884269	1.131	0.1411	7084.69
35	0.0056	0.0000248	0.143	0.01602	1114.946	1.114946	0.897	0.1119	8932.86
36	0.0050	0.0000197	0.127	0.01270	1405.799	1.405799	0.711	0.0888	11263.15
37	0.0045	0.0000156	0.113	0.01007	1772.526	1.772526	0.564	0.0704	14201.34
38	0.0040	0.0000124	0.101	0.00799	2234.921	2.234921	0.447	0.0558	17906.01
39	0.0035	0.0000098	0.090	0.00634	2817.939	2.817939	0.355	0.0443	22577.10
40	0.0031	0.0000078	0.080	0.00503	3553.048	3.553048	0.281	0.0351	28466.73
41	0.0028	0.0000062	0.071	0.00399	4479.923	4.479923	0.223	0.0279	35892.78
42	0.0025	0.0000049	0.063	0.00316	5648.589	5.648589	0.177	0.0221	45256.04
43	0.0022	0.0000039	0.057	0.00251	7122.122	7.122122	0.140	0.0175	57061.88
44	0.0020	0.0000031	0.050	0.00199	8980.053	8.980053	0.111	0.0139	71947.47
45	0.0018	0.0000024	0.045	0.00158	11322.657	11.322657	0.088	0.0110	90716.22
46	0.0016	0.0000019	0.040	0.00125	14276.371	14.276371	0.070	0.0087	114381.14
47	0.0014	0.0000015	0.036	0.00099	18000.612	18.000612	0.056	0.0069	144219.47
48	0.0012	0.0000012	0.032	0.00079	22696.388	22.696388	0.044	0.0055	181841.64
49	0.0011	0.0000010	0.028	0.00062	28617.138	28.617138	0.035	0.0044	229278.22
50	0.0010	0.0000008	0.025	0.00049	36082.420	36.082420	0.028	0.0035	289089.47

12.15.2 BWG > inch, inch², mm, mm²

Birmingham Wire Gauge					Widerstand von Kupferdraht			Gewicht von Kupferdraht	
BWG	[inch]	[inch²]	[mm]	[mm²]	[Ω/1000m]	[Ω/m]	[m/Ω]	[kg/1000m]	[m/kg]
1	0.3	0.071	7.6200	45.6036731	0.39157	0.000	2553.805695	318.751	3.1372
2	0.284	0.063	7.2136	40.8689984	0.43694	0.000	2288.663912	285.657	3.5007
3	0.259	0.053	6.5786	33.9904444	0.52536	0.001	1903.464887	237.579	4.2091
4	0.238	0.044	6.0452	28.7019384	0.62216	0.001	1607.308553	200.615	4.9847
5	0.22	0.038	5.5880	24.5246420	0.72813	0.001	1373.379951	171.417	5.8337
6	0.203	0.032	5.1562	20.8809085	0.85519	0.001	1169.330876	145.949	6.8517
7	0.18	0.025	4.5720	16.4173223	1.08770	0.001	919.370050	114.750	8.7146
8	0.165	0.021	4.1910	13.7951111	1.29445	0.001	772.526223	96.422	10.3711
9	0.148	0.017	3.7592	11.0989206	1.60891	0.002	621.539555	77.577	12.8904
10	0.134	0.014	3.4036	9.0984395	1.96266	0.002	509.512612	63.594	15.7247
11	0.12	0.011	3.0480	7.2965877	2.44733	0.002	408.608911	51.000	19.6078
12	0.109	0.009	2.7686	6.0201916	2.96621	0.003	337.130727	42.079	23.7650
13	0.095	0.007	2.4130	4.5730350	3.90488	0.004	256.089960	31.964	31.2856
14	0.083	0.005	2.1082	3.4907078	5.11562	0.005	195.479638	24.399	40.9860
15	0.072	0.004	1.8288	2.6267716	6.79813	0.007	147.099208	18.360	54.4661
16	0.065	0.003	1.6510	2.1408391	8.34119	0.008	119.886990	14.964	66.8289
17	0.058	0.003	1.4732	1.7045640	10.47608	0.010	95.455582	11.914	83.9335
18	0.049	0.002	1.2446	1.2166047	14.67785	0.015	68.129861	8.504	117.5978
19	0.042	0.001	1.0668	0.8938320	19.97819	0.020	50.054592	6.248	160.0636
20	0.035	0.001	0.8890	0.6207167	28.76859	0.029	34.760133	4.339	230.4916
21	0.032	0.001	0.8128	0.5188685	34.41555	0.034	29.056634	3.627	275.7346
22	0.028	0.001	0.7112	0.3972587	44.95092	0.045	22.246485	2.777	360.1432
23	0.025	0.000	0.6350	0.3166922	56.38644	0.056	17.734762	2.214	451.7636
24	0.022	0.000	0.5588	0.2452464	72.81306	0.073	13.733800	1.714	583.3724
25	0.02	0.000	0.5080	0.2026830	88.10381	0.088	11.350248	1.417	705.8806
26	0.018	0.000	0.4572	0.1641732	108.77013	0.109	9.193701	1.148	871.4576
27	0.016	0.000	0.4064	0.1297171	137.66220	0.138	7.264158	0.907	1102.9385
28	0.01405	0.000	0.3569	0.1000253	178.52622	0.179	5.601418	0.699	1430.3378
29	0.013	0.000	0.3302	0.0856336	208.52972	0.209	4.795480	0.599	1670.7234
30	0.012	0.000	0.3048	0.0729659	244.73279	0.245	4.086089	0.510	1960.7796
31	0.01	0.000	0.2540	0.0506707	352.41522	0.352	2.837562	0.354	2823.5226
32	0.0089	0.000	0.2261	0.0401363	444.91254	0.445	2.247633	0.281	3564.6037
33	0.0079	0.000	0.2007	0.0316236	564.67749	0.565	1.770922	0.221	4524.1509
34	0.007	0.000	0.1778	0.0248287	719.21474	0.719	1.390405	0.174	5762.2909
35	0.005	0.000	0.1270	0.0126677	1409.66089	1.410	0.709390	0.089	11294.0903
36	0.004	0.000	0.1016	0.0081073	2202.59514	2.203	0.454010	0.057	17647.0160

12.15.3 SWG > inch, inch², mm, mm²

Standard Wire Gauge (British)					Widerstand von Kupferdraht			Gewicht von Kupferdraht	
SWG	[inch]	[inch ²]	[mm]	[mm ²]	[Ω/1000m]	[Ω/m]	[m/Ω]	[kg/1000m]	[m/kg]
1	0,3	0,071	7,6200	45,6036731	0,39157	0,000	2553,805695	318,751	3,1372
2	0,276	0,060	7,0104	38,5989489	0,46263	0,000	2161,541140	269,791	3,7066
3	0,252	0,050	6,4008	32,1779518	0,55495	0,001	1801,965298	224,911	4,4462
4	0,232	0,042	5,8928	27,2730234	0,65475	0,001	1527,289308	190,627	5,2458
5	0,212	0,035	5,3848	22,7734609	0,78412	0,001	1275,313813	159,177	6,2823
6	0,192	0,029	4,8768	18,6792645	0,95599	0,001	1046,038813	130,560	7,6593
7	0,176	0,024	4,4704	15,6957709	1,13770	0,001	878,963169	109,707	9,1152
8	0,16	0,020	4,0640	12,9717115	1,37662	0,001	726,415842	90,667	11,0294
9	0,144	0,016	3,6576	10,5070863	1,69953	0,002	588,396832	73,440	13,6165
10	0,128	0,013	3,2512	8,3018953	2,15097	0,002	464,906139	58,027	17,2334
11	0,116	0,011	2,9464	6,8182558	2,61902	0,003	381,822327	47,657	20,9834
12	0,104	0,008	2,6416	5,4805481	3,25828	0,003	306,910693	38,307	26,1051
13	0,092	0,007	2,3368	4,2887721	4,16370	0,004	240,171238	29,977	33,3592
14	0,08	0,005	2,0320	3,2429279	5,50649	0,006	181,603961	22,667	44,1175
15	0,072	0,004	1,8288	2,6267716	6,79813	0,007	147,099208	18,360	54,4661
16	0,064	0,003	1,6256	2,0754738	8,60389	0,009	116,226535	14,507	68,9337
17	0,056	0,002	1,4224	1,5890347	11,23773	0,011	88,985941	11,107	90,0358
18	0,048	0,002	1,2192	1,1674540	15,29580	0,015	65,377426	8,160	122,5487
19	0,04	0,001	1,0160	0,8107320	22,02595	0,022	45,400990	5,667	176,4702
20	0,036	0,001	0,9144	0,6566929	27,19253	0,027	36,774802	4,590	217,8644
21	0,032	0,001	0,8128	0,5188685	34,41555	0,034	29,056634	3,627	275,7346
22	0,028	0,001	0,7112	0,3972587	44,95092	0,045	22,246485	2,777	360,1432
23	0,024	0,000	0,6096	0,2918635	61,18320	0,061	16,344356	2,040	490,1949
24	0,022	0,000	0,5588	0,2452464	72,81306	0,073	13,733800	1,714	583,3724
25	0,02	0,000	0,5080	0,2026830	88,10381	0,088	11,350248	1,417	705,8806
26	0,018	0,000	0,4572	0,1641732	108,77013	0,109	9,193701	1,148	871,4576
27	0,0164	0,000	0,4166	0,1362840	131,02886	0,131	7,631906	0,953	1049,7927
28	0,0148	0,000	0,3759	0,1109892	160,89081	0,161	6,215396	0,776	1289,0443
29	0,0136	0,000	0,3454	0,0937206	190,53591	0,191	5,248354	0,655	1526,5585
30	0,0124	0,000	0,3150	0,0779113	229,19825	0,229	4,363035	0,545	1836,3180
31	0,0116	0,000	0,2946	0,0681826	261,90192	0,262	3,818223	0,477	2098,3372
32	0,0108	0,000	0,2743	0,0591024	302,13925	0,302	3,309732	0,413	2420,7155
33	0,01	0,000	0,2540	0,0506707	352,41522	0,352	2,837562	0,354	2823,5226
34	0,0092	0,000	0,2337	0,0428877	416,36959	0,416	2,401712	0,300	3335,9199
35	0,0084	0,000	0,2134	0,0357533	499,45468	0,499	2,002184	0,250	4001,5909
36	0,0076	0,000	0,1930	0,0292674	610,13716	0,610	1,638976	0,205	4888,3701
37	0,0068	0,000	0,1727	0,0234302	762,14365	0,762	1,312089	0,164	6106,2339
38	0,006	0,000	0,1524	0,0182415	978,93117	0,979	1,021522	0,128	7843,1182
39	0,0052	0,000	0,1321	0,0137014	1303,31073	1,303	0,767277	0,096	10442,0213
40	0,0048	0,000	0,1219	0,0116745	1529,57996	1,530	0,653774	0,082	12254,8722
41	0,0044	0,000	0,1118	0,0098099	1820,32656	1,820	0,549352	0,069	14584,3108
42	0,004	0,000	0,1016	0,0081073	2202,59514	2,203	0,454010	0,057	17647,0160
43	0,0036	0,000	0,0914	0,0065669	2719,25325	2,719	0,367748	0,046	21786,4395
44	0,0032	0,000	0,0813	0,0051887	3441,55490	3,442	0,290566	0,036	27573,4625
45	0,0028	0,000	0,0711	0,0039726	4495,09211	4,495	0,222465	0,028	36014,3184
46	0,0024	0,000	0,0610	0,0029186	6118,31982	6,118	0,163444	0,020	49019,4889
47	0,002	0,000	0,0508	0,0020268	8810,38054	8,810	0,113502	0,014	70588,0641
48	0,0016	0,000	0,0406	0,0012972	13766,21960	13,766	0,072642	0,009	110293,8501
49	0,0012	0,000	0,0305	0,0007297	24473,27928	24,473	0,040861	0,005	196077,9558
50	0,001	0,000	0,0254	0,0005067	35241,52217	35,242	0,028376	0,004	282352,2563

12.15.4 W&M > inch, inch², mm, mm²

Washburn & Moen					Widerstand von Kupferdraht			Gewicht von Kupferdraht	
W&M	[inch]	[inch ²]	[mm]	[mm ²]	[Ω/1000m]	[Ω/m]	[m/Ω]	[kg/1000m]	[m/kg]
1	0,283	0,063	7,1882	40,5816953	0,44003	0,000	2272,574936	283,649	3,5255
2	0,2625	0,054	6,6675	34,9153122	0,51144	0,001	1955,257485	244,044	4,0976
3	0,2437	0,047	6,1900	30,0932001	0,59339	0,001	1685,219206	210,339	4,7542
4	0,2253	0,040	5,7226	25,7205172	0,69428	0,001	1440,348966	179,776	5,5625
5	0,207	0,034	5,2578	21,7119088	0,82246	0,001	1215,866891	151,757	6,5895
6	0,192	0,029	4,8768	18,6792645	0,95599	0,001	1046,038813	130,560	7,6593
7	0,177	0,025	4,4958	15,8746386	1,12489	0,001	888,979762	110,957	9,0125
8	0,162	0,021	4,1148	13,2980311	1,34284	0,001	744,689741	92,948	10,7587
9	0,148	0,017	3,7592	11,0989206	1,60891	0,002	621,539555	77,577	12,8904
10	0,135	0,014	3,4290	9,2347438	1,93369	0,002	517,145653	64,547	15,4926
11	0,12	0,011	3,0480	7,2965877	2,44733	0,002	408,608911	51,000	19,6078
12	0,1055	0,009	2,6797	5,6397809	3,16628	0,003	315,827731	39,420	25,3680
13	0,0915	0,007	2,3241	4,2422817	4,20933	0,004	237,567775	29,652	33,7248
14	0,08	0,005	2,0320	3,2429279	5,50649	0,006	181,603961	22,667	44,1175
15	0,072	0,004	1,8288	2,6267716	6,79813	0,007	147,099208	18,360	54,4661
16	0,0625	0,003	1,5875	1,9793261	9,02183	0,009	110,842261	13,835	72,2822
17	0,0544	0,002	1,3818	1,4995298	11,90849	0,012	83,973671	10,481	95,4099
18	0,0475	0,002	1,2065	1,1432587	15,61951	0,016	64,022490	7,991	125,1423
19	0,041	0,001	1,0414	0,8517753	20,96462	0,021	47,699415	5,954	167,9668
20	0,0348	0,001	0,8839	0,6136430	29,10021	0,029	34,364009	4,289	233,1486
21	0,0319	0,001	0,8103	0,5156306	34,63166	0,035	28,875313	3,604	277,4661
22	0,028	0,001	0,7112	0,3972587	44,95092	0,045	22,246485	2,777	360,1432
23	0,026	0,001	0,6604	0,3425343	52,13243	0,052	19,181918	2,394	417,6809
24	0,0228	0,000	0,5791	0,2634068	67,79302	0,068	14,750782	1,841	543,1522
25	0,02	0,000	0,5080	0,2026830	88,10381	0,088	11,350248	1,417	705,8806
26	0,018	0,000	0,4572	0,1641732	108,77013	0,109	9,193701	1,148	871,4576
27	0,0173	0,000	0,4394	0,1516525	117,75042	0,118	8,492539	1,060	943,4069
28	0,0164	0,000	0,4166	0,1362840	131,02886	0,131	7,631906	0,953	1049,7927
29	0,0149	0,000	0,3785	0,1124941	158,73844	0,159	6,299671	0,786	1271,7997
31	0,013	0,000	0,3302	0,0856336	208,52972	0,209	4,795480	0,599	1670,7234
32	0,0128	0,000	0,3251	0,0830190	215,09718	0,215	4,649061	0,580	1723,3414
33	0,0118	0,000	0,2997	0,0705539	253,09913	0,253	3,951021	0,493	2027,8099
34	0,0104	0,000	0,2642	0,0548055	325,82768	0,326	3,069107	0,383	2610,5053
35	0,0095	0,000	0,2413	0,0457303	390,48778	0,390	2,560900	0,320	3128,5569
36	0,0089	0,000	0,2261	0,0401363	444,91254	0,445	2,247633	0,281	3564,6037
37	0,0084	0,000	0,2134	0,0357533	499,45468	0,499	2,002184	0,250	4001,5909
38	0,0079	0,000	0,2007	0,0316236	564,67749	0,565	1,770922	0,221	4524,1509
39	0,0076	0,000	0,1930	0,0292674	610,13716	0,610	1,638976	0,205	4888,3701
40	0,007	0,000	0,1778	0,0248287	719,21474	0,719	1,390405	0,174	5762,2909
41	0,0066	0,000	0,1676	0,0220722	809,03403	0,809	1,236042	0,154	6481,9159
42	0,0063	0,000	0,1600	0,0201112	887,91943	0,888	1,126228	0,141	7113,9394
43	0,006	0,000	0,1524	0,0182415	978,93117	0,979	1,021522	0,128	7843,1182
44	0,0058	0,000	0,1473	0,0170456	1047,60767	1,048	0,954556	0,119	8393,3489
45	0,0056	0,000	0,1422	0,0158903	1123,77303	1,124	0,889859	0,111	9003,5796
46	0,0052	0,000	0,1321	0,0137014	1303,31073	1,303	0,767277	0,096	10442,0213
47	0,005	0,000	0,1270	0,0126677	1409,66089	1,410	0,709390	0,089	11294,0903
48	0,0048	0,000	0,1219	0,0116745	1529,57996	1,530	0,653774	0,082	12254,8722
49	0,0046	0,000	0,1168	0,0107219	1665,47836	1,665	0,600428	0,075	13343,6794
50	0,0044	0,000	0,1118	0,0098099	1820,32656	1,820	0,549352	0,069	14584,3108

13 Index-Verzeichnis

A

Abbildung Filter MFJ-731 78
Abgleich 49
Abgleich von Radials 34
Abgleichanweisung 47
Abgleichanweisung allgemein 47
Abgleichanweisung Arbeitsweise 48
Abgleichanweisung Einstellungen 48
Abgleichanweisung Probleme 47
Abgleichpunkte 62
Abgleichpunkte Spulen 62
Abgleichpunkte Trimpotis 62
Abgleichwerkzeug 49
Abschlußwiderstände 49
Abstimmen Antennen 36
Abstimmen Speiseleitung 39
Abstimmen Stubs 39
Achtung 8, 13, 17, 18, 25, 55, 83, 88
ADVANCED 26
AL-Wert 24
AL-Wert ermitteln 24
analoge Meßinstrumente 56
Anhang 67
Anmerkung 50, 54
Anpassen Antennen 34
Anpassen Verstärker 43
Anpass-Netzwerk 43
Anpassung Speisepunkt Antennen 70
Anschluss Richtlinien 27
Anschlusslängen 10
Anschlussrichtlinien 19
Anschluss-Richtlinien 16
Antennen-Speiseleitung 21
Anzeige 56
Aufbau Balun 70
Ausgangspegel 12
Ausgangspegel Diagramm 12
Ausrüstung 49
Aussetzer 51
Austausch der Trimm-Poti's 87
AWG > inch, inch², mm, mm² 109

B

Balun 50 / 200Ω 68
Balun 50 / 50Ω 68
Batterie-Fach ausbauen 50
Bauteil-Beschränkungen 10
Beispiel 30
Beispiel Messung Filter 32
Beispiel Überprüfung 65
Bereichserweiterung 40kHz bis 1,8MHz 88
Beschreibung allgemein 8
Beverage Antenne 42
Bilder der Bereichserweiterung 89
Bilder Filter DK1NB 81
Blinkwarnung 18
Blockschaltbild 8

BWG > inch, inch², mm, mm² 110

C

CAPACITANCE 22
COAX LOSS 21

D

Detektor-Kalibrierung 54
Diagramm Koaxkabel Impedanz 104
Diagramm Langdraht-Ant. Gewinn 99
Diagramm Langdrahtant. Strahlungsrichtung 98
Diagramm Langdrahtant. Wellenwiderstand 98
Diagramm Schlankheitsgrad 95
Diagramm Zweidrahtleitung Impedanz 105
Diagramme 91
Digitalmultimeter 49
Dipol 34
Dipol-Antennen 97
Display 16
Distance to fault 29
DISTANCE TO FAULT 40
Download 116

E

Eingangskreis 43
Elektrische Halbwellen-Leitungen 20
elektrische Länge in Grad 11
Entfernung zur Fehlerstelle 29
Erhöhung der Messgenauigkeit 88
Ermittlung Kreisgüte 37, 38
Ermittlung Verkürzungsfaktors 24
Ermittlung Wellenwiderstand über L, C 25
Ermittlung Wellenwiderstand über SWR 24
Erweiterte Messungen 26
Erweitertes Menü 25
Externes Ladegerät 84
Externes Netzteil 13

F

Fehlerstelle messen 30
Feinabgleich der Radials 35
FREQUENCY 11
FREQUENCY COUNTER INPUT 16, 18
Frequenzband-Überlappung 51
Frequenzbereich 11
Frequenzzähler 18

G

GATE 18, 54
Genauigkeit 9
Geräteansicht von unten 90
Gesamtbereich Filter 33
Grid-Dip-Meter 45
Grid-Dip-Meter-Spulen 45

Grobabgleich der Radials 34
Größen anzeigen 11
Größen messen 11
Grundlegendes 26

H

Hauptmenü 17, 18
Hilfsmittel 67
Hinweis 11, 16, 22, 23, 28, 30, 31, 37, 39, 40, 55
Hinweise Antenne 20

I

Impedanz 27
IMPEDANZ 20, 23
Impedanz Betrag 27
Impedanz Beverage-Antenne 41
Impedanz Phase 27
Impedanz R&X 17
Impedanz Speiseleitung 41
Impedanzanpassung und Symetrierung 71
Impedanz-Anpassung $\lambda/4$ Koaxkabel 72
INDUCTANCE 23
Induktivität 17, 23
Induktivität messen 23
Interferenzen 9
interne Batterien 13

K

Kabelverluste 21
Kalibrier- Checkliste 55, 59
Kalibrieren 48
Kalibrierung 56
Kapazität 17, 22
Kapazitäten messen 22
Karl Rothammel 116
Koax-Balun 1:1 für KW 70
Koaxkabel techn. Daten 100
Koaxkabel-Verluste 17
Koaxleitung 42
Koax-Leitung 39, 40
Koaxverluste 21
Kohleschicht-Widerstände 50
Kreuzschlitzschraubendreher 49

L

L/C Filter 47
Labor-Buchse für BNC 68
Ladeschaltung aktiviert 14
Ladeschaltung deaktiviert 14
Ladestrom 14
Ladezeit 14
Lageplan Abgleichpunkte 62
Langdrahtant. Horizontales Strahlungsdiagramm 97
Langdraht-Antennen 97
Leerlaufgüte 37
Leitungslänge 21
Literaturverzeichnis 116

M

Mantelstromfilter 36
Mantelwellensperre 72
Messfehler 9
Messung -3dB Bandbreite 37, 38
Messung an Schwingkreisen und Trap-Spulen 37
Messung mit Dip-Spulen 37
Messung mit Filter 76, 77
Messung Parallelresonanz 37
Messung Resonanzfrequenz 37, 38
Messung Serienresonanz 37
Messung von Filter 32
Messungen 19
Metallfilm-Widerstände 50
MFJ-259B / Vecronics SWR-584B Unterschied 8
MFJ-Enterprises 116
MODE 54
Modifikation Akku-Betrieb 83
Modifikation Antennen-Anschluss 83
Modifikation Externer Ladeanschluss 83
Modifikationen des MFJ-259B 83

O

Oberwellenanteil 49
Oberwellenunterdrückung 52, 53

P

Pegelmesser DL7AV 12, 32
Phasenwinkel θ 28
POWER 12VDC 13
POWER SAVING 15
POWER SAVING OFF 16
POWER-UP 16
Prüfabschlußwiderstände 63

R

Reaktanzen 22
REFLECTION COEFF 28
Reflektionskoeffizient 28
Reihenwiderstand 68
Reihenwiderstand 50 Ω . 67
Reinigung des MFJ-259B 12
Reparaturhilfe 82
Resonanz 20, 30
RESONANZ-FREQUENZ 20
RETURN LOSS 28
Rücklaufverluste 28

S

schaltbare Widerstände 67
schaltbaren Widerstand 67
Schaltplan englisch MFJ-259B 74
Schaltplan Filter MFJ-731 79
Schaltplan MFJ-259B 74
Schaltplan russisch MFJ-259B 75
Schaltung der Bereichserweiterung 89

Schaltung-Filter DK1NB 80
 Schraubanschluß für BNC 68
 Schutz der LCD-Anzeige 86
 Schutz vor unbeabsichtigtem Einschalten 87
 Selbstbau Dip-Spulen 45
 Sichtkontrolle 50
 Signalquelle 11
 SLEEP-Modus 15
 Spannung niedrig 18
 Spannungsbalun 44
 Spannungs-Balun 44
 Spannungsdetektor 9
 Spannungswandler 88
 Stabilisiertes Netzgerät 49
 Startmenü 16
 Störbeeinflussung 9
 Strahlungswiderstand verkürzter Antennen 96
 Stromaufnahme 15
 Strom-Balun 44
 Stromsparmodus 15
 Stromversorgung 13
 Stub 49
 SWG > inch, inch², mm, mm² 111
 SWR 21
 SWR Analyser-Filter allgemein 76
 SWR Analyser-Filter DK1NB 80
 SWR Analyser-Filter MFJ-731 78
 SWR messen 19
 Symetrier-Stub 71
 symmetrische Leitung 39, 40, 42

T

Tabelle +70dBm bis 0dBm 92
 Tabelle 0dBm bis -70dBm 93
 Tabelle Drahtstärke 109
 Tabelle Koaxkabel 100
 Tabelle Koaxkabel Dämpfung 101
 Tabelle Rücklauf in dB > SWR 91
 Tabelle Stockungsabstand Antennen 102
 Tabelle SWR Fehlanpassung 103
 Tabelle Umrechnung Feet in m 108
 Tabelle Wellenlänge Amateurbänder 94
 Tabellen 91
 Tankkreis 43
 TECHNICAL SERVICE 46
 Technische Unterstützung 46
 Testen Balun 44
 Testen Hf-Drossel 45
 Testen Hf-Übertrager 43
 Testen Speiseleitung 39
 Testen Stubs 39
 Test-Modus 54
 Test-Modus eingeben 54
 tote Punkte 51

Trockenzellen-Batterien 14
 Tuner einstellen 43
 Typische Anwendungen 10

Ü

Überprüfen 49
 Überprüfen Abstimmung 51
 Überprüfung Abgleich 64
 Überprüfung Advanced Modus 57
 Überprüfung der Kalibrierung 56
 Überprüfung Frequenzzähler 57
 Überprüfung Kapazitäts-Modus 57
 Überprüfung ohne Blindwiderstände 56
 übertragene Leistung 31

U

unbekanntes Kabel 24

V

VECTRONICS 116
 Verkürzungsfaktor 24, 40
 Verkürzungsfaktor berechnen 41
 Verkürzungsfaktor Speiseleitung 40
 Verringerung der Oberwellen 88
 VERSIONS'-Nummer 16
 Vertikal-Antenne 34
 VOLTAGE LOW 18
 Vorsicht 12, 14, 21, 43, 86
 Vorspannung 52, 53

W

W&M > inch, inch², mm, mm² 112
 W8JI 116
 W8WWV 116
 Warnhinweis 52
 Warnung 13, 14, 16, 18, 19, 25, 27, 43, 49, 50, 53, 54
 Warnung aufheben 18
 Wechselstrom-Adapter 50
 Wellenlängen-Stub 49
 Wellenwiderstand 24, 25
 Werkzeug 49
 Wichtige Anmerkung 63
 wiederaufladbare Batterien 14

Z

Zeigerdiagramm 28
 Zusammenbau 55

Literaturverzeichnis:

MFJ-Enterprises	MFJ-259B Instruction Manual
MFJ-Enterprises	MFJ-731 Analyzer Filter
VECTRONICS	SWR-584B Betriebshandbuch
W8JI	MFJ-259B Calibration
W8WWV	Analyzing Three Antenna Analyzers
Karl Rothammel	Antennenbuch

Vielen Dank für die Unterstützung an Rolf DK1ND, Gerd DL4FAA und Günter DJ9CB

Anmerkung: Diese Bedienungsanleitung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.
Sie ist auch sicher nicht Fehlerfrei. Eine Garantie für die Richtigkeit wird nicht
übernommen.
Über Ergänzungen und Berichtigungen würde ich mich freuen.
e-mail: dk1nb@darc.de

Dieses Dokument (ca.5,5MB)
sowie
Berechnungen und Tabellen (Excel 2000 ca.20MB)
Mit Bauanleitung für das Filter sowie Modifikationen des MFJ finden Sie unter:
WWW.ov-f27.deT unter Download