

EFMD

End Fed Multiband Dipole Seminar - Review

Dienstag, 05. April 2022, DARC OV G09





Bad Honnef am Rhein 2. April 2022

EFMD

End Fed Multiband Dipole

Version DJ8EI

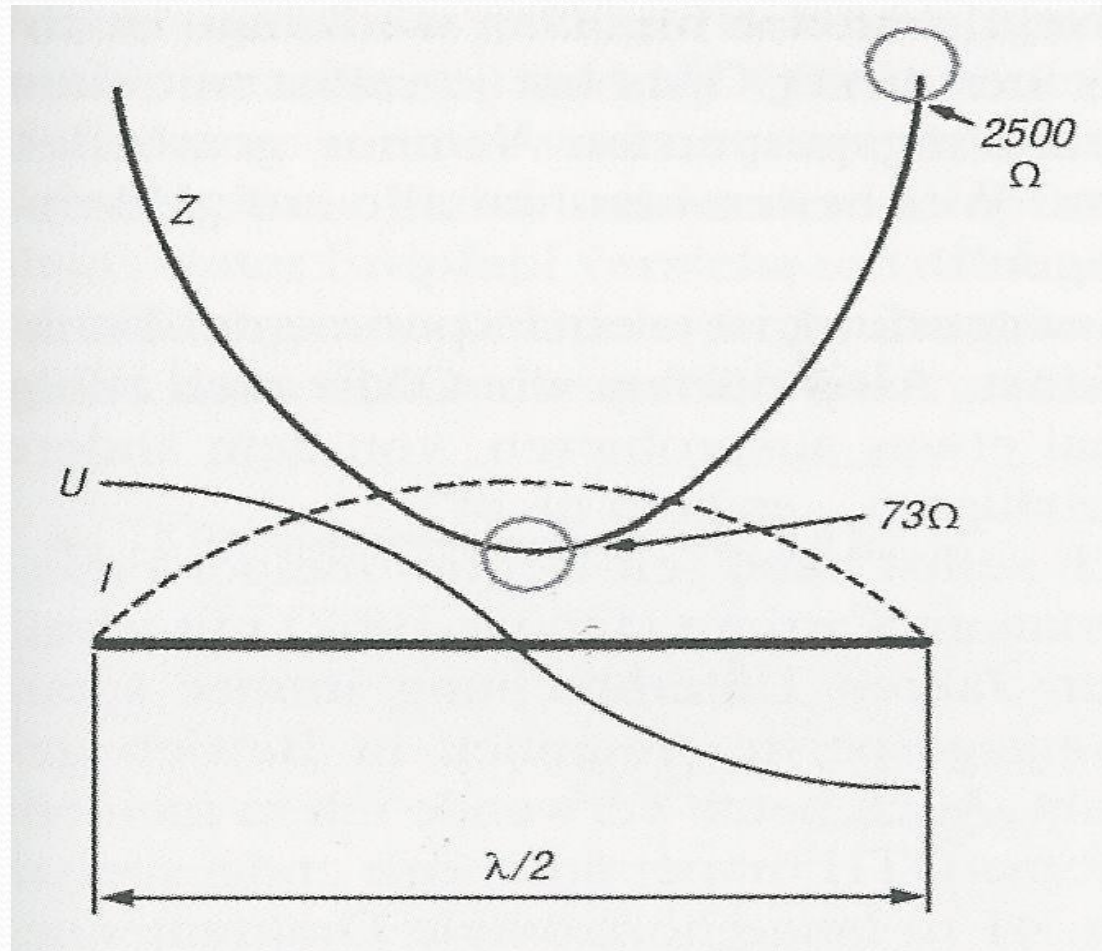
(nach Werner Schnorrenberg, www.dc4ku.darc.de . 2014,
auf Grundlage der Entwicklung von PA₃EKE und PA₃RK)

Hans Krüger, DJ8EI, DARC OV Go9 , Bad Honnef
Januar 2022

Grundsätzliches zu EFMD Antennen

„Ein Dipol ist ein Dipol und bleibt ein Dipol, egal ob er in der Mitte oder am Ende eingespeist wird.....“

Speisepunkt Impedanzen von Lambda/2 Dipolen



Kurzer Rückblick: G09 Monoband End Fed

Bereits im Jahre 2016 wurde im OV G09 die Bauanleitung einer „LHKA“, Lambda Halbe Koax Antenne, veröffentlicht, und es wurden in einem überregionalen Antennenseminar ca. 30 Antennen dieses Typs gefertigt.

Veröffentlichung erfolgte im CQ DL 6/2014 und auf der Homepage von G09 <https://www.darc.de/der-club/distrikte/g/ortsverbaende/09>

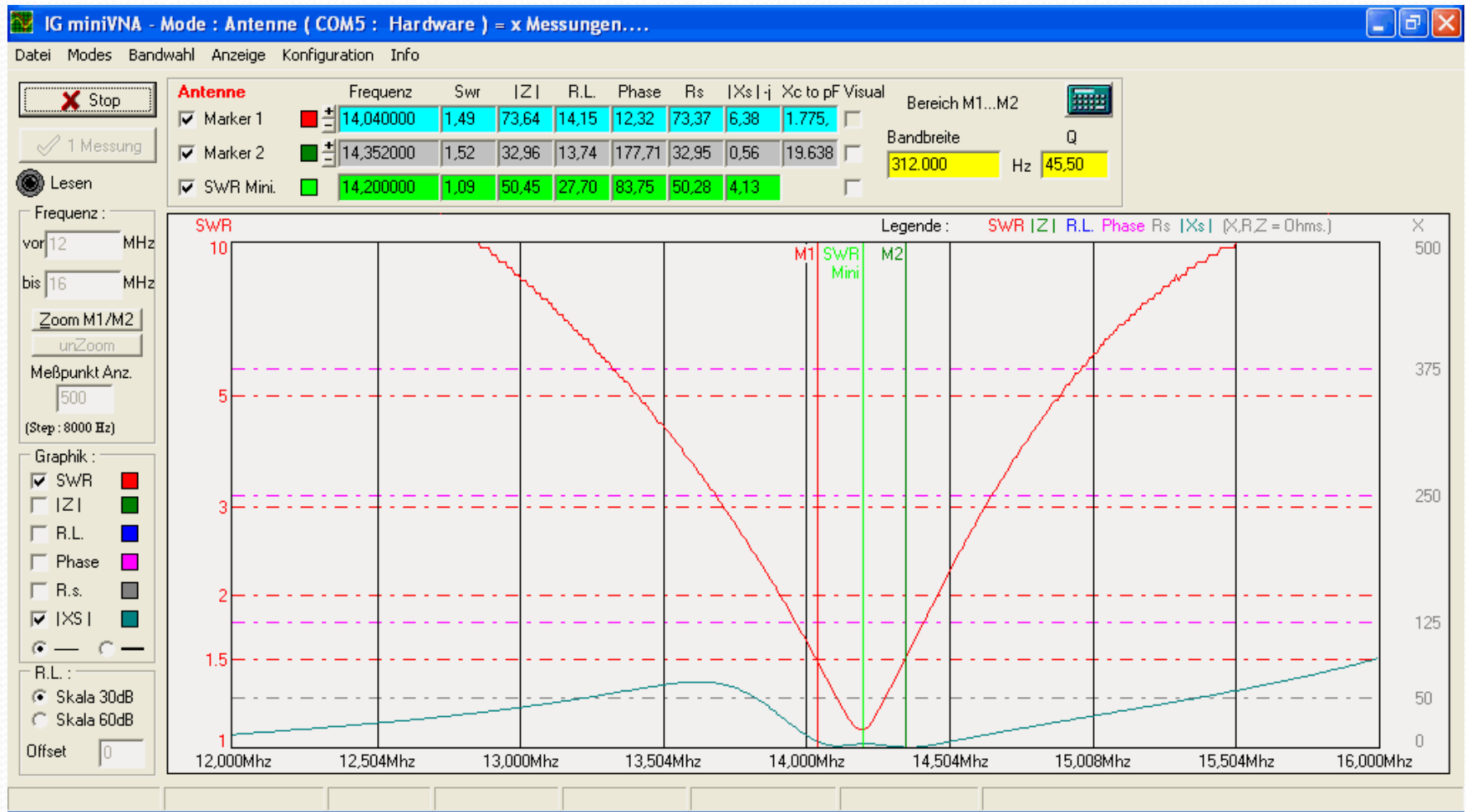
Diese Antenne erfreut sich bis hin zum Einsatz in Afrika großer Beliebtheit, ist jedoch eine Einband Antenne.

G09 Monoband End Fed Antennenrechner

Lambda Halbe Coax Antenne			
Innenleiter RG58	Verkürzungsfaktor L0		0,956
Frequenz 7,100 MHz	Verkürzungsfaktor L1/L2	RG 58	0,66
Lambda <u>42,2535</u> m	Lambda 1/2 <u>21,127</u> m		
Länge L0 =	20,197 m		
L1 = 86,40%	6,024 m		
L2 = 13,60%	0,948 m		
	<u>100%</u>		
Länge L3 = L1 + L2	6,972 Meter		
Länge L4 = L0 + L1	26,221 Meter		
Gesamtlänge =	27,169 Meter		

Kurzschluss

G09 Monoband End Fed SWR



G09 Monoband End Fed 40 m



Der End Fed Multiband Dipol (EFMD)

Die hier beschriebene Antenne erweitert die Vorteile der endgespeisten LHKA Antenne auf Multiband Betrieb 80,40,20,15,10 m. Es ist möglich, sie auf 160 m „anzumatchen“ (DB7INT), allerdings ist der Wirkungsgrad wegen der geringen Länge eingeschränkt

In den Frequenzbereichen, wo die Antenne in Lambda Halbe oder vielfachen davon in Resonanz ist (80,40,20,15,10 m) , wird kein Antennentuner benötigt.

Für den Betrieb über das **gesamte** 80 m Band (da ist die Antenne auf Grund der Verlängerungsinduktivität relativ schmalbandig, SWR 2 Bandbreite = 60 – 80 kHz), empfiehlt sich ein Antennentuner

Die in dieser Bauanleitung beschriebene Version eines EFMD (nach DC4KU) wurde von einem Team aus dem OV G09 entwickelt, aufgebaut und in mehreren Exemplaren praktisch erprobt und durchgemessen.

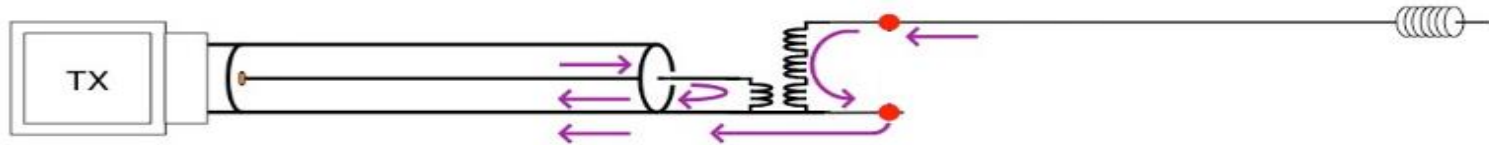
Vorteile End Fed Multiband Dipol

- Einfache Installation, da nur ein Aufhängungspunkt notwendig
- Besonders geeignet für Outdoor - und Portabelbetrieb
- Einfach vertikal polarisiert zu betreiben für flache DX Abstrahlung
- Spielt auf bis zu (6) 5 Bändern (160) 80, 40, 20, 15, 10 m
- Einfacher Selbstbau und Abgleich bei geringen Kosten
- Abstrahlcharakteristik und Gewinn einer Dipolantenne

Nachteile End Fed Dipol

- Je nach Aufbau und Umgebung Interferenzstörungen
- Möglicherweise HF im Shack und erhöhter Rauschpegel im RX
- Ursache sind Mantelwellen (common mode waves)
- Ohne Maßnahmen:
 - Beim Senden hört man z. B. sein Signal im PC Lautsprecher
 - Beim Empfang Anstieg des Störpegels um bis zu 3 S - Stufen

Ursachen für Mantelwellen beim EFMD

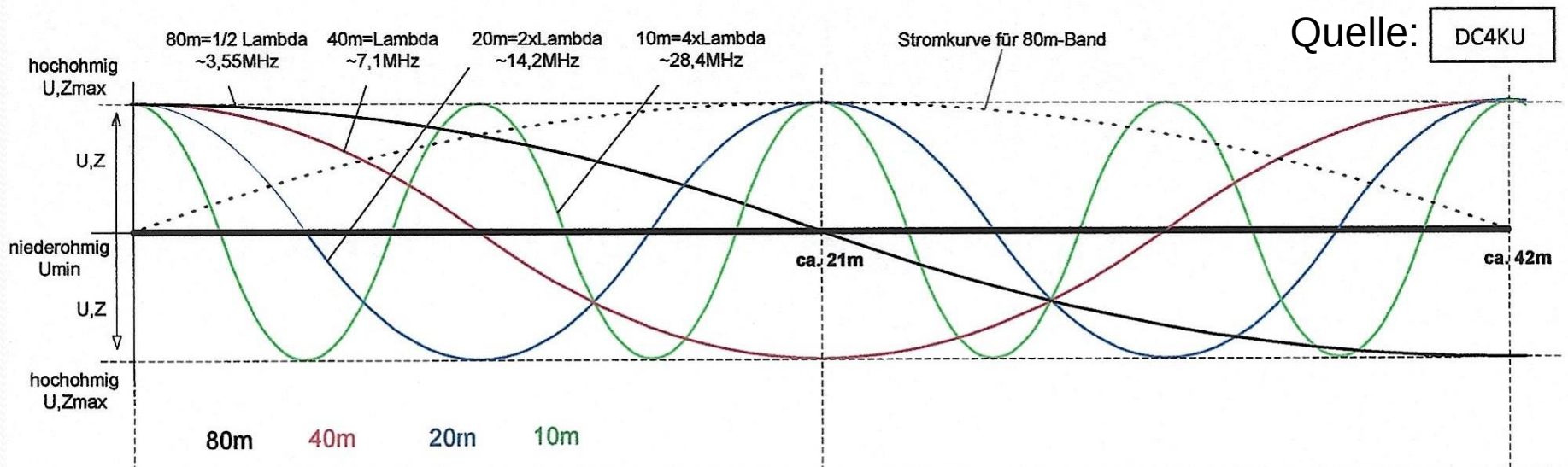


- Mantelwellen können **bei jeder Dipolantenne** entstehen auf Grund fast immer unvermeidlicher Unsymmetrien
- Hier wirkt das Coax Kabel als Gegengewicht zum Dipol und wird Teil der strahlenden Antenne
- Das Koax Kabel wirkt gleichzeitig auch als Empfangsantenne für Störungen wie z.B PLC
- Bei Mantelwellen beeinflusst die Länge des Koax Kabels auch die SWR Messung
- Die Lösung des Mantelwellenproblems wird am Ende des Seminarpapiers unter „Betriebshinweise“ beschrieben.

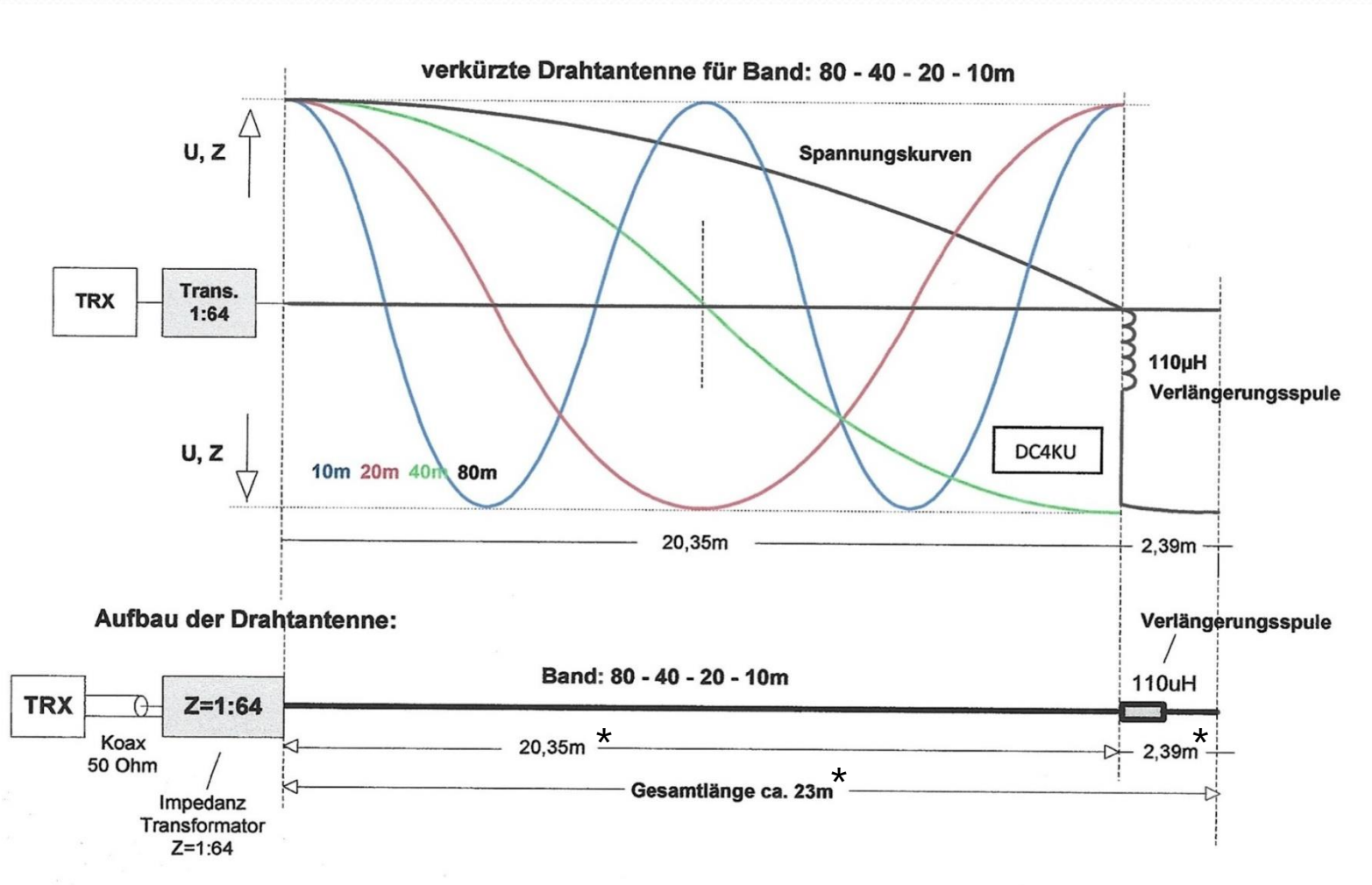
EFMD Full Size (80,40,20,15,10) m Version

Länge 42 m (Congrats wer sie aufhängen kann...)

Wellenausbreitung auf resonanter Antenne, Spannungsverlauf der Wellenlänge 80, 40, 20 und 10m



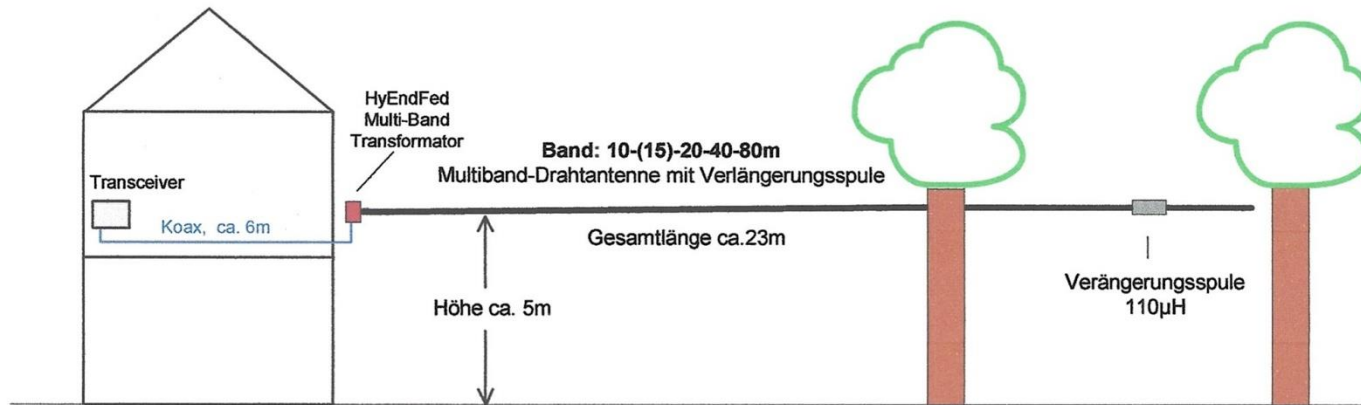
Verkürzte EFMD 80,40,20,15,10m Version, Länge 23 m



* exakte Längen siehe Bauanleitung

Quelle DC4KU

EFMD Prinzip



Bauelemente „Building Blocks“ der EFMD

UnUn Transformator 1 : 64, 200 W PEP

Strahler (40,20,15,10) 20,00 m *

80 m Zusatzstrahler 2,16 m *

80 m Verlängerungsspule 110 μH

* Spätere Korrektur von DC4KU, bzw. eigene Optimierung
nach DJ8EI 20,00m + 0,16m cm

Revision DC4KU_1

Ergänzungen

19.07.2014

Anpassung der Resonanzfrequenzen, Drahtverkürzung

Die Resonanzfrequenzen (f_r) meiner Antenne waren auf allen Bändern etwas zu niedrig. Die Ursache dafür liegt wahrscheinlich an der relativ niedrigen Aufbauhöhe der Antenne, von nur 4m über Grund.

80m $f_r=3,6$ MHz (zu niedrig)

40m $f_r=7,14$ MHz

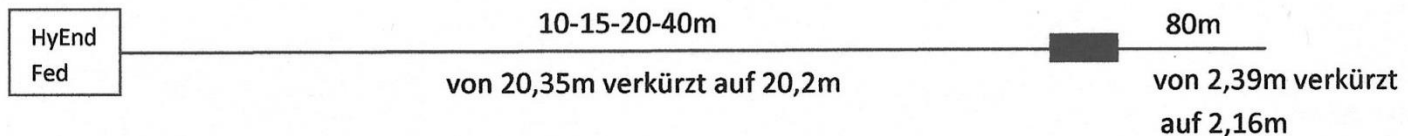
20m $f_r=13,88$ MHz (zu niedrig)

15m $f_r=20,95$ MHz (zu niedrig)

10m $f_r=28,25$ MHz

Durch Verkürzung der Antennenlitze, können die Resonanzfrequenzen angepasst werden.

Der Draht für 40-20-15-10m wurde um 15cm verkürzt und der Draht für 80m um 23cm.



Revision DC4KU_2

Anschließend ergaben sich folgende Resonanzen, SWR, Rückflußdämpfung und Bandbreiten:

<u>Band</u>	<u>Resonanz (MHZ)</u>	<u>SWR</u>	<u>RL</u>	<u>Bandbreite S<1,5</u>	<u>nutzbare Frequenz S<1,5</u>
80m	fr=3,70 MHz	s=1,09	27dB	+/-50 kHz	3,65-3,75 MHz (S<2)
40m	fr=7,15 MHz	s=1,01	42dB	+/-200 kHz	6,95-7,35 MHz
20m	fr=14,00 MHz	s=1,13	24dB	+/-300 kHz	13,70-14,30 MHz
15m	fr=21,15 MHz	s=1,15	23dB	+/-400 kHz	20,75-21,55 MHz
10m	fr=28,50 MHz	s=1,15	23dB	+/-500 kHz	28,00-29,00 MHz

Werner Schnorrenberg

DC4KU

dc4ku@darcd.de, www.dc4ku.darc.de

Rev. 28.07.2014, 04.05.2015, 01.08.2016, 11.2018

Prinzip HF - Transformatoren

N	M	Turns ratio	Impedance ratio
2	14	1:7	1:49
2	15	1:7.5	1:56
2	16	1:8	1:64
3	21	1:7	1:49
3	22	1:7.3	1:54
3	23	1:7.7	1:59
3	24	1:8	1:64

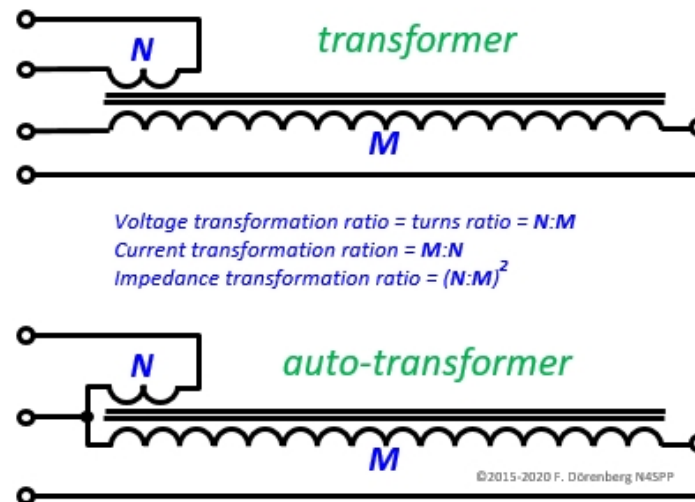


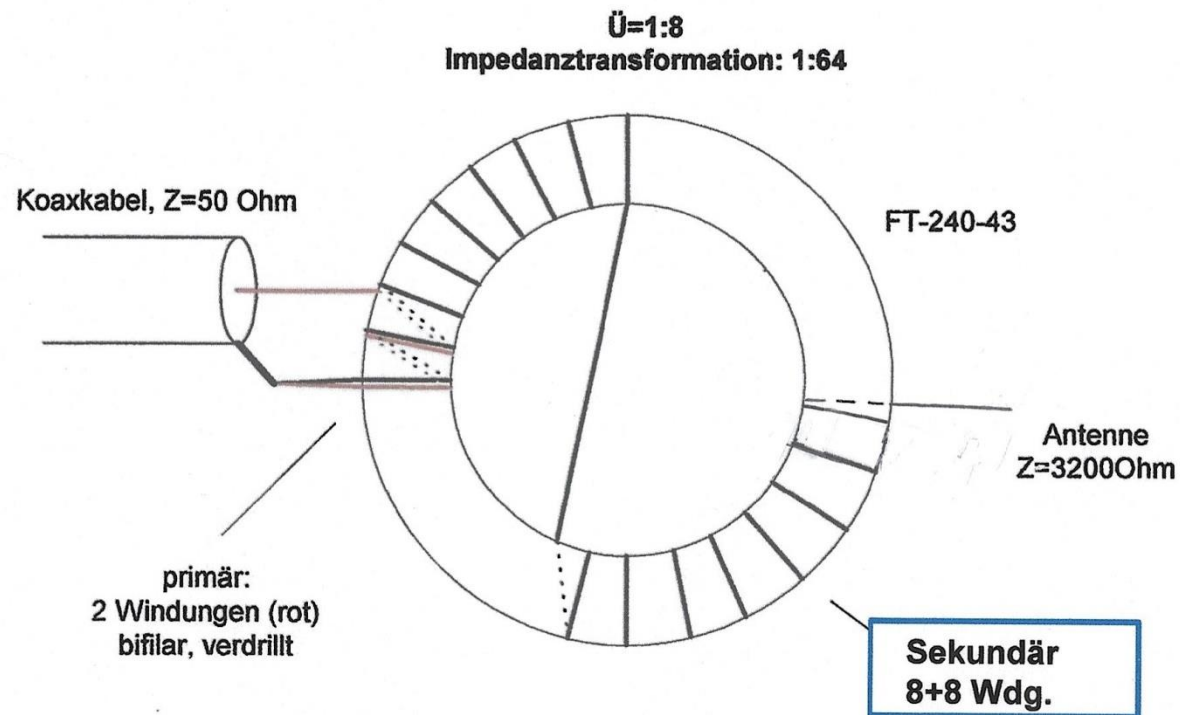
Figure 1: Transformer ratios (N and M are the primary & secondary turns-count)

Quelle: Internet

UnUn Transformator EFMD

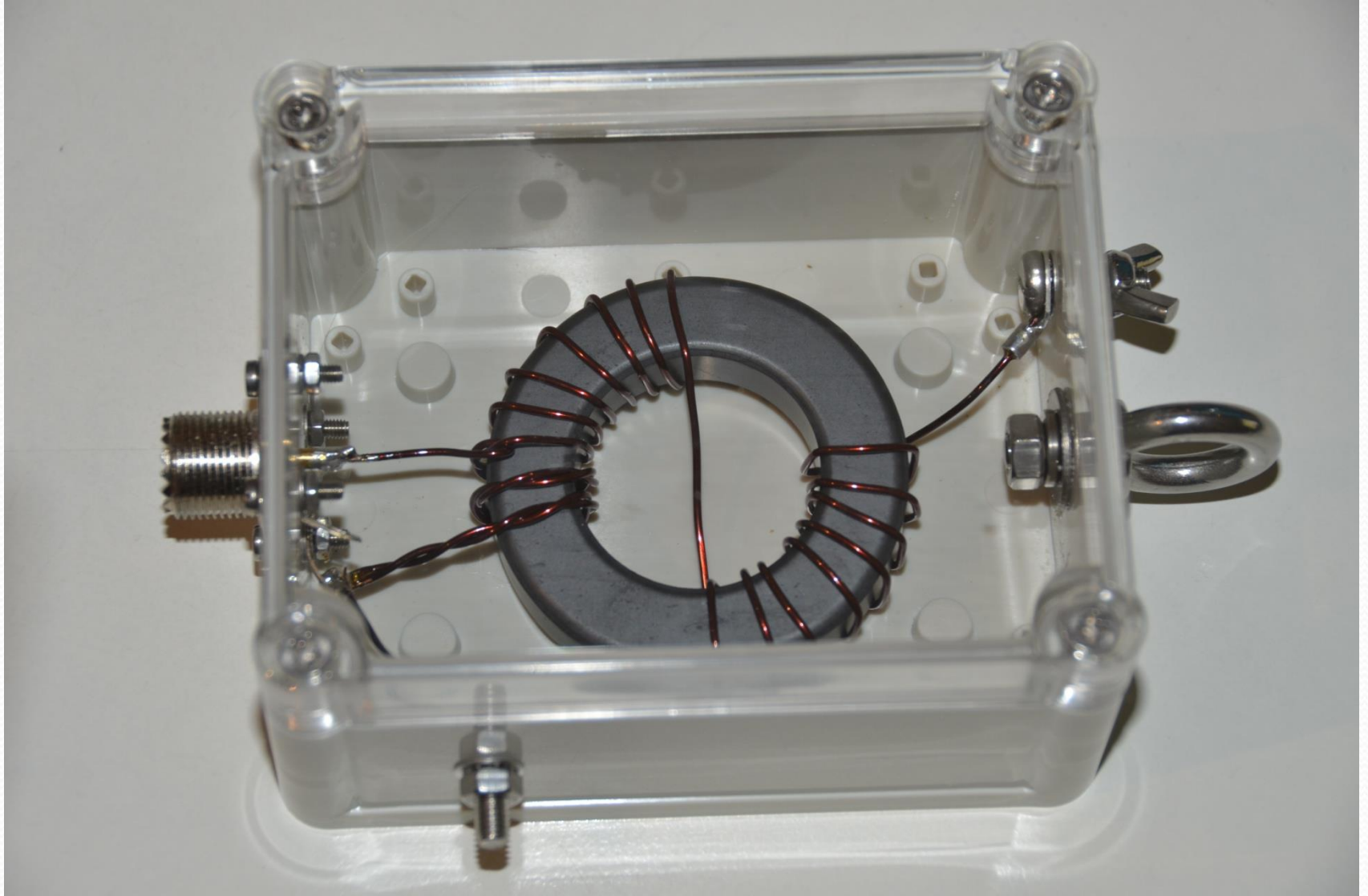
Aufbau des Ferrit-Ringkernübertragers - "Magic Box"

"HyEndFed-Antenna" von Rob Maas, PA3EKE und Ron Kuijl, PA3RK



Quelle DC4KU

UnUn Transformer 1 : 64



Bauhinweise Transformator

CuL Draht 1 – 1,2 mm, für den Prototypen für 200 W PEP wurde 1,2 mm CuL verwendet

Ein Ende CuL Draht 105 cm, ein Ende 25 cm ablängen

Beide Drähte an einem Ende ca. 1cm abisolieren und verlöten, das wird der Masseanschluss an der SO 239 Buchse

Beide Drähte soweit verdrillen (Drahtende mit Zange halten), dass es für 2 Windungen reicht.

Restliche einlagige Windungen aufbringen nach Skizze auf Kern FT 243 – 43, bemessen für 200 W PEP

Drahtenden ablängen und abisolieren, Drähte in Lötösen einlöten

Die grundsätzliche Aufbauweise ist unkritisch, ein Beispiel geht aus dem Foto hervor

80 m Verlängerungsspule 110 μH (1)

Die 80m Verlängerung des Dipols besteht aus einer Luftspule mit 110 μH Induktivität und einer Länge Antennendraht.

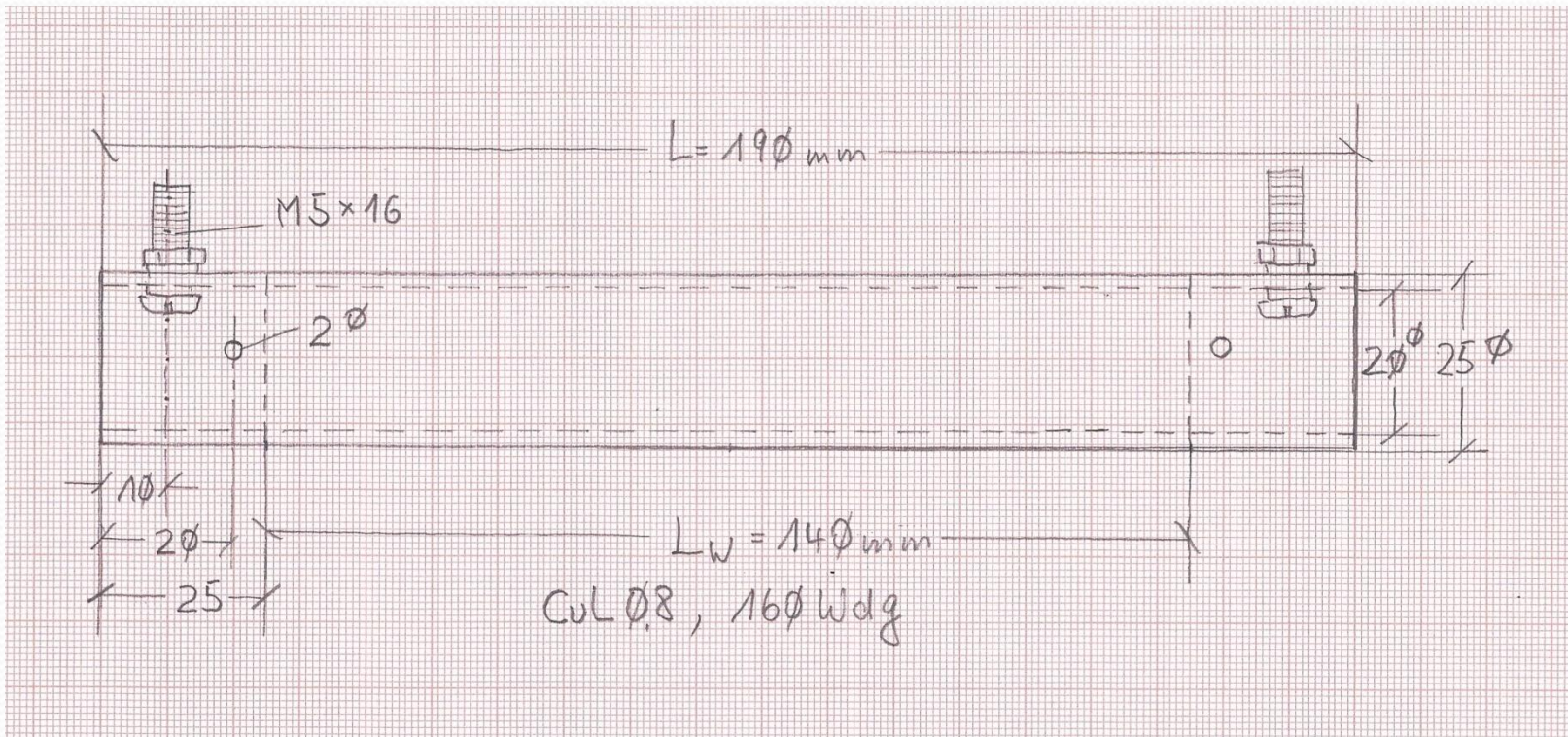
Die Gesamtlänge – Spulenlänge plus Draht – ist 2,16 m. Es ist zweckmäßig, den Antennendraht am Ende ca. 50 cm umzuschlagen zwecks möglichem Abgleich.

Der Spulenkörper besteht aus einem 19 cm langen Glasfaserrohr, 25 mm Durchmesser

Der Spulendraht besteht aus CuL Draht mit 0,8 mm Durchmesser

Die Windungszahl beträgt 160 Windungen, eng gewickelt, Draht an Draht. Die Windungslänge beträgt dann ca. 140 – 145 mm

Spulenkörper für Luftspule $110\ \mu\text{H}$



Material: GFK Rohr 25 mm Durchmesser

80 m Verlängerungsspule (2)

Man beginnt mit dem Bohren von 5 mm Löchern jeweils 10 mm vom Rohrende, siehe Skizze

Dann werden 5 mm Niro Schrauben eingesetzt. Reihenfolge: Schraubenkopf mit Sprengring von innen nach außen. Sprengring, kleine Lötöse, 5 mm Mutter, möglichst verdrehsicher festziehen. Von innen Schraubenkopf gegenhalten. Darauf kommt später die Lötöse der Antennenlitze, ein Sprengring und eine Flügelmutter

Nach Zeichnung wird um ca. 30° versetzt, ca. 20 mm vom Rohrende, jeweils ein Loch durch beide Rohrwandungen mit 2 mm Durchmesser gebohrt.

Der Spulendraht wird an einem Ende durch beide 2mm Löcher gefädelt und in einer Lötöse verlötet.

80 m Verlängerungsspule (3)

Die Gesamtlänge des 0,8 mm CuL Drahtes für 160 Windungen beträgt ca. 13,50 m

Die erste Windung beginnt 25 mm vom Rohrende, es wird Windung an Windung stramm gewickelt. Empfehlung: alle 40 Windungen den bereits gewickelten Teil mit Panzerband abkleben und das lose Drahtende damit festlegen. Die Drähte eng zusammenschieben. Kleine Pause.....

Dann in Portionen weiterwickeln bis 160 Windungen erreicht sind .Eine Unschärfe von 1-2 Windungen ist kein Problem.

Das Drahtende durch die 2mm Löcher fädeln, stramm ziehen und in der zweiten Lötöse verlöten.

Berechnung der Wickeldaten für eine Luftspule 110 μH

Hält man sich an die hier vorgegebenen Abmessungen, erreicht man die gewünschte Induktivität mit guter Genauigkeit.

Bei der Entwicklung wurde folgendes (geniales) kleines Gratis-Programm heruntergeladen und verwendet:

http://ekalk.eu/l_de.html

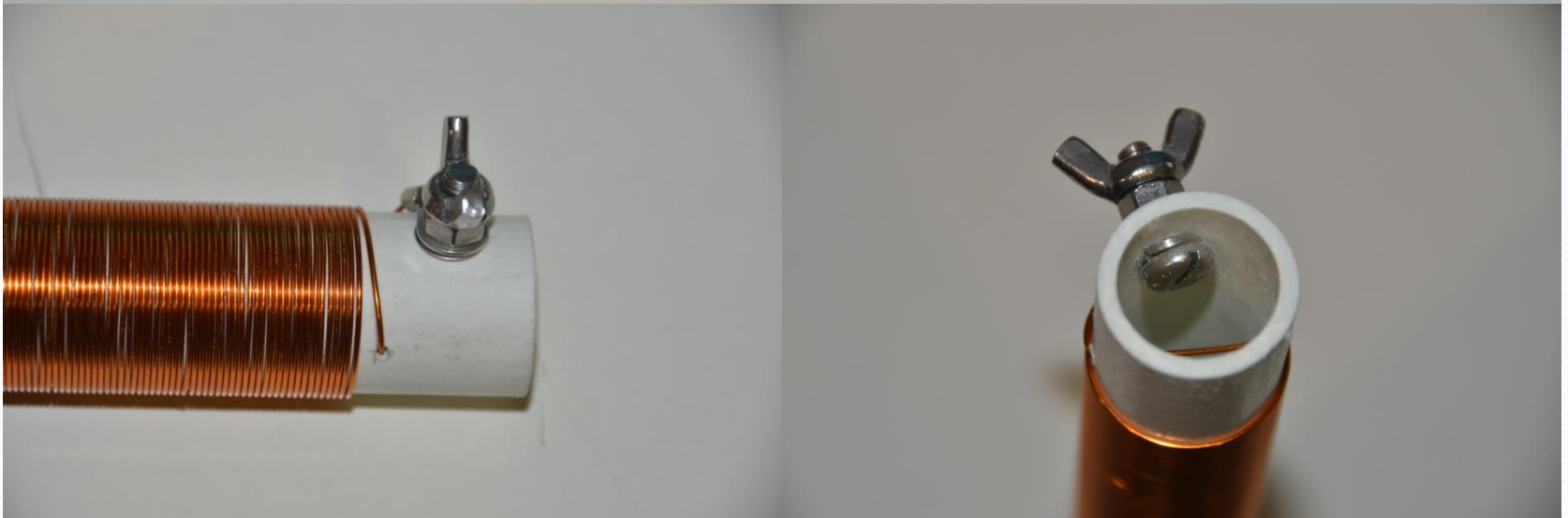
oder <https://www.electronicdeveloper.de/InduktivitaetLuftEinl.aspx>

Es gibt 4 Parameter: Windungszahl n , Spulenkörperdurchmesser D , Drahtdurchmesser d und Induktivität L .

Bei Eingabe von 3 Werten wird der jeweils 4. Wert berechnet.

(Vorsicht, der halbe Durchmesser des Drahtes muss 2x mitgerechnet werden, also bei Spulenkörperdurchmesser von 25 mm und Drahtdurchmesser von 0,8 mm ist $D = 25 + 2 \times 0,4 \text{ mm} = 25,8 \text{ mm}$. Beim Drahtdurchmesser muss man berücksichtigen, dass bei 160 Windungen nicht alle Drähte 100% dicht zusammenliegen. Erfahrungswert sind 10 % hinzufügen, d.h. $d = 0,88 \text{ mm}$. Damit erreicht man sehr gut den gewünschten Wert. Zusätzlich berechnet das Programm die Wicklungslänge, die benötigte Drahtlänge und bei Angabe der Einsatzfrequenz – hier z.B. 3,7 MHz - erhält man zusätzlich die Werte für Spulengüte und Impedanz).

80 m Verlängerungsspule 110 μH



80 m Verlängerungsspule (4)

Im letzten Schritt den 195 mm (190 mm Spulenlänge plus etwas Überstand an beiden Enden) langen Schrumpfschlauch mit 40mm Innendurchmesser symmetrisch über der fertigen Spule positionieren.

Mit einer Heißluftpistole zunächst ein Ende soweit schrumpfen lassen, dass sich die Spitze der 5 mm Schraube abzeichnet. Mit einem Teppichmesser die 5mm des Schrumpfschlauches entfernen, dann weiter erhitzen. Der 5 mm Schraubenschaft ragt dann frei aus dem Schrumpfschlauch heraus.

Die gleiche Prozedur für das andere Ende durchführen. Den Schrumpfschlauch bei höchster Heizstufe gleichmäßig über die Spulenlänge schrumpfen.

Ggf. den Teil des Schrumpfschlauches, der sich auf die 6mm Mutter legt mit dem Teppichmesser an der Oberseite der Mutter entfernen.



80 m Verlängerungsspule mit
Schrumpfschlauch



Variante zur Einschleifung der 80m Verlängerungsspule



....eine gute Idee zur Zugentlastung.....

Quelle : <http://sarc.org.au/wp-content/uploads/2015/07/VK4YE-End-Fed-Antenna-Construction-Project.pdf>

Zugentlastung EFMD G09



Messung der Induktivität 110 μH

Bei präziser Einhaltung der gegebenen Rohr- und Spulendaten kommt man mit genügender Genauigkeit auf die gewünschte Induktivität von 110 μH

Möchte man eigenes Material verwenden kann folgende Messmöglichkeit empfohlen werden:

Aufbau der Spule mit Kondensator (ca. 50-200 pf) als Parallel- oder Serienschwingkreis und Messung der Resonanzfrequenz z. B. mit einem Mini VNA im Transmissionsmode.

Umrechnung der Resonanzfrequenz in Induktivität mit der Thomsonschen Schwingungsformel (E-Lizenz....!). Dazu gibt es ein kleines geniales Programm:

<https://www.redcrab-software.com/de/Rechner/Elektro/F0>

Bei Eingabe von Resonanzfrequenz in MHz und Schwingkreiskondensator in pf erfolgt jeweils die Ausgabe in μH . Es sollten Kondensatoren mit geringer Toleranz (min. +- 5%) verwendet werden

Antennendraht

Für den Strahler (20,00 m)** und die 80 m Verlängerung (2,16 m inclusive der Wicklungslänge der Luftspule) wird als optimale Cu Litze Nr. 2 von Kabel Kusch verwendet. Dieser Draht ist sehr gut geeignet für stationären Betrieb, für Portabelanwendungen kann auch dünnerer Draht verwendet werden.

Das 2,16 m Kabel bekommt an einem Ende einen Mini- Isolator (DX Wire) und wird zwecks späterem möglichen Abgleich am Ende mit einer Zusatzlänge ca. 30 cm parallel umgeschlagen (das hat keinen Einfluss auf die Resonanz) und mit Schrumpfschlauch oder Isolierband fixiert. Das andere Ende bekommt eine mit Schrumpfschlauch überzogene Lötöse zur Verbindung mit der 80 m Verlängerungsspule

Der 20,00** m lange Dipol Draht für 40,20,15,10 m bekommt an einem Ende eine mit Schrumpfschlauch überzogene Lötöse zur Verbindung mit der 80 m Verlängerungsspule. Am anderen Ende wird es mit einer Drahtschleife – ca. 16 cm Länge - und einer Lötöse am hochohmigen Eingang des 1 : 64 UnUn Transformators verschraubt.

Anschluss des Antennenkabels am 1 : 64 Transformator

Die Ringöse dient der Abspannung des Antennendrahtes und kann zusätzlich zur Aufhängung des UnUns benutzt werden



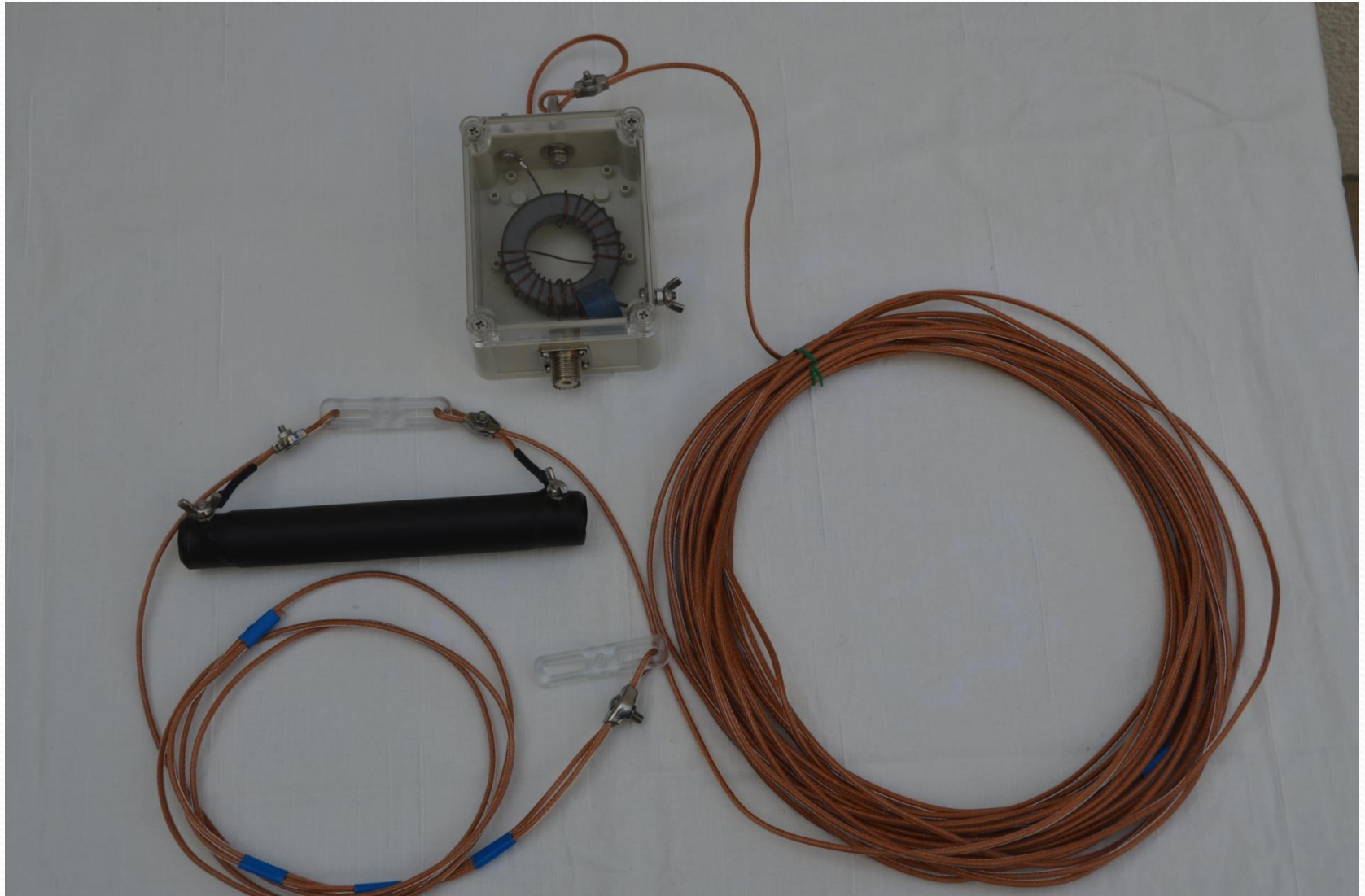
** Die Drahtschleife von ca. 16 cm Länge addiert sich zur wirksamen Drahtlänge von 20,00 m

Befestigung des UnUns an einem Mast



Quelle: <https://www.hyendcompany.nl/home#main>

Die Fertige EFMD Antenne



Die fertige EFMD Antenne



Betriebshinweise (1) EFMD

So, wie auch ein 50 Ohm Balun bei einer mittengespeisten Dipolantenne nicht auf dem gesamten Band eine perfekte Symmetrierung bewirkt – ein Dipol besitzt nur auf seiner Resonanzfrequenz wenn überhaupt eine 50 Ohm Impedanz – kann auch der 1:64 UnUn Transformator nicht für jede Frequenz des EMFD Multiband Dipols eine exakte Transformation des hochohmigen Endes des Dipols auf 50 Ohm bewirken.

Das heißt, es besteht auch hier – auch abhängig von der lokalen Aufbaugeometrie – die Möglichkeit, dass unerwünschte Mantelwellen auftreten. Und so wie bei einem mittengespeisten Dipol empfiehlt sich auch hier der Einsatz einer zusätzlichen Mantelwellensperre.

Hierzu gibt DC4KU in seiner Veröffentlichung einige Tipps:

www.dc4ku.darc.de - KW Multiband Drahtantenne - Download

Mantelwellen

Bei Mantelwellen auf der Koax Versorgungsleitung wirkt das Kabel mit als Empfangsantenne für häusliche und externe Störsignale (QRM,QRN), und der Grundrauschpegel des Empfängers steigt. Eine Mantelwellensperre (MWS) = Strombalun verhindert das.

Der 1 : 64 UnUn ist Teil der Antenne und sollte deshalb nicht in direkter Nähe des Shacks montiert werden.

Mantelwellensperren sind im allgemeinen 50 Ohm – Systeme. Deshalb darf die MWS nicht direkt am hochohmigen Ende des Dipols bzw. UnUn eingeschleift werden sondern in einiger Entfernung

An den Endpunkten der Antenne entstehen sehr hohe Spannungen, die möglicherweise Einstrahlungen verursachen. Also die Enden möglichst frei aufhängen!

Mantelwellen

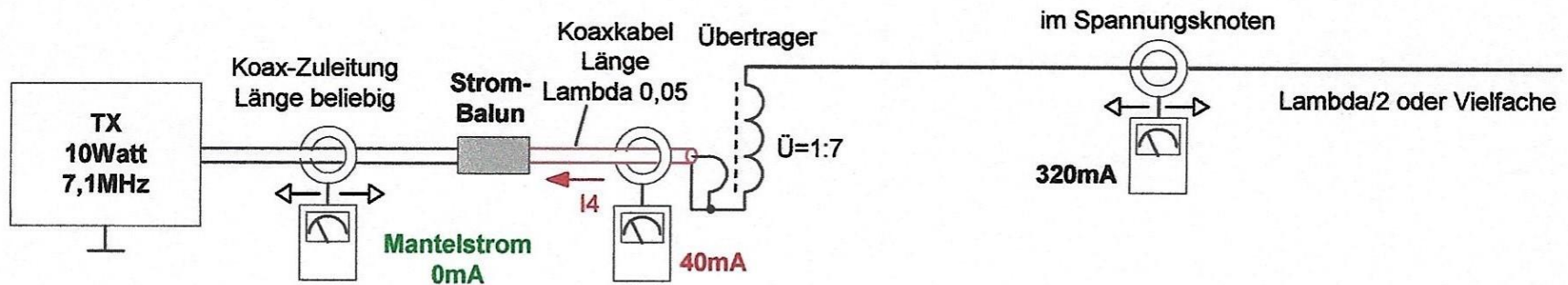


Bild 13: Koaxkabel ($\lambda/0,05$) als Gegengewicht zwischen Mantelwellensperre und Übertrager

Installation EFMD mit Mantelwellensperre

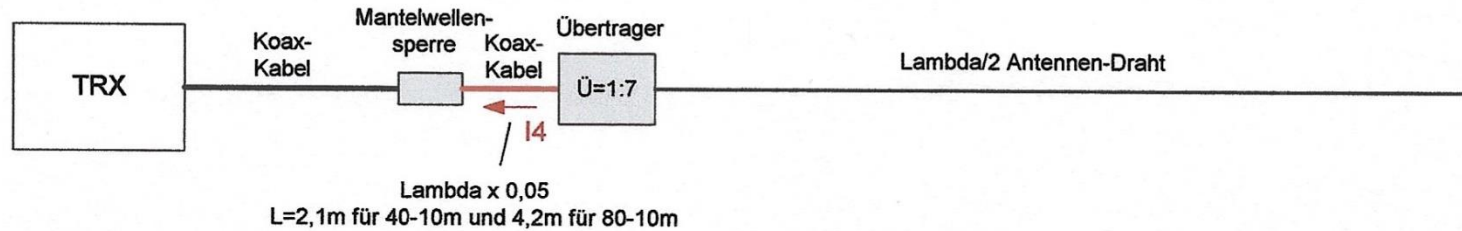


Bild 6: Gegengewicht durch ein Stück Koaxkabel (rot) zwischen Mantelwellensperre und Übertrager

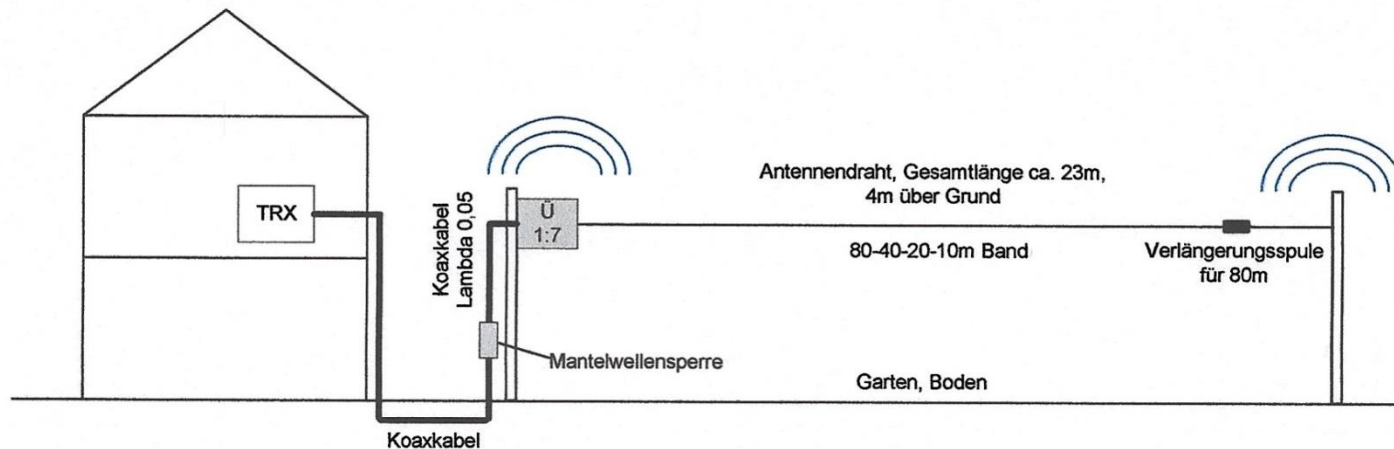


Bild 7: Installation einer HyEndFed-Antenne mit Strombalun im Abstand $0,05 \lambda$ zum Übertrager

Betriebshinweise (2) EFMD

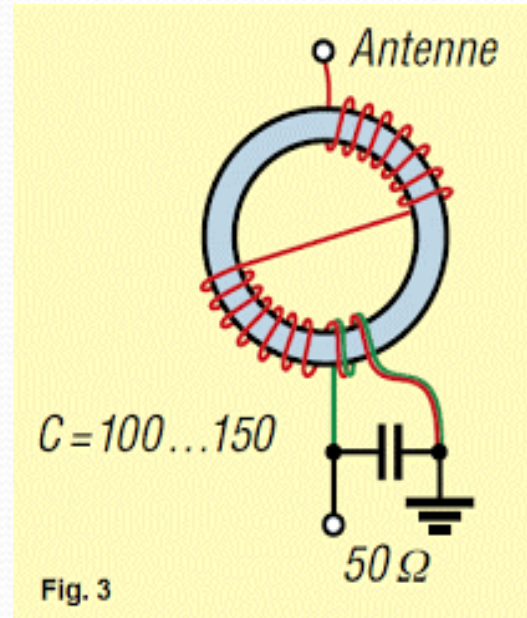
Falls Probleme mit Mantelwellen auftreten, sollte eine Mantelwellensperre im Abstand von ca. $0,05 \lambda$ für das längste Band – hier 80 m, also etwa 4-5m – in die Koax Zuleitung hinter dem UnUn eingeschleift werden.

Es gibt auch einen Hinweis, dass alternativ ein „pigtail“ (Schweineschwänzchen), ein Draht von ca. 5 m, angeschlossen an der Masse der SO239 Koax Buchse des UnUn Transformators, als Gegengewicht zur Reduktion von Mantelwellen beiträgt. Aus diesem Grunde ist am Trafogehäuse bereits ein Masseanschluss mit Flügelschraube in der Nähe der SO 239 Buchse herausgeführt.

Da all dies von der Aufhängung des EFMD und den Umgebungsbedingungen abhängt, muss man hier experimentieren und versuchen, über das SWR Hinweise zu finden.

Weiterhin gibt es Hinweise, dass ein Parallel C von 100 – 150 pf über dem 50 Ohm Anschluss des 1 : 64 UnUn das SWR möglicherweise verbessert

Betriebshinweise (3) EFMD



Verbesserung des
SWR für die höheren
Bänder mit Zusatz – C
über dem 50 Ohm -
Anschluss

Zusatz C

Zum Experimentieren habe ich noch einige C`s

100 pf / 3 kV

100 pf / 1 kV

150 pf / 1 kV

Anfrage per E-Mail: kruegermobil@t-online.de

per Pay Pal je 2 € incl. Porto

Betriebshinweise (4) EFMD

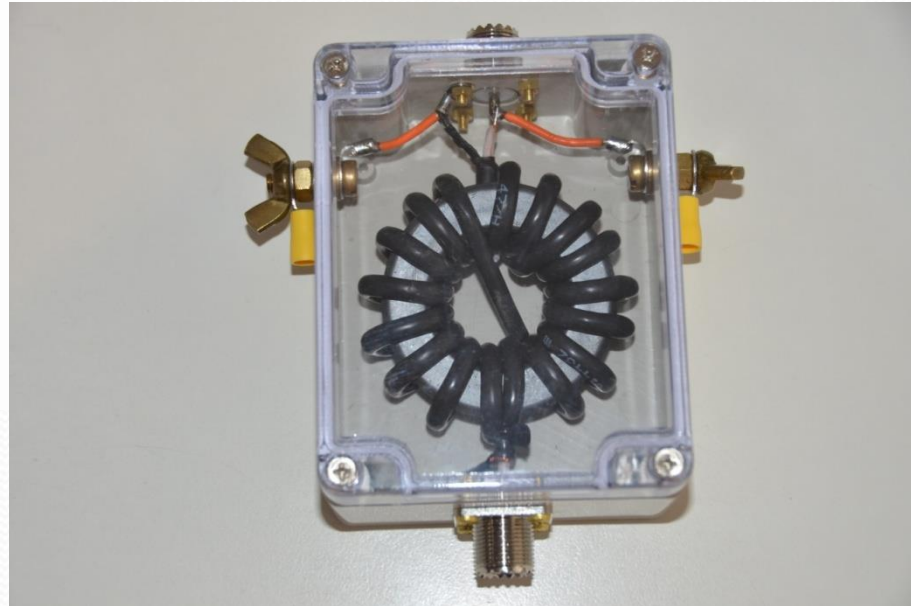
Die Antenne ist an beiden Enden hochohmig, d.h. hohe Spannungen treten auf. (bei 100 Watt bis zu 500 V)

Beide Enden der Antenne sollten deshalb möglichst frei (von z.B. nassen Bäumen oder metallischen Balkongeländern) hängen. Die maximale Abstrahlung erfolgt wie bei jedem Lambda Halbe - Dipol in der Antennenmitte (Strombauch) , die möglichst hoch hängen sollte.

Insbesondere sollte die 110 μH Verlängerungs - Induktivität für 80 m frei hängen.

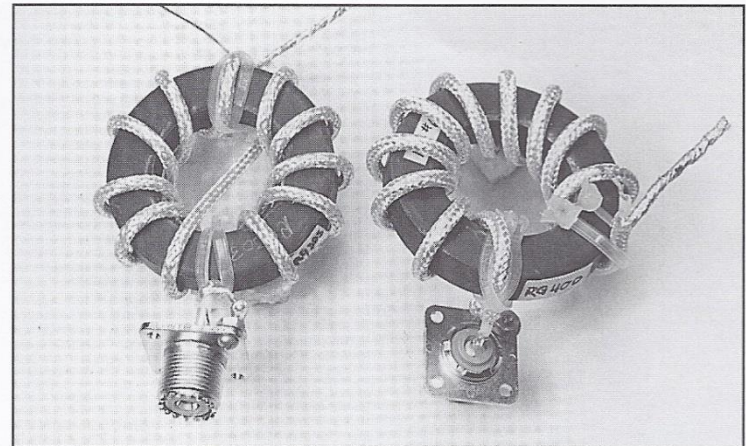
Der 1:64 Trafo sowie ggf. die 5 m Koaxkabel bis zur Mantelwellensperre sind Teil der strahlenden Antenne, sollten deshalb nicht in unmittelbarer Nähe zum Funkshack montiert sein.

Mantelwellensperren - Strombaluns



Ferritkern z.B.
FT 240-43 wie
für UnUn
z.B. Aircell 5
Koaxkabel

Beispiel für Selbstbau von
Mantelwellensperren



Mantelwellensperren

DX Wire 29 €



e-Bay 28 €



Wimo 46 €

Abgleich der EFMD Antenne (1)

Zunächst wird die 80m Verlängerung des EFMD mit ihren angegebenen Maßen hergestellt. Die Längenangabe besteht dabei aus der Wicklungslänge der Verlängerungsspule (ca. 15 cm) plus der Drahtlänge.

Zusätzlich wird am Ende der 80m Verlängerung ca. 50 cm Draht parallel zur Leitung umgeschlagen und provisorisch mit Isolierband, Schrumpfschlauch oder Rappband festgelegt. Dies dient zum späteren Abgleich auf die gewünschte 80 m Resonanz. Die SWR 2 Bandbreite auf 80m beträgt 60 – 80 kHz, so dass man sich überlegen sollte, auf welches Bandsegment man durch Verkürzen oder Verlängern abgleicht. Der Rest des Bandes ist dann mit einem Antennentuner nutzbar.

Der ca. 20m lange 40m Halbwellendipol kann ebenfalls zusätzlich zu den angegebenen Abmessungen etwas verlängert werden, das zusätzliche Drahtstück wird dann eng am Antennendraht befestigt. Bei vielen Versuchen (19,50 – 20,20 m Länge) hat sich die Länge von 20,00 m plus 16 cm Zuleitung als optimal ergeben und passt auch zu den revidierten Werten von DC4KU

.
Danach wird der komplette EFMD in der vorgegebenen Position montiert.

Die erste orientierende Messung nimmt man dann mit einem Antennenanalysator oder VNA vor. Man startet auf 40 m und stellt dort die Resonanzfrequenz fest. Eine weitere orientierende Messung macht man auf den Bändern 80, 40, 20, 15 und 10 m.

Abgleich der EFMD Antenne (2)

Die angegebenen Abmessungen wurden ermittelt für die normale freie Aufhängung in Höhen zwischen 6 – 12 m. Wie bei jeder Antenne kann man den Einfluss der örtlichen Gegebenheiten nur durch individuelle Messungen ermitteln und dann die Antenne durch geringfügige Variation der Strahlerlängen optimieren

Wenn auf 40 m das SWR Minimum durch Verkürzen oder Verlängern des Antennendrahtes eingestellt ist, sollte das SWR auch auf den anderen Bändern 20, 15 und 10 m in einem SWR Bereich < 2 liegen.

Als Anhaltspunkt für den 40m Teil gilt, dass die Verschiebung der Drahtlänge von ca. 30 cm eine Änderung der Resonanzfrequenz um 100 kHz bewirkt. (Längerer Draht, niedrigere Resonanzfrequenz!)

Aber bitte keinen Überperfektionismus versuchen! Es kann nicht gelingen, dass man das SWR Minimum auf allen harmonischen Bändern in die Bandmitte legen kann.
Beispiel $3,6 \text{ MHz} \times 2 = 7,2 \text{ MHz}$, $\times 2 = 14,4 \text{ MHz}$ etc.

Ein SWR unter 2 wird jeder TRX ohne Leistungsminderung akzeptieren, und die Verluste sind vernachlässigbar. Das gilt übrigens für jede Multiband Dipol Antenne.

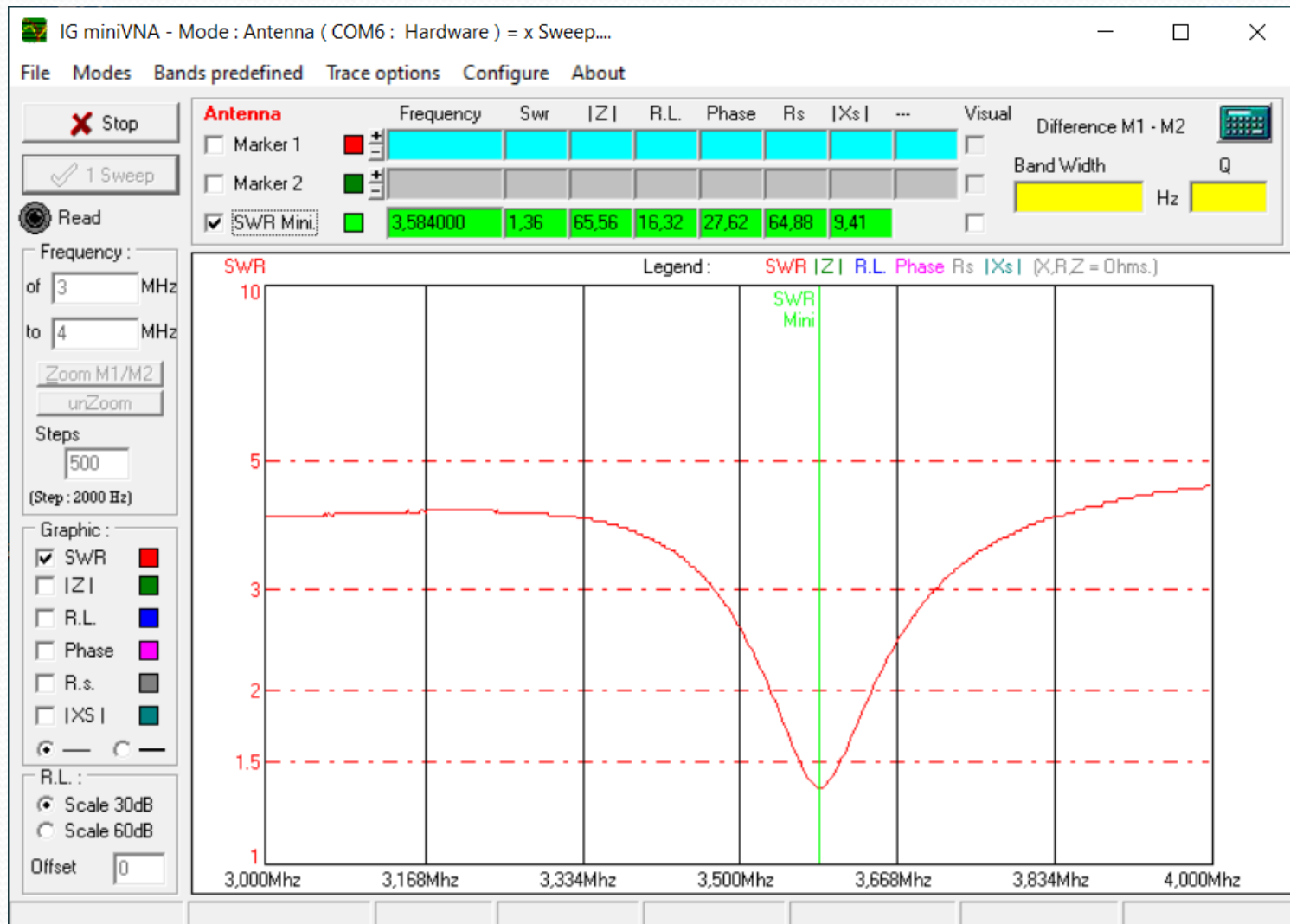
Abgleich der EFMD Antenne (3)

Der Abgleich für das 80 m Band erfolgt durch Variation der Drahtlänge der 80m Verlängerung. Als Drahtlänge zählt hierbei die Wicklungslänge der 80m -110 μ H-Verlängerungsspule plus Draht. Die nutzbare SWR 2 – Bandbreite auf 80 m liegt bei ca. 60 – 80 kHz. Für den Betrieb auf dem gesamten 80 m Band ist deshalb ein Antennentuner unerlässlich.

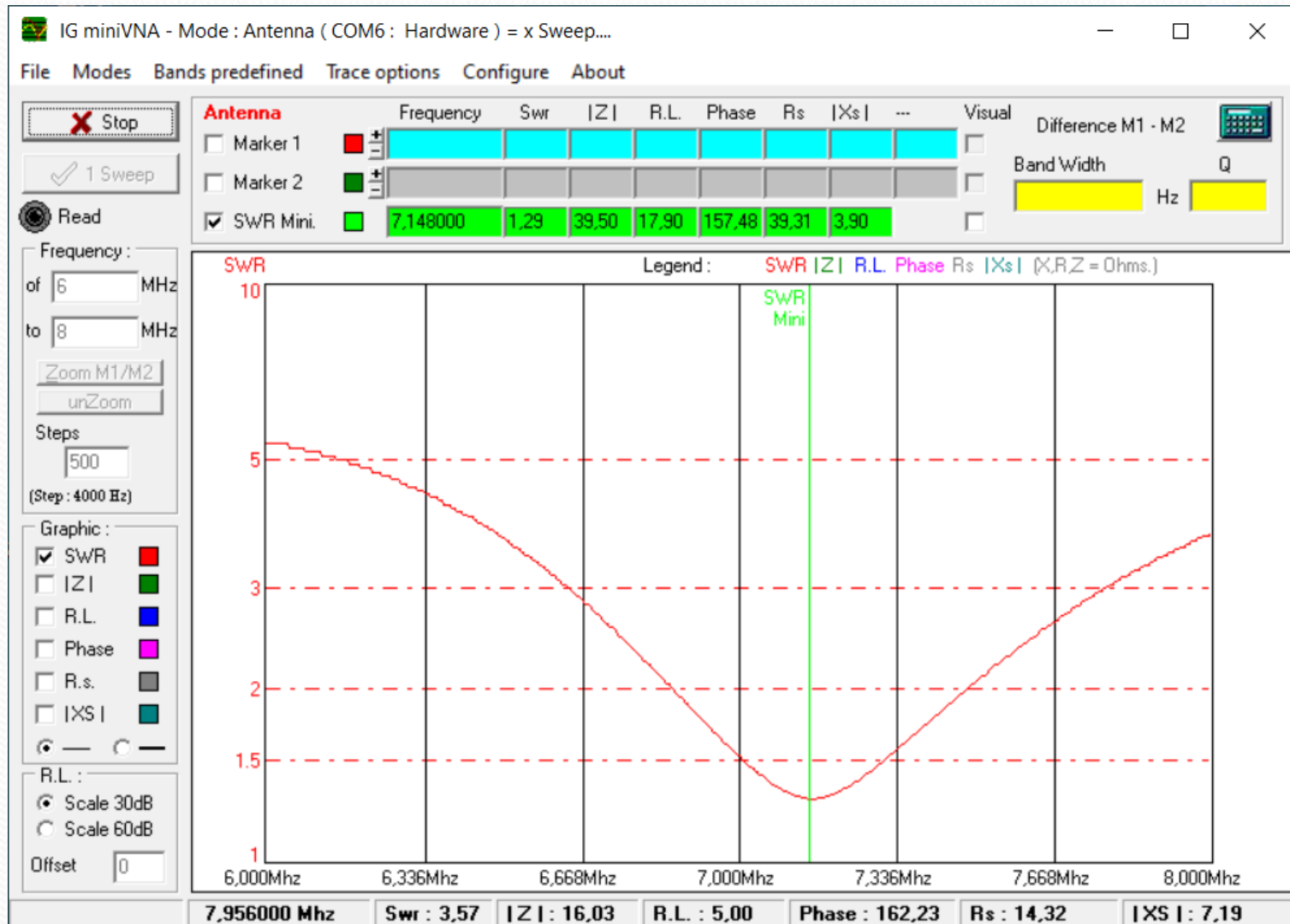
Bei zahlreichen Messungen im OV G09 hat sich herausgestellt, dass die Resonanz im 80 m Band mit SWR 1,3 bei den angegebenen Abmessungen trotz Variation der 40 m Dipollänge zwischen 19,50 und 20,20 m nur minimal variierte.

Will man also die Resonanz in das CW Band oder auf die FT4/FT8 Frequenzen legen, muss man mit der Länge des 80m Verlängerungsteiles „spielen“.

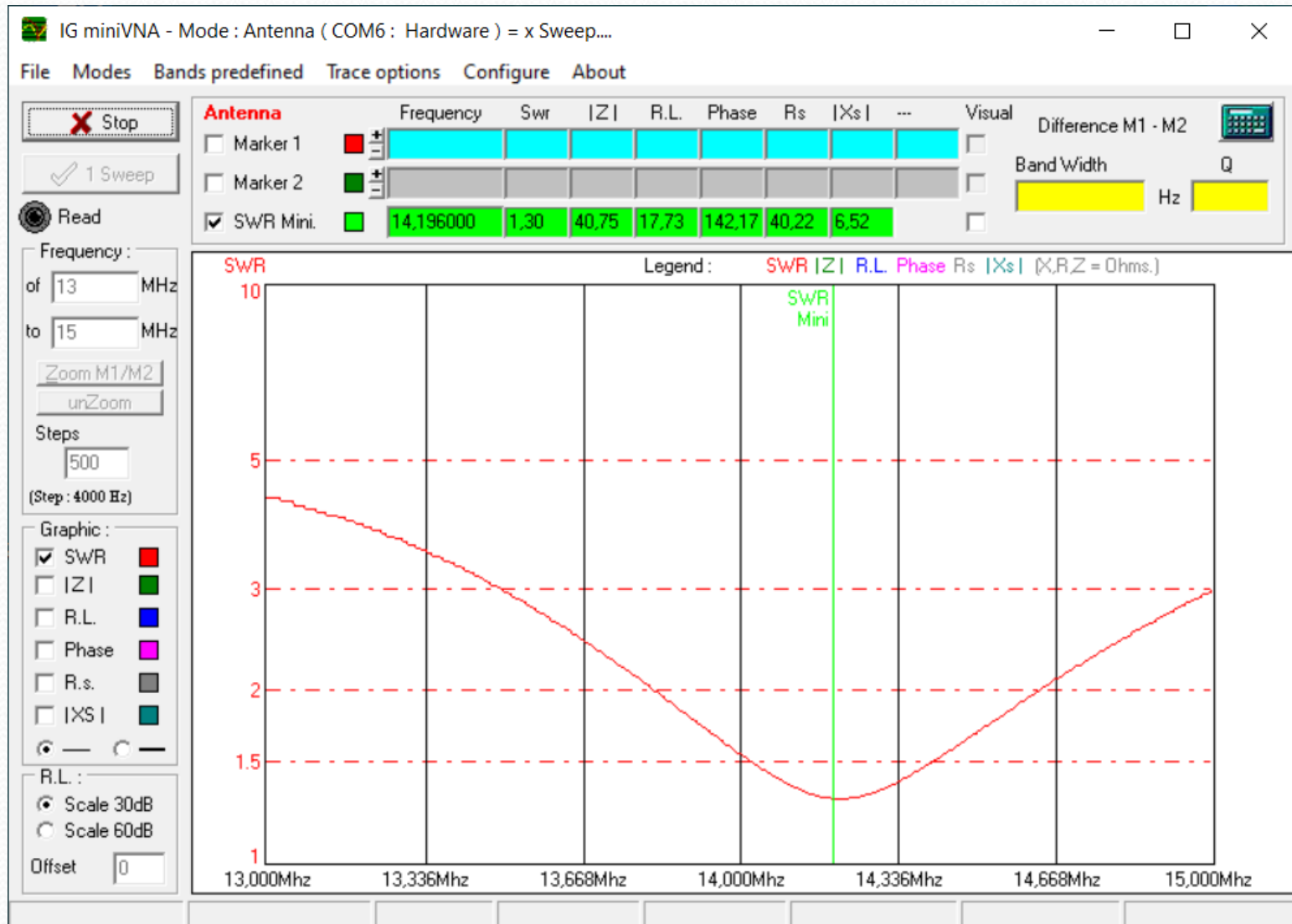
SWR Diagramm EFMD 80 m Band



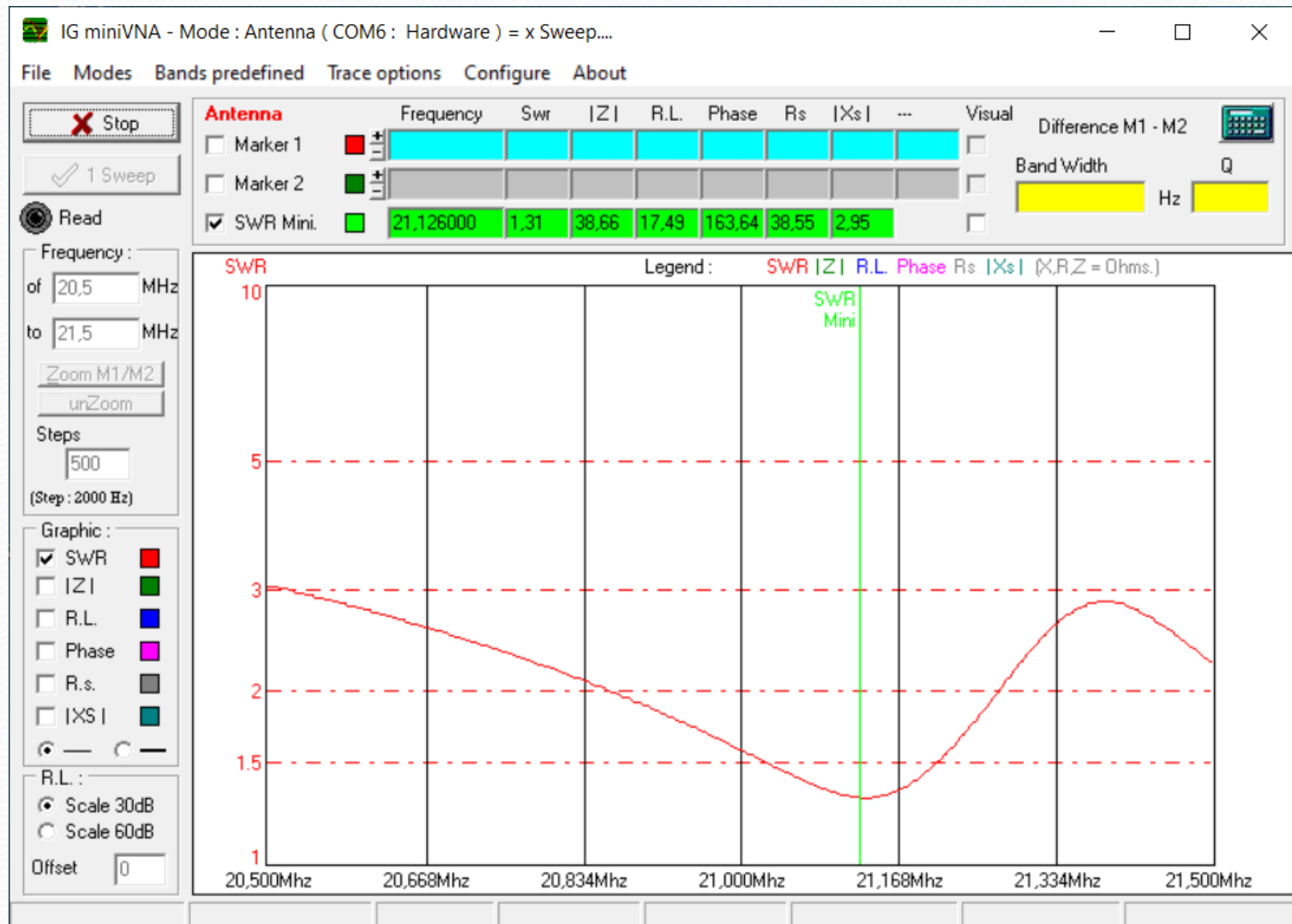
SWR Diagramm EFMD 40 m Band



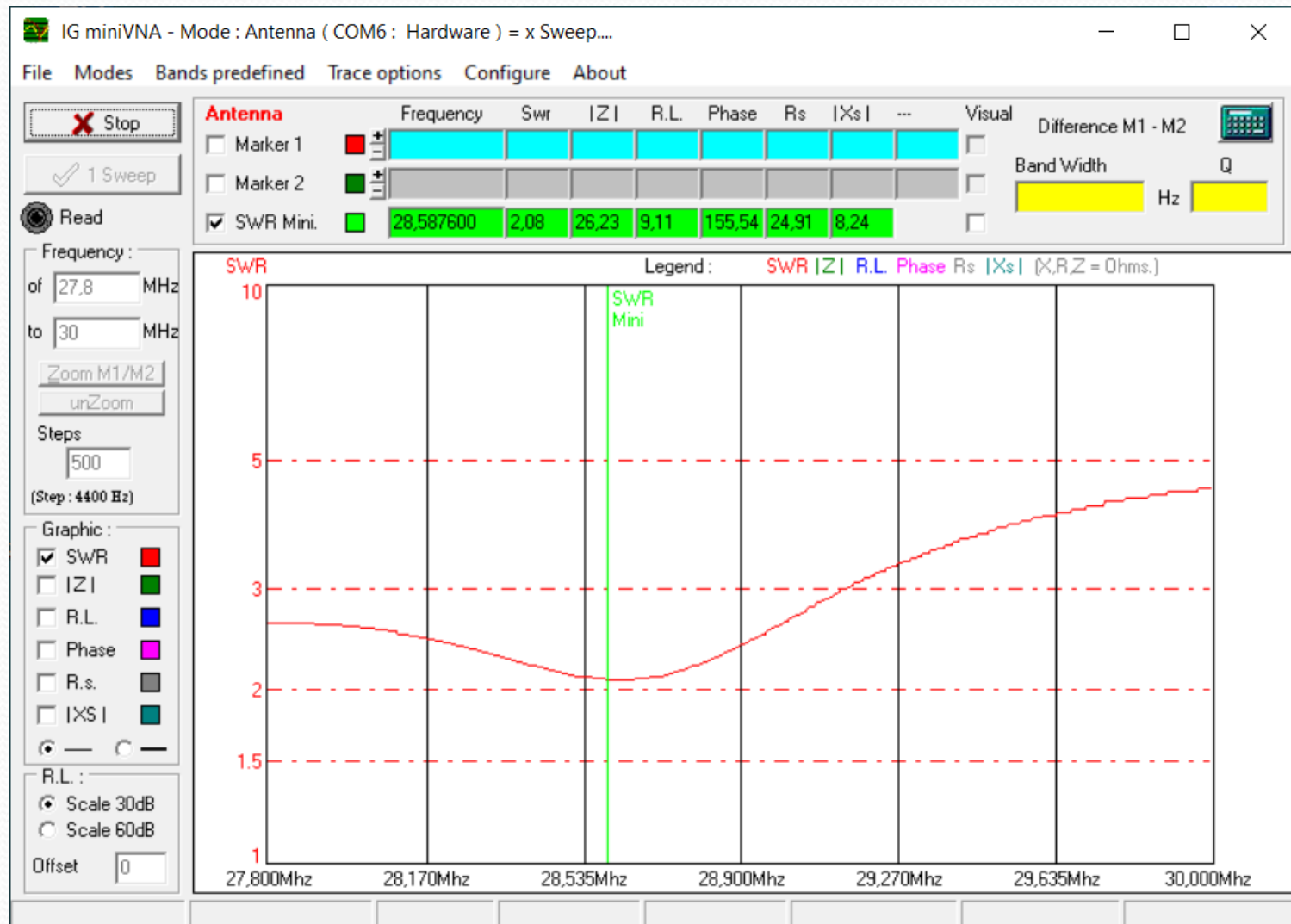
SWR Diagramm EFMD 20 m Band



SWR Diagramm EFMD 15 m Band



SWR Diagramm EFMD 10 m Band



Interessante Literatur zum EFMD

<https://f5npv.wordpress.com/endfed-cmc/>

<https://www.hfkits.com/end-fed-antennas-a-critical-view/>

[https://www.nonstopsystems.com/radio/frank_radio_antenna_multi
band_end-fed.htm](https://www.nonstopsystems.com/radio/frank_radio_antenna_multi_band_end-fed.htm)

[http://sarc.org.au/wp-content/uploads/2015/07/VK4YE-End-Fed-Antenna-
Construction-Project.pdf](http://sarc.org.au/wp-content/uploads/2015/07/VK4YE-End-Fed-Antenna-Construction-Project.pdf)

[http://pa-11019.blogspot.com/2012/04/149-transformer-for-endfed-
antennas-35.html](http://pa-11019.blogspot.com/2012/04/149-transformer-for-endfed-antennas-35.html)

Dank an Sponsoren

Der OV G09 bedankt sich bei den Sponsoren, die bei diesem Antennenseminar finanzielle und materielle Unterstützung geleistet haben:

Fa. Kabel Kusch, Dortmund, www.kabel-kusch.de

Fa. DX Wire, Peter Bogner, www.dx-wire.de

Fa. Bonito, www.hamradioshop.net, Dennis Walter

Der OV G09 bedankt sich auch bei der Geschäftsstelle des DARC für die Unterstützung unseres Vorhabens!

Inhalt USB Stick EFMD Seminar 2022

	EFMD SWR Diagramme_DJ8EI_11_03_2022	11.03.2022 17:30	Dateiordner	
	Kelemen 1 1 Balun 50 Ohm, Mantelwelle...	08.03.2022 14:38	Dateiordner	
	Antenna Basics for Hams_Seminarvortra...	17.10.2020 12:33	Microsoft Office P...	9.759 KB
	Antennenseminar und Bauanleitung EFM...	01.04.2022 10:08	Microsoft Office P...	15.975 KB
	Bauanleitung Mantelwellensperre nach ...	30.08.2020 11:14	Microsoft Office P...	1.398 KB
	Bauanleitung ZS6BKW Multibanddipol	15.10.2020 19:44	Microsoft Office P...	1.030 KB
	Delta_Loop_Antenne	17.01.2016 11:56	Adobe Acrobat D...	8.062 KB
	Endgespeiste Koax Lambda Halbe Anten...	04.03.2021 16:24	Adobe Acrobat D...	9.437 KB
	Full Size EFMD	27.01.2022 09:41	JPEG-Bild	998 KB
	Kurze_HyEndFed-Antenne DC4KU	06.01.2022 16:51	Adobe Acrobat D...	812 KB
	KW-Drahtantennen Hy Endfed DC4KU	06.01.2022 16:48	Adobe Acrobat D...	7.234 KB
	Mantelwellen Koax Gegengewicht	02.02.2022 09:54	JPEG-Bild	1.292 KB
	Mono Band Lambda Halbe Koax Antenn...	07.02.2022 10:48	Microsoft Office ...	15.946 KB
	Packzettel Großer Beutel_11_03_2022	11.03.2022 17:28	Microsoft Office E...	21 KB
	Packzettel Kleiner Beutel_11_03_2022	11.03.2022 16:34	Microsoft Office E...	21 KB
	Prinzip EFMD	22.01.2022 17:59	Adobe Acrobat D...	656 KB
	Resonanzkreisrechner Luftspulenrechner	07.02.2022 10:49	Microsoft Office ...	29 KB

Der EFMD Bausatz

