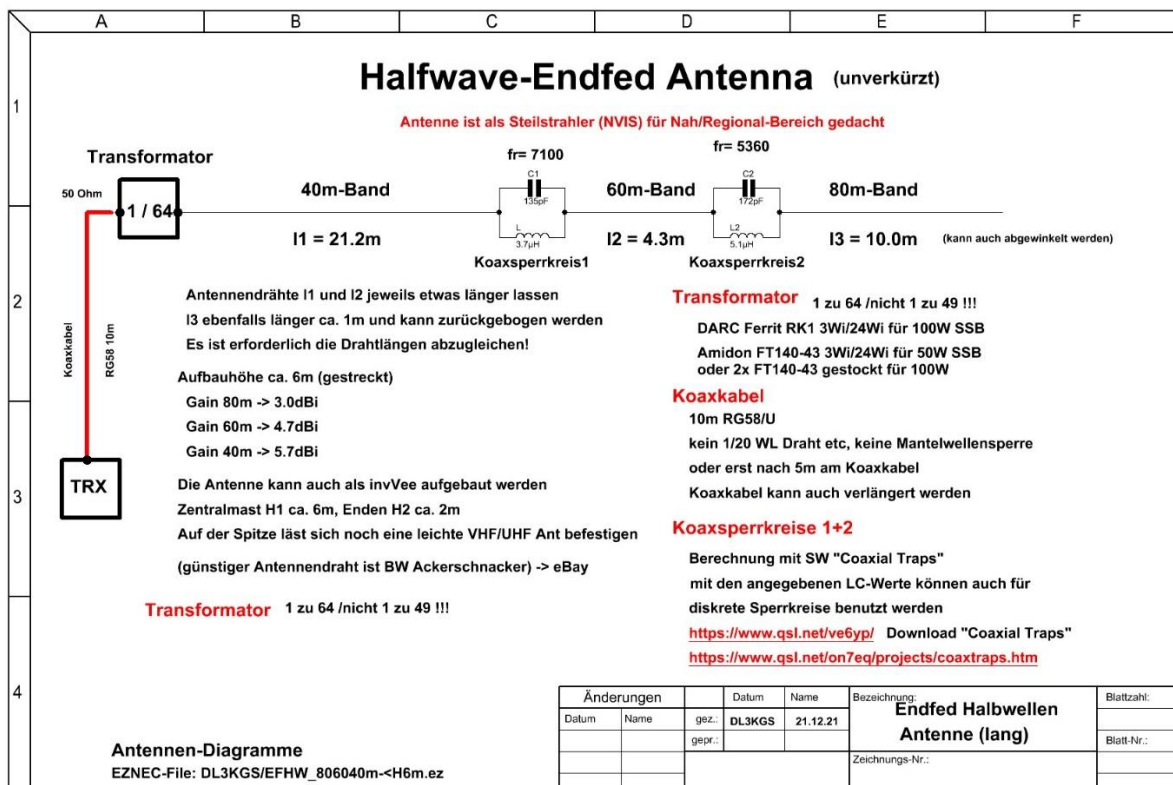


# Endfed Halbwellen-Antenne für 100W SSB

DL3KGS, 21.06.2022

Wir reden hier nicht über eine 1zu9 Unfug-Antenne, welche 10dB schlechtere als ordentliche Halbwellen-Antennen liefert (siehe Artikel zur 1zu9). Sondern über echte Lambda-Halbe Endgespeiste Antennen, sogenannte EFHW-Antennen.



**Bild 1: Die Halbwellen-Endfed Antenne ohne Verkürzung**

**Kurz-Version:** Für eingeschränkte Platzverhältnisse kann man auch eine verkürzte Version von ca. 20m Länge bauen. Dann gibt es eine kleine Reduzierung in der Signal-Stärke. Da bei NVIS die Signale doch recht hoch sind, kann man das in Kauf nehmen.

Endfed-Antennen haben eine ähnlich gute Performanz wie ein Dipol. Jedoch haben EFHW einen entscheidenden Vorteil zum Dipol -> nichts zieht in der Mitte den Strahler herunter, da es dort kein Koax-Kabel gibt, da der Einspeisepunkt an einem Ende liegt. Das hat meist noch einen weiteren Vorteil, dass kürzere Koax-Kabel benötigt werden.

Das oft gehörte und im Internet gefundene Argument -> Endfed-Antennen hätten hohe Verluste kann ich nicht bestätigen und mit etwas Physik lässt sich das auch widerlegen. Bei 6dB Verlust würden von 100W Sendeleistung 75W im Übertrager verbraten werden! Denke das würde der Ferrit-

Kern nicht lange mitmachen. Ich konnte nur leichte Temperaturerhöhungen des jeweiligen Kerns feststellen.

Messungen von 2 Übertrager im sogenannten Back-to-Back (50Ohm Eingang, beide 3000Ohm Seiten zusammenschaltet, ergibt wieder 50Ohm am Ausgang. Somit kann man die Durchgangs-Dämpfung mit einem Network-Analysier bestimmen (ein kleiner NanoVNA tut es). Die Ergebnisse liegen meist im 0.5dB-Bereich (also Fliegen-Schi...).

Der Einwand .... Aber bei HOHEM SWR sind auch die Verluste hoch .... zieht nicht, wenn man die EFHW auf Ihren berechneten Halbwellen-Bändern betreibt und nicht auf irgendwelchen Frequenzen außerhalb des Design-bereiches. Dort würde dann das SWR, somit die Verluste und die Temperatur ansteigen. **Aber wer macht so etwas??? oder doch???**

Somit entsteht auch kein hoher mechanischer Stress in den Drähten. Das bedeutet wiederum es können leichtere Maste eingesetzt werden. Speziell für Portabelbetrieb ein Vorteil.

Das sind alles zusammen wichtige Punkte für eine effiziente Antenne für den Notfunk-Betrieb, man darf allerdings die Antenne auch sonst zum Funken verwenden --- hi.

Weiterhin kann man die EFHW-Antenne mit einfachen Mitteln selber bauen und somit auch mal reparieren!!!

Die Antenne für Notfunk sollte über die Bänder 80, 60 und 40m verfügen (siehe meine Grundlagen-Artikel).

Die oft propagierte Multibandfähigkeit besteht nur auf dem Papier. Theorie und Praxis liefern da andere Ergebnisse, wenn man sich etwas damit beschäftigt und nicht nur das INTERNET nachplappert.

Wenn wir eine Drahtlänge, wie häufig für die EFHW für die Grundfrequenz 80m vorgeschlagen von ca. 40m nehmen, haben wir für das 40m Band eine Antenne von Lambda Ganze.

Das sind  $n=2$  auf die Halbwelle der jeweiligen Betriebsfrequenz bezogen.

Das ändert das Strahlungsdiagramm. Die Antenne verliert ihre Rundstrahleigenschaft, welche sie bei unserer niedrigen Aufbauhöhe  $H=8m$  erzielt und erhält im Diagramm starke Einzüge. Welche dazu führen können, dass in diese Richtungen nicht oder schlecht kommuniziert werden kann!

Dies wird mit den beiden Sperrkreisen unterbunden, die Antenne ist dann maßgeschneidert für die erforderlichen Notfunk-Bänder jeweils  $\lambda/2$  lang, ohne die ungünstigen Einzüge.

Auch das 60m-Band, welches ein wichtiges Band für den Notfunk tagsüber ist, können wir nun nutzen. Das ist mit dem 40m langen Draht nicht gegeben -> keine Anpassung!

In den nun folgenden Bildern wird das Verhalten für 80 und 40m bei einer Drahtlänge von 40m Dargestellt. Es wurde ein TOA (vertikaler Strahlungswinkel) von  $80^\circ$  gewählt, dadurch wird das Gebiet um die 100 bis 200km abgedeckt, genau der Bereich welcher für Notfunk hauptsächlich erforderlich sein wird.

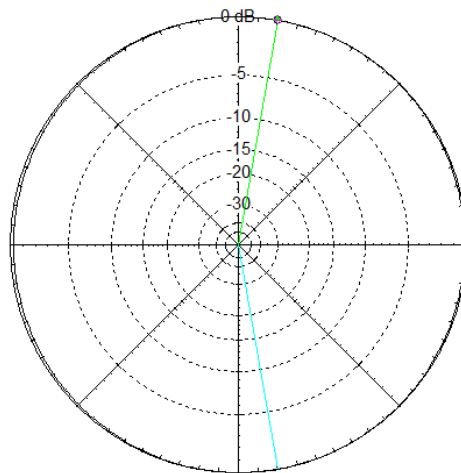
Das **Bild 2** zeigt das typische Rundstrahlendiagramm eines bodennahen Strahlers ( $H=8m$ ) für 80m.

**Bild 3** ist geprägt durch die Multiband Erregung des Strahlers, hier  $n=2$  also Lambda-Ganze für 40m.

Dadurch entstehen die hohen Einzüge im Antennendiagramm, welche dann das Zielgebiet auslöschen könnte.

### Azimuth-Diagramm einer EFHW (Draht=40m, h=8m)

Total Field



EZNEC+

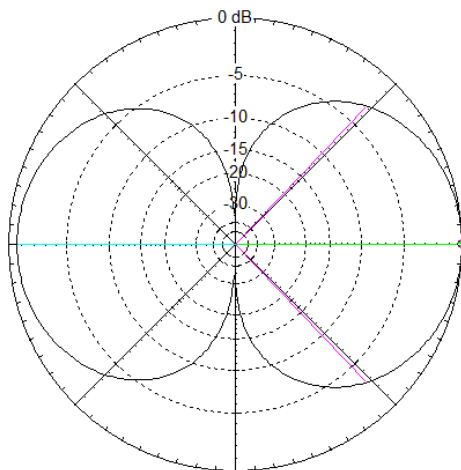
3.6 MHz

Azimuth Plot  
 Elevation Angle 80.0 deg.  
 Outer Ring 4.76 dBi  
 Slice Max Gain 4.76 dBi @ Az Angle = 80.0 deg.  
 Front/Back 0.03 dB  
 Beamwidth ?  
 Sidelobe Gain 4.76 dBi @ Az Angle = 280.0 deg.  
 Front/Sidelobe 0.0 dB

Cursor Az 80.0 deg.  
 Gain 4.76 dBi  
 0.0 dBmax

### Bild 2: Betriebsfrequenz -> 3600kHz

Total Field



EZNEC+

7 MHz

Azimuth Plot  
 Elevation Angle 80.0 deg.  
 Outer Ring -0.36 dBi  
 Slice Max Gain -0.36 dBi @ Az Angle = 0.0 deg.  
 Front/Back 0.63 dB  
 Beamwidth 93.0 deg.; -3dB @ 313.5, 46.5 deg.  
 Sidelobe Gain -0.99 dBi @ Az Angle = 180.0 deg.  
 Front/Sidelobe 0.63 dB

Cursor Az 0.0 deg.  
 Gain -0.36 dBi  
 0.0 dBmax

### Bild 3: Betriebsfrequenz -> 7000kHz

## Kalkulation des 1 zu 64 Transformators

Kalkulation mit „minirk12“ für die tiefste Betriebsfrequenz (80m) durchführen.

Für die Primärwicklung nehmen wir 3 Windungen ->  $X_L = +j 154$  für 80m.

Die Primärwicklung des Transformators liegt im Nebenschluss zum 50Ohm Eingang.

Sollte etwa 4x der Eingangsimpedanz von 50Ohm betragen, aber das geht gerade noch. Speziell wenn man 2x FT140-43 stapelt, dann erhöht sich der Wert von  $X_L$ , dann sind auch 100W SSB sicher zu reichen.

3 Windungen sind gerade so ausreichend. Jedoch kann man auch nicht beliebig erhöhen, sonst wird der obere Frequenzbereich limitiert.

In der Literatur findet man häufig Bauanleitungen mit nur 2 Windungen, das ist definitiv zu wenig und würde ein  $X_L$  von 68 Ohm ergeben (Nebenschluss zu unseren 50 Ohm!). Dadurch erhält man ein hohes SWR auf dem 80m-Band und der Kern wird heiß. Durch das falsche Design dürfte auch die Behauptung aufgekommen sein, dass die EFHW verlustbehaftet wäre .....

Ein weiterer hartnäckiger Design-Fehler ist die Empfehlung ROTE Ringkerne, also Eisenpulverkerne, wie T200-2 oder ähnliches zu verwenden.

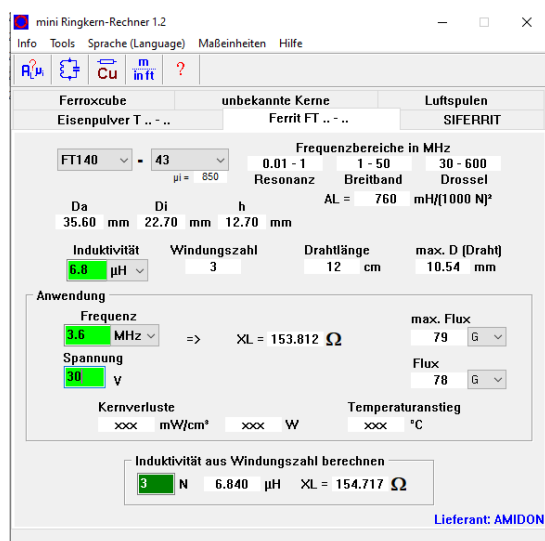
**Schlussfolgerung: Glaubt nicht ALLES was im Internet herumgeistert und hört auf Leute mit technischem Sachverstand.**

Die Primärwicklung sollte mit einem Kondensator 100-150pF (500V) Parallel geschaltet werden, das verbessert den Frequenzverlauf des Übertragers.

Als Kondensator verwende ich meist WIMA FKP 1 mit 2000V=700V~ mit 100-150pF. Auch Glimmer/ Mica Kondensatoren mit 500V möglich, aber nicht erforderlich, Selbst mal ausprobieren, ob SWR flach wird, z.B. mit NanoVNA, Transformator mit 3.3k abschließen.

Es ist für 100W und auch nicht bei 1kW ein russischer Door Knop Kondensator mit 10,000 Volt notwendig, wie in manchen Internet Endfed-Foren vehement propagiert wurde. Bei 1kW liegen bei 50 Ohm eine Spannung von ca. 225Veff an.

**Auf das richtige Design kommt es an!**



#### Bild 4: mini Ringkern-Rechner

Download: <http://www.df7sx.de/mini-ringkernrechner-etc/>

Diese Rechnung zeigt, dass am Eingang 30V anstehen dürfen -> max. Flux.  
Das ergibt eine Dauerleistung von 18W.

Da 50W SSB mit einem Kern erzielt werden sollen und diese Leistung eine Spitzenleistung (PEP) ist, ergibt sich eine Dauerleistung von ca. 1/3 PEP liefert -> passen die 18W. Mit 2 Kernen können dann die 100W SSB erreicht werden!

Der Transformator erfordert eine Impedanz-Transformation von 64, 50Ohm Eingang -> 3200 Ohm am Antennendraht. Wir brauchen also ein Übersetzungsverhältnis der Spannung von Wurzel aus 64 = **8**.

Wegen des höheren Schlankheitsgrad bei den verwendeten niedrigen Frequenzen (längerer Draht) ergibt sich eine höhere Impedanz um 3200 Ohm, deshalb 1zu64 (angenommen vernünftige Aufbauhöhe um 6-8m).

Anders sieht es auf den höheren Frequenzen das, dort kommt ein 1zu49 Transformator zum Einsatz (kürzer Draht = niedriger Schlankheitsgrad = niedrigere Impedanz).  
Somit dürfte dieses in den EFHW-Foren heftig diskutierte Thema auch mal geklärt sein.

Auf der **Primärseite errechnete 3 Windungen x 8 = 24 Windungen auf der Sekundärseite**

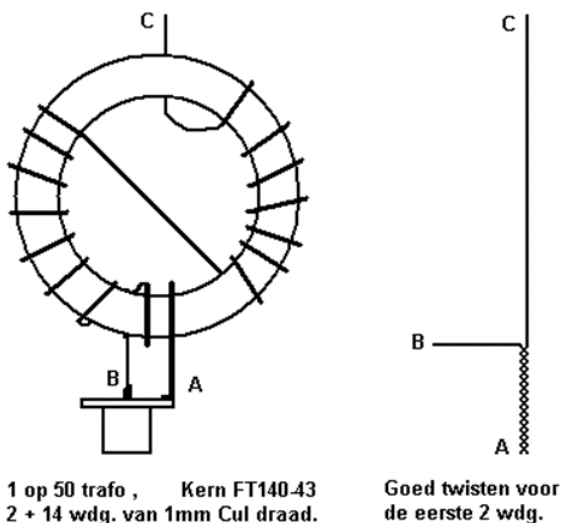


Bild 5: Quelle: <https://pa3hho.wordpress.com/end-fed-antennes/multi-band-end-fed-english/>

Das Bild kann gut als Wickelvorlage genommen werden, leider ist es wieder eines der Beispiele mit zu geringer Querinduktivität.

Es handelt sich auch nicht um einen 1 zu 49 (50), wie angegeben. Es wurde ein alter Fehler wiederholt und die Primärwicklung nicht mitgezählt! Daher kommt das falsche Ergebnis.

Wir können vom Punkt A (Massebezug) 16 Sekundär-Windungen im Inneren des Kerns zählen, zu 2 Primär-Windungen. Das ergibt 1 zu 8 Spannungs-Übersetzung, somit handelt es sich um einen 1 zu 64 Impedanz-Übertrager.

Also Primär 3 Windungen verwenden, diese müssen verdreht werden und 24 Windungen auf der Primärseite (Sekundärseite müssen mitgezählt werden, Prinzip Spar-Trafo). Kupferlackdraht kann auch wieder 0.85-1mm sein.

Wenn man die beiden Drähte der Primärwicklung nicht gut verdreht oder nur parallel legt, erhält man keine gute Kopplung und schlechte Performanz.

**Empfehlenswert:** Auch kann nach 3 Windungen einfach eine kleine Schleife herausgeführt werden (Punkt B). Diese Methode (Spar-Transformator) wende ich persönlich schon seit vielen Jahre an. konnte keinen Unterschied zum Verdrehen festgestellt werden. Diese Methode schließt jedoch die Fehlermöglichkeit bei der Kopplung aus!

## Kalkulation der Koax-Sperrkreise

Download "Coaxial Traps": <https://www.gsl.net/ve6yp/>

Informationen: <https://www.gsl.net/dl7jv/trap.htm>

### Kalkulation mit der Software im Download

Die Sperrkreise wurden mit RG174-U hergestellt, ja richtig gelesen RG174-U für 100W SSB!! Für höhere Leistung kann man RG58 nehmen oder Teflon-Ausführungen!

Beide Sperrkreise wurden auf Elektro-Installationsrohr gewickelt mit 32mm Außendurchmesser. Genauen Durchmesser bestimmen, auch vom Koaxkabel und in das Rechenblatt eingeben -> im gezeigten Beispiel 3.16cm.

Ich verwende nicht die vorgegeben Koax-Typen, da gibt es doch einige Abweichungen (100pF /95pF). Wenn ich einen neuen Ring RG174 verwende, wickle ich einen Test-Sperrkreis, dann verändere ich den Wert CAPACITANCE im Berechnungsblatt solange bis die gemessene FREQUENCY stimmt. Diesen ermittelten Kapazitäts-Wert notiere ich für das verwendete Kabel. Ein neues Kabel kann wieder andere Werte liefern, speziell wenn von anderem Hersteller geliefert.

Die **Messung** kann man mit einem Antennen-Analyzer oder NWA (NanoVNA) durchführen. Man macht eine Drahtschleife  $d=10\text{cm}$  und verbindet die Enden mit dem Antennen-Eingang. Nun stellt man den Sperrkreis in die Mitte der Schleife und schaut sich das SWR an. Es wird eine Frequenz geben, wo das SWR zurück geht -> DIP, das ist die Resonanzfrequenz. Man sollte darauf achten, dass sich während der Messung keine Metallteile etc. in der Nähe befinden, auch keine Finger etc.!

Die errechneten Werte aus der SW nicht direkt übernehmen!

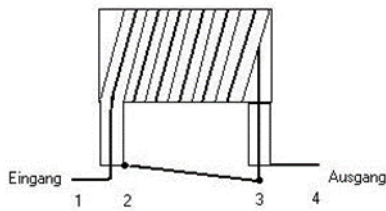
Den errechneten „TURNS“ addiere ich noch ca.  $\frac{1}{4}$  Windung dazu für unsere Sperrkreise, ebenso mache ich die „COIL LENGTH“ noch ca. 10mm länger.

Dadurch habe ich nun eine niedrigere Resonanzfrequenz und kann die Windungen auseinanderziehen und auf die gewünschte höhere Resonanzfrequenz abgleichen. Falls Resonanzfreq. nicht erreichbar, entsprechend ein neues Loch bohren und die Prozedur nochmals durchführen.

**Zusammenschaltung:** Es wird die Masse der einen Seite mit dem Innenleiter der anderen Seite verlötet.

Hierfür gehe ich folgendermaßen vor. Der Innenleiter wird länger abisoliert und zur anderen Seite im Rohr geführt, dann hat man kein großes Problem mit der Masse zu verlöten. Wir müssen also nicht tief im Inneren des Rohr löten!

Die Übergänge zum Koax-Kabel verklebe ich mit 2-Komponenten Epoxy-Kleber, keine Heiß-Kleiberrei, das wird nicht dicht!



#### **Bild 6: Zusammenschaltung Koax-Kabel**

Es gibt noch weitere Varianten für die Zusammenschaltung, habe ich aber nicht probiert.

Wenn die Resonanz (in unserem Falle 5460 und 7100kHz) stimmt, kann alles mit Pattex etwas fixiert werden, dient nur der vorläufigen Festlegung der Resonanz. Kann immer noch später leicht verschoben werden, wenn erforderlich.

Nun wird das Koax-Kabel mit selbstschweißendem Band wasserdicht gemacht, darauf achten, dass das Band über die Ränder der Koax-Wicklung gehen. Sollten so 2-3 Lagen sein, auch soll das Ende nicht lose anliegen, besser ebenfalls mit 2-Komponentenkleber verkleben.

### **Aufbauvorschlag**

Es wurde eine Zugentlastung (Plexiglas oder anderes geeignetes Material) bei den geschlossenen Sperrkreisen angebracht. Das Rohr wird an beiden Seiten mit Endstopfen verschlossen, das verhindert ein Eindringen von Regen, Schnee und Eis bei ganzjährigem Dauereinsatz.

Nach „Lamellenstopfen Verschlussstopfen Rohrstopfen“ bei ebay suchen. (10Stück ca. 8€)

<https://www.ebay.de/itm/112427308400?hash=item1a2d309570:g:I7cAAOSwEBdgSH9e>

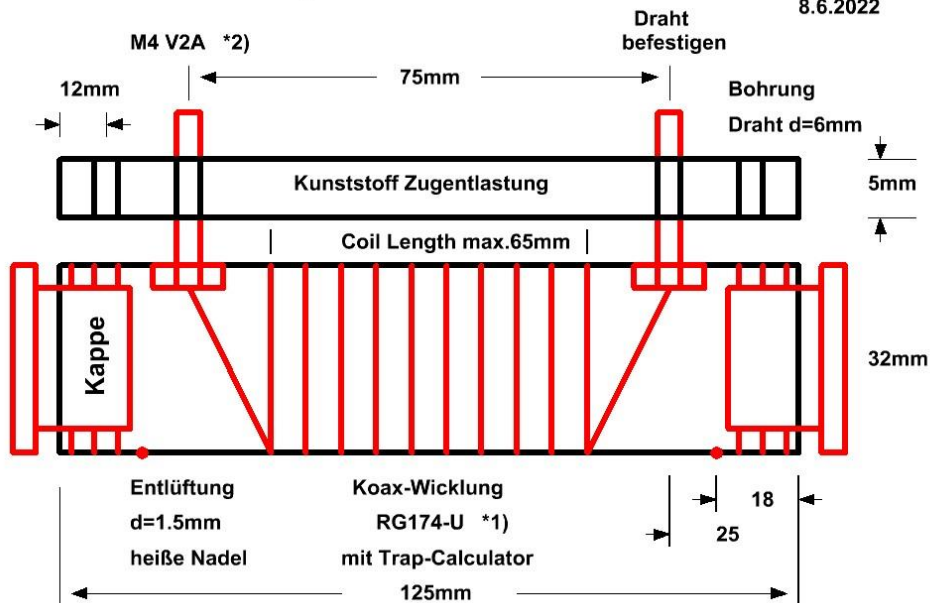
Die Entlüftungslöcher mit einer heißen Nadel einschmelzen, das verhindert, dass sich bei hohen Temperaturen die kleinen Löcher wieder verschließen!

Die Löcher für die Schrauben M4 x 30mm mit 4.5mm bohren, dann bekommt man sie besser eingebaut.

# Koax-Sperrkreis

DL3KGS@DARC.de

8.6.2022



Koax-Wicklung mit selbstschweißendem Band umwickeln

\*1) Schirm mit 2-Komponenten-Kleber versiegeln

- Mit RG174 für 100W SSB
- Mit RG58ca. 500W, noch nicht getestet

\*2) An die M4x30 V2A Schrauben

- wird innen der Sperrkreis angeschlossen
- Außen wird der Antennendraht befestigt
- Schrauben sollten Sechskant haben um sie seitlich durch die Öffnung zu befestigen
- Spulenkörper ist Elektroinstallationsrohr d=32mm - Länge ist 120mm

**Bild 7: Aufbau Sperrkreis, gilt auch ähnlich für die Spule**

## Berechnung der Sperrkreise

Anleitung zur Eingabe der Parameter beachten -> Kalkulation mit der Software im Download

Software auf „Metric“ stellen!

Den sich aus den Berechnungen ergebenden „Coil Length“ ca. 1cm zuschlagen, dadurch kann man die Wicklung leicht verschieben und abgleichen.

Allerdings benötigt man etwas mehr Windungen (tiefere Freq) als sich aus der Rechnung ergibt, um den Abgleich auf die Resonanzfreq. durchführen zu können.



An den Bildern 8 und 9 sind die reinen Rechenergebnisse, aktuelle Werte seitlich!

Design Parameters	
Frequency:	7.100 mHz
Form Diameter:	3.160 cm
Coax Diameter:	0.28 cm
Capacitance:	95 pF/m
Select coax cable type	Not selected

Calculated	
Turns:	12.85
L:	3.739 uH
Coil Length:	3.60 cm
C:	134.39 pF
Coax Length:	141.46 cm
X:	166.80 ohms
End Sensitivity:	24.76 kHz/cm
Turn Sensitivity:	59.99 kHz/cm
Length/Diameter:	1.05

Coil Length + 1cm = 4.6cm / Windungen 13.25

**Bild 8: 40m-Koax-Sperrkreis**

Design Parameters	
Frequency:	5.3500 mHz
Form Diameter:	3.160 cm
Coax Diameter:	0.28 cm
Capacitance:	95 pF/m
Select coax cable type	Not selected

Calculated	
Turns:	16.51
L:	5.146 uH
Coil Length:	4.62 cm
C:	171.96 pF
Coax Length:	181.01 cm
X:	173.00 ohms
End Sensitivity:	14.62 kHz/cm
Turn Sensitivity:	34.62 kHz/cm
Length/Diameter:	1.34

Coil Length + 1cm = 5.6cm / Windungen 16.75

**Bild 9: 60m-Koax-Sperrkreis**

Alte Ausführung ohne Kappen, nur für vorübergehenden Einsatz empfohlen



**Bild 10: Offener 60m Sperrkreis mit selbstschweißendem Band umwickelt**

## Drähte

Eine preiswerte und robuste Lösung ist die Verwendung von sogenanntem „Ackerschnacker“. Hierbei handelt es sich um Bundeswehr-Feldlitze, gibt es bei eBay auf Kabeltrommel 400-800m Länge da kann man viele Antennen bauen -> mit anderen zusammentun, wenn zu viel.

Es kann natürlich auch der übliche Antennendraht genommen werden oder 1.5mm<sup>2</sup> Elektrolitze, da auf dem Draht keine besonders hohe mechanische Beanspruchung herrscht.

## Abgleich

Zum Abgleich sollte in etwa die ungefähre spätere Betriebshöhe eingehalten werden.

Man kann sich an den angegebenen Drahtlängen  $l_1$ ,  $l_2$  und  $l_3$  orientieren, sollte jedoch einen Zuschlag in der Länge geben.

Für beide Versionen sollte man in die Drahtlänge  $l_1$  ein sich frei beweglicher Isolator eingefügt werden, damit die Antenne auch als inv. Vee aufgehängt werden kann.

Der Abgleich erfolgt immer von der höchsten Frequenz zu den niedrigeren Bändern. Also zuerst das (20m) 40m-Band, dann 60m und zum Schluss 80m.

Es soll auch immer der Sperrkreis mit dem Draht des nächsten Bandes angeschlossen sein, der Sperrkreis stellt eine gewisse Belastung dar und er muss an beiden Seiten Draht sehen. Es ist nicht wichtig, dass der andere Draht noch nicht abgestimmt ist. 2m Länge genügen.

Möglichst auf Bandmitte abstimmen, gilt nicht für 80m.

Das 80m-Band ist mit 300kHz recht breit, also fast 10% Bandbreite. Das kann nicht mit gutem SWR über den kompletten Bereich abgedeckt werden, zu empfehlen ist eine Resonanz-Auswahl in unserem Fall um die 3600.

**Notfunkfreq. #1 80m 3643** kHz LSB (Deutschland, Österreich, Schweiz)

**Notfunkfreq. #2 80m 3760** kHz alle Betriebsarten – Aktivitätszentrum Region 1 Notfunk

Bei Wahl der #1 hat man die Möglichkeit im CW-Bereich und auch Datenfunk +/- 3600, sowie SSB auf 3643kHz zu arbeiten. Auch verschiedene Winlink-Gateways (z.B. HB9AK) liegen in diesem Bereich.

Für die Freq. #2 müsste man den Strahler verkürzen, durch **umbiegen des Drahtes**.

**Meiner Meinung nach ist es keine gute Lösung zwei Notfunkfrequenzen im 80m-Band mit einem Abstand von ca. 120kHz zu wählen, unter dem Gesichtspunkt der prozentual großen Bandbreite des 80m Bandes und dem daraus resultierenden schnell ansteigenden SWR!**

# Kurzversion - EFHW-Antenne für eingeschränktes Platzangebot

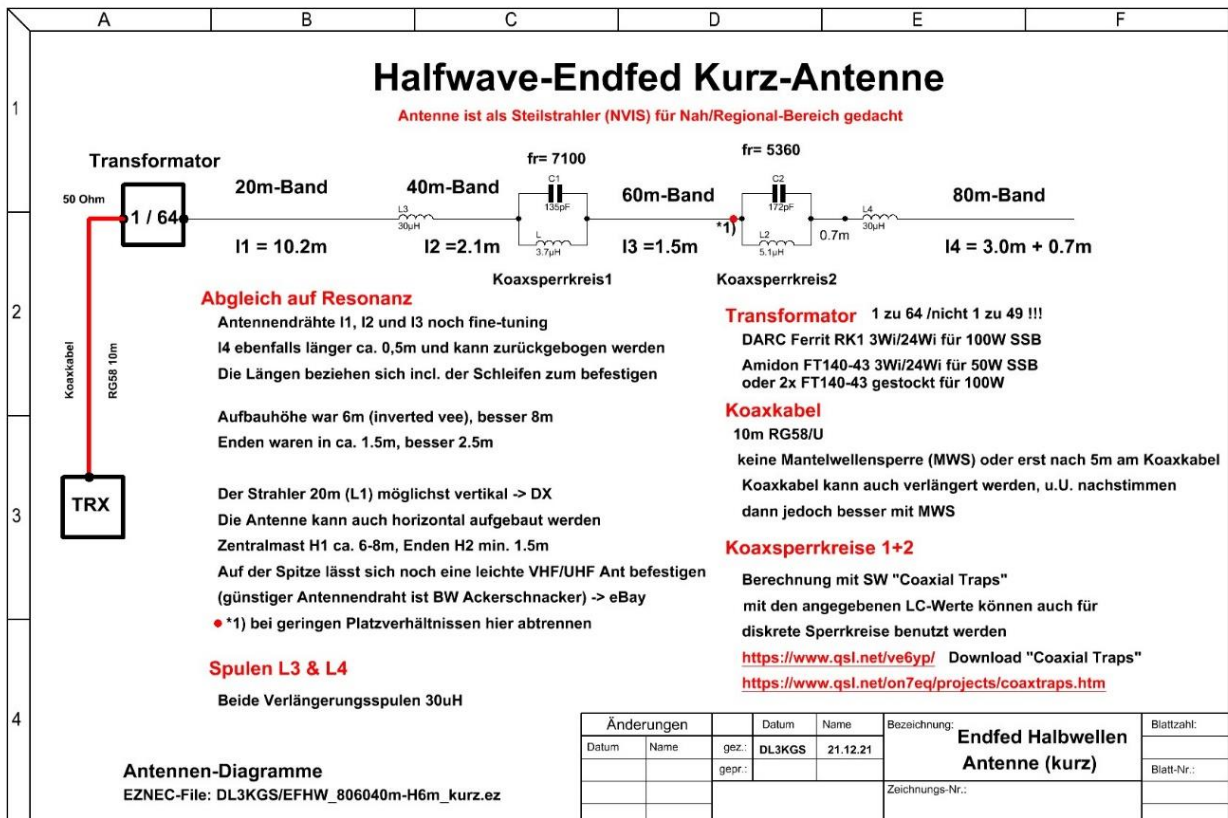


Bild 11: EFHW-Antenne Kurzversion für eingeschränktes Platzangebot

## Bau der Verlängerungsspulen

Ähnlicher Aufbau wie bei Sperrkreisen

Spulenkörper jedoch 105mm lang

Der Lochabstand für die Schrauben beträgt nun 60mm

Es wird CuL-Draht 0.85mm verwendet

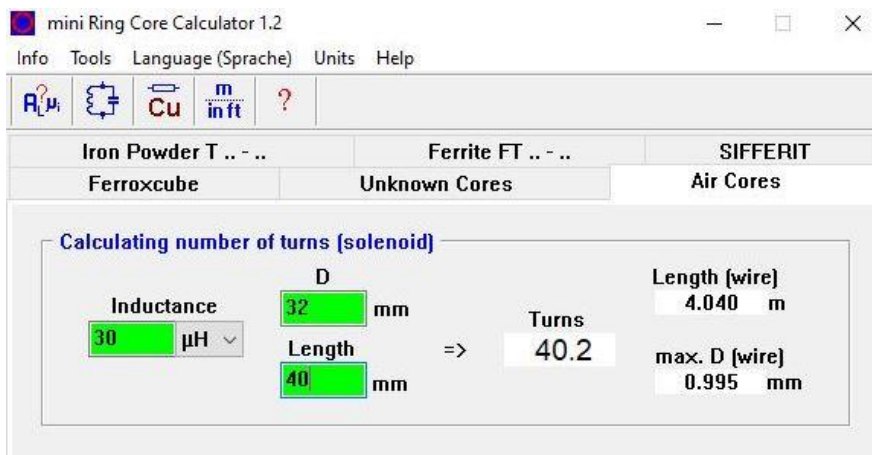
Die Spule wird ebenfalls, wie der Sperrkreis mit selbstschweißendem Band umwickelt.

## Kalkulation der Verlängerungsspulen für die Kurzversion

Zur Berechnung Programm minirk12 verwenden

Download Link: <http://www.df7sx.de/mini-ringkernrechner-etc/>

Induktivität 30uH -> wieder wird Installationsrohr 32mm verwendet, Kupferlackdraht ca. 0.85mm +/-



Die vorgegebene Spulenlänge (im Beispiel 40mm) wird um 5mm länger für die Drahtdurchführungen!

**Bild 12: Berechnung der Spule**

Bei Fragen: [DL3KGS@DARC.de](mailto:DL3KGS@DARC.de)

## Haftungsausschluss

- Der Inhalt dieser Präsentation wurde unter angemessener Sorgfalt erstellt, für eventuelle (Sicherheits)-Vorschriften ist der jeweilige Nutzer selbst verantwortlich
- Allerdings erfolgt keine Gewähr, dass die Inhalte korrekt, vollständig oder aktuell sind
- Jegliche Nutzung der Inhalte erfolgt auf eigene Gefahr, unter Ausschluss eines Anspruches auf Schadensersatz, weder für materielle noch immaterielle Schäden, so wie körperliche Schäden
- Die Überlassung der Präsentation erfolgt nur für den internen Gebrauch des Empfängers ohne Veröffentlichung auf WEB-Seiten oder nach Anfrage
- Die Präsentation stellt keine Beratung dar

## Abmahnungsbestimmungen (leider muss das heutzutage sein!)

- Sollte irgendwelcher Inhalt oder die design-technische Gestaltung einzelner Seiten oder Teile dieser Internetseite fremde Rechte Dritter oder gesetzliche Bestimmungen verletzen oder anderweitig in irgendeiner Form wettbewerbsrechtliche Probleme hervorbringen, so bitten wir unter Berufung auf § 8 Abs. 4 UWG, um eine angemessene, ausreichend erläuternde und schnelle Nachricht ohne Kostennote
- Dennoch von Ihnen ohne vorherige Kontaktaufnahme ausgelöste Kosten werden wir gänzlich zurückweisen und gegebenenfalls Gegenklage wegen Verletzung vorgenannter Bestimmungen einreichen.