

# EndFed-Übertrager 150W mit zwei RK3-Kernen, 4,20m (2,10m) Koax-Gegengewicht und anschließender Mantelwellensperre aufgebaut von DF1BT Ludger Schlotmann Dinklage

Während man in früherer Zeit des Amateurfunks Langdrahtantennen mit einem LC-Kreis, Parallel-, oder Fuchskreis anpasste, ist es wohl heute eher der breitbandige EndFed-Übertrager auf Ferrit-Basis ohne Umschaltung, mit resonanter Strahlerlänge für maximale Bandbreite. Kommerzielle Versionen sind oft mit einer Induktivität verkürzt, was Amateuren mit Platzmangel zu Gute kommt. Die Breitbandigkeit des Ferritübertragers geht aber einher mit einem etwas größeren Anpassverlust von etwa 1dB, wodurch das SWR auch logischerweise geschönt wird. Durch die Verlustleistung von ca. 15W bei 100W TRX-Leistung sorgt der Kern immer für ein trockenes inneres Übertragergehäuse. Deshalb hat manches Gehäuse auch ein Ventil wo die heiße ausgedehnte Luft entweichen kann. Bei höheren Leistungen und Dauerbetrieb (z.B. RTTY) kann es schon mal ganz schön heiß werden.

\*\*\*\*\*

Der besonders verlustarme LC-Kreis, in der heutigen Zeit eher als asymmetrischer Automatik-Tuner bekannt, hat den Vorteil dass die Antennenlänge nicht resonant sein muss und sich somit jede Frequenz im KW-Bereich anpassen lässt. Ein ordentliches Gegengewicht ist Vorbedingung für diesen Antennentyp. Je hochohmiger das Strahlerende zum Anpassen ist, desto einfacher darf das Gegengewicht ausfallen.

\*\*\*\*\*

In der Ursprungsversion wurde die EndFed-Antenne (EFHW) von den Holländern ("HyEndFed") und Nachfolgern ohne Mantelwellensperre angeboten. Wo es Probleme gab, wurde mit der Koaxlänge experimentiert. Ein mehr als deutliches Zeichen, dass das Koax ein Teil der Antenne war. Auch sollte bei Problemen laut Beschreibung eine Mantelwellensperre direkt vor dem Gerät eingefügt werden. Dies verhindert zwar ein "heißes" Mikrofon oder die völlige SWR-Fehlanzeige, an dem Grundübel von Mantelwellen, an dem alle EndFed-Antennen ohne Mantelwellensperre vor dem Übertrager leiden, ändert es nichts.

Ein Mantelstrom kann nicht nur Probleme beim Senden verursachen, sondern ist auch immer für einen höheren Rauschfaktor beim Empfang verantwortlich. Der Grund dafür ist, dass vom Koax aufgenommene Störungen ungehindert in die Antenne induziert werden und von dort in den Empfänger gelangen. Die Sperre direkt vor dem Gerät nützt hier nichts.

Um Mantelwellen zu unterbinden wurden in der sogenannten "zweiten" Version Sperren von den Betreibern direkt vor dem Übertrager gesetzt. Das nun fehlende Gegengewicht wurde durch ein freihängendes  $0,05\lambda$  langes Drahtstück (nach AA5TB) an das kalte Ende des Übertragers erstellt. Hiermit ging der Mantelstrom bis auf einen kleinen Rest zurück. Grund sind wohl kapazitive Kopplungen der Sperre zu dem sehr hochohmigen Anschluss des Übertragers.

Nun, nach aufwendigen Messungen von **Werner DC4KU (siehe FA 04/2019)**, ist die "dritte" Version mit dem vollkommen frei angebrachten  $\lambda/0,05$  langen Koax-Gegengewicht und danach eingefügter Mantelwellensperre innerhalb der Koaxzuleitung, wohl der Aufbau der einen Mantelstrom vollkommen unterbindet. Vorbedingung ist allerdings, wie bei allen anderen Versionen auch, dass die Koaxleitung zum Gerät HF-Konform verlegt wurde. Ist dies nicht der Fall, ist jede Mantelwellensperre zwecklos.

Einer der größten Fehler den man dabei machen kann, ist wohl das Verlegen der Koaxleitung parallel zum Strahler, wenn auch im größeren Abstand. Dies kann zu einer

Strahlungskopplung (Yagi-Prinzip) führen. Liegt das Koaxkabel im Außenbereich auf oder sogar unter der Erde spielt dies keine Rolle, da das Kabel stark gedämpft wird.

Die Länge des Gegengewichtes von  $0,05\lambda$  wird wohl erstmals von AA5TB erwähnt. Nach seinen Recherchen hat eine Halbwellenantenne von  $0,45\lambda$  Länge mit einem  $0,05\lambda$  Gegengewicht eine fast reelle Speiseimpedanz. Aber auf die letzten 5cm kommt es hier nun wirklich nicht an. Der Resonanzabgleich bezieht sich ja auf die Gesamtlänge der Antenne (Strahler + Gegengewicht). URL: <http://www.aa5tb.com/efha.html>

\*\*\*\*\*



In diesem Aufbau wird ein Mantelstrom auf der Koaxzuleitung (1) gänzlich verhindert.

- |   |   |   |                              |
|---|---|---|------------------------------|
| 1 | Koaxkabel von der MW-Sperre zum Gerät               | 4 | EndFed Übertrager            |
| 2 | Mantelwellensperre breitbandig u. tiefsperrend      | 5 | Strahler $\lambda/2 \cdot n$ |
|   | 0,05 $\lambda$ langes Koaxkabel als Gegengewicht    |   |                              |
| 3 | 80M-Version - 4,20m lang / 40M-Version - 2,10n lang |   |                              |
|   | Auf die letzten 5cm kommt es wirklich nicht an.     |   |                              |

**ACHTUNG!** Das  $0,05\lambda$  lange Koaxkabel als Gegengewicht muss absolut frei angebracht sein, so wie der Antennenstrahler selbst, da es ein Teil der Gesamtantenne ist. Bei vertikaler Montage an einem Haltemast muss dieser Teil des Haltemastes bis zur Mantelwellensperre aus einem nichtleitenden Material bestehen. z.B. GFK / Fiberglas usw. Damit hätte die Antenne auch kleine vertikale Strahlungsanteile.

Hier wird das gleiche Prinzip angewandt wie am Ende einer City-Windom. Deshalb muss die Mantelwellensperre auch sehr hochohmig sein. (breitbandig über den ganzen benutzten KW-Bereich  $5000\Omega$  oder mehr) Am Ende vom Koaxteil (3), also vor der Mantelwellensperre (2) befinden wir uns nicht, wie es augenscheinlich aussieht in einem  $50\Omega$ -Koax-System, sondern am Ende eines  $\lambda/2$ -Strahlers und dieser ist bekanntlich sehr hochohmig.

Grund: Ein Koaxkabel hat für HF eben doch **drei Leiter**. Den Koaxinnenleiter, die Abschirmung von innen und die Abschirmung von außen.

Der HF-Transport findet nur im Innern des Koaxkabels statt. (Innenleiter u. Abschirmung innen) Mantelwellen bilden sich ausschließlich auf der Abschirmung von außen.

Das  $\lambda/0,05$  lange Koaxteil als Gegengewicht auf dem untersten Band funktioniert auch auf den harmonischen höheren Bändern.

\*\*\*\*\*

### Der EndFed-Übertrager



2 x Kern: Würth 7427015/ Material 4W620 / 40,6x27,4x30mm,  
Auch bezeichnet als DARC RK3-Kern / hier gesamt AL1300  
Gesamtvolumen:  $21100\text{mm}^3$  (Vergleich-FT240= $24400\text{mm}^3$ )

Am Anfang wurde der Kern mit mindestens vier Lagen Teflon-Dichtungsband (Baumarkt) bewickelt. Dies dient nicht nur der Isolierung der am Sekundärende auftretenden hohen Spannung, sondern es verhindert auch ein Verrutschen der CuL-Windungen auf dem Kern. Der Übertrager wurde im späteren Gehäuse an der relativ niedrigen Impedanz der Bewicklung beidseitig mit Silikon festgelegt.

Mit 8+1+5/6/7 Windungen CuL 1,5mm und einem Übersetzungsverhältnis von 2:14/15/16  
Mit dieser Bewicklung gut von 3,5 bis 30 MHz nutzbar. (Drahtlänge 150cm)

Um eine Impedanzanpassung des  $\lambda/2$  ( $\bullet n$ ) Strahlers bei unterschiedlichen Antennenhöhen oder Erdverhältnissen zu ermöglichen, hat die Sekundärwicklung drei verschiedene Abgriffe.

(Abgriff1) 2:14 Wdg. haben ein Widerstandsverhältnis von 1:49 = (50:2450 $\Omega$ )

(Abgriff2) 2:15 Wdg. haben ein Widerstandsverhältnis von 1:56 = (50:2800 $\Omega$ )

Endpunkt 2:16 Wdg. haben ein Widerstandsverhältnis von 1:64 = (50:3200 $\Omega$ )

Im Auslieferungszustand wird der Strahleranschluss an Abgriff 2 angelötet.

Würth-Kerne haben laut Hersteller eine Fertigungstoleranz von >30%. In der Praxis aber manchmal bedeutend mehr. So gibt es DARC-RK3-Kerne die einen AL-Wert zwischen 400 und 700 aufweisen. Es sollten zwei Kerne mit einem  $\approx$  gleichen AL-Wert benutzt werden. Hier wurden nun zwei DARC-RK3-Kerne mit je AL630 zusammengeklebt. So kommt man gegenüber einen FT140-43 mit AL800 auf einen höheren AL-Wert von  $\approx$ 1200, aber mit über der fast dreifachen Masse (2,8). Eine Dauerbelastung mit 100W-HF (z.B. RTTY) wäre damit möglich, was etwa 300W-SSB-CW im intermittierenden Betrieb entspricht. Diese Ausgangsleistung haben oft moderne Transceiver.

Der Übertrager wurde im Eingang mit 110pF (2 x 220pF/2000V in Serie) kompensiert.

Die zwei Primärwicklungen wurden nicht am "kalten" Ende durch verdrillen erstellt, sondern durch einen Abgriff an der zweiten Windung. Dies ist das Prinzip des Spartrafos. Meine bisherigen Messungen und Erfahrungen brachten keinen nennenswerten Unterschied zwischen den beiden Versionen.

Wer mit dieser Antenne erste Gehversuche auf 160M machen möchte, kann in der Mitte des 80M Strahlers eine Induktivität von ca. 90 $\mu$ H einfügen. Allzu viel sollte man jedoch nicht davon erwarten, da die Antenne stark verkürzt ist und der Übertrager im Grunde auch nicht dafür ausgelegt ist. CW-Verbindungen und vor allem Digi-Mods würden sicher einige Kontakte bringen. Eine Anpassung mit einem Tuner wird wohl erforderlich sein.

Auf 30M hat der Strahler keine hochohmige sondern eine niedrige Impedanz. Hier wäre bei 80M-Grundresonanz eine Zwangsanpassung mit einem Tuner nötig. Hinweis! Die Verlustleistung im Übertrager steigt dadurch enorm an. Eine HF konforme Möglichkeit für 30M wäre das Anbringen eines strahlungsgekoppelten  $\lambda/2$  Dipols direkt unterhalb des 80M (40M) Strahlers. Siehe Programm "Stromsummen.exe". Auf den anderen Bändern hat dies kaum einen Einfluss.

### Die sehr breitbandige tiefsperrende Mantelwellensperre

Messungen mit dem FA-VA3 vom OV I20 von 3,5MHz bis 30MHz



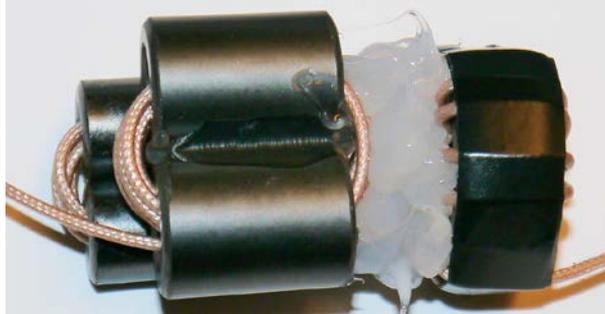
(1) 2 x ELV-Hülse 021780 ges. Al 9400 mit 8,5 Windungen 50 $\Omega$  Teflonkoax RG188



(2) 2 x 2 ELV-Hülse 021778 ges. Al 5800 mit 4 Windungen 50 $\Omega$  Teflonkoax RG188



(3) 1 x ELV-Kern 095217 ges. Al 5200 mit 6+1+6 Windungen 50Ω Teflonkoax RG188  
 Die gesamt Ferritmasse beträgt 24920mm<sup>3</sup> (Vergleich FT240 = 24400 mm<sup>3</sup>)



Somit hat diese dreifache Kernkombination über den Kurzwellenbereich von 3,5MHz bis 30MHz eine Sperrtiefe von über 5000Ω. Dünnes 50Ω Teflonkoax RG178 kann bei 100MHz noch mit 400W belastet werden. Die aufgewickelte Koaxlänge mit den Anschlussenden beträgt 1,80m.

#### Zugkräfte auf das vertikale Koaxteil.



Da das Gegengewicht aus Koax nur in den Kabelverschraubungen eingeklebt ist, darf es keiner großen Zugkraft ausgesetzt werden. Somit ist es dringend erforderlich das Koax und die Mantelwellensperre mit schwarzen lichtechten Kabelbindern bei vertikaler Montage am nichtleitenden Mast oder bei einem horizontalen Aufbau an einem Kunststoffseil zu befestigen. Bei horizontalem Aufbau ist außerdem darauf zu achten, dass die Belüftungslöcher der Mantelwellensperre nach unten zeigen, um ein Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Notfalls einen "Wassersack" bilden.

#### Längen des Strahlers und des Koax-Gegengewichtes

##### 80M-Version

Länge Koaxgegengewicht:  $300 : 3,5 = 85,70 \cdot \lambda_{0,05} = 4,28 \cdot \sqrt{0,98} = 4,19\text{m} \approx 4,20\text{m}$   
 Hier kommt es keineswegs auf die letzten 5cm an.

Länge des Strahlers:  $300 : 3,5 = 85,70 \cdot \lambda_{0,45} = 38,57 \cdot \sqrt{0,98} = 37,80\text{m}$

Diese Länge muss je nach Resonanzbedarf (3,55, 3,6, 3,7 MHz) an jedem Standort neu abgeglichen werden. Bei zusätzlichem Betrieb auf den harmonischen Bändern muss durchweg ein Kompromiss eingegangen werden.

##### 40M-Version

Länge Koaxgegengewicht:  $300 : 7 = 42,85 \cdot \lambda_{0,05} = 2,14 \cdot \sqrt{0,98} = 2,09\text{m} \approx 2,10\text{m}$   
 Hier kommt es keineswegs auf die letzten 10cm an.

Länge des Strahlers:  $300 : 3,5 = 42,85 \cdot \lambda_{0,45} = 19,28 \cdot \sqrt{0,98} = 18,90\text{m}$

Diese Länge muss je nach Resonanzbedarf (7,05, 7,1, 7,150 MHz) an jedem Standort neu abgeglichen werden. Bei zusätzlichem Betrieb auf den harmonischen Bändern muss durchweg ein Kompromiss eingegangen werden.

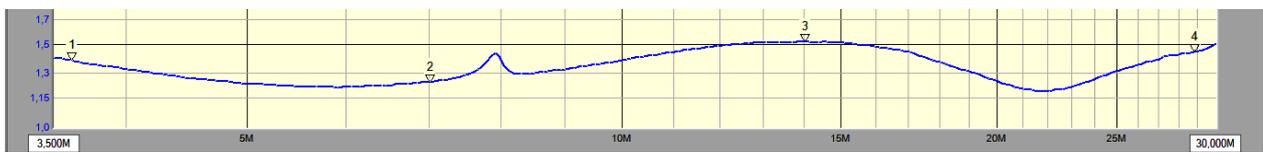
### 30M-Version

Nutzung des 30M Bandes bei einer 80M- oder 40M-Version.

Da das 30M-Band keine direkte Oberwellenresonanz in der 80M- bzw. 40M-Version hat, muss ein anderer Weg beschritten werden um es trotzdem nutzen zu können. Installation des Übertragers mit Koaxgegengewicht, Mantelwellensperre und Koaxzuleitung für die 80M oder 40M Version abschließen. Nun die  $\approx 0,45/\lambda$  Strahlerlänge für das 30M-Band abgleichen. Für die 80M-Version sind es ca. 26m und für die 40M-Version sind es ca. 13,50m. Hier eine auf Zug belastbare mechanische Trennstelle einfügen. (z.B. vergoldete oder VA Bananen Stecker und Kupplung) Nun die restliche Länge (siehe oben) für das 80M- oder 40M-Band anfügen und abgleichen. Möchte man das 30M-Band nutzen ist einfach die Trennstelle zu öffnen. Oft lässt sich die 30M-Version auch auf dem 15M-Band nutzen.

### Messungen am Übertrager mit Koaxgegengewicht und Mantelwellensperre

Messungen mit dem FA-VA3 hinter der Mantelwellensperre mit 4,20m Koax 50Ω H155 am fertig aufgebauten Übertrager mit einem 2,7KΩ Widerstand an Abgriff 2 (50:2800Ω)

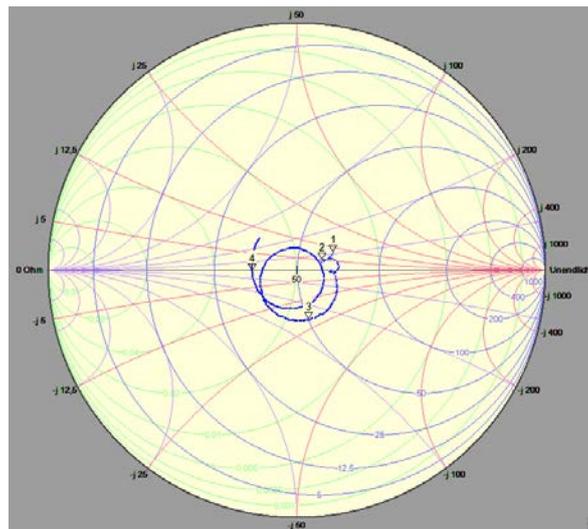


Ein SWR zwischen 1,2 und 1,5 von 3,5MHz bis 30MHz



Scheinwiderstand und Phasenwinkel von 3,5MHz bis 30MHz

Die Messungen an einem Widerstand sind nicht gleichzusetzen mit einem Strahler, zeigen jedoch das grundsätzliche breitbandige Verhalten des Übertragers an.



Smith-Diagramm

## Erdungsmaßnahme

Statische Aufladungen auf der Antenne werden über das am Gerät geerdete Koaxkabel abgeführt. **Dies ist aber kein Blitzschutz.** Diese Erdung muss außerhalb des Gebäudes sein.

### Abgleich der komplett aufgebauten Antenne.

Vor einem Abgleich der Strahlerlänge muss die gesamte Antennenanlage so aufgebaut sein, wie sie später einmal in Betrieb gehen soll. Auch die Koaxzuleitung muss bis zum Gerät fertig verlegt sein. Der Grund dafür ist, dass jedes HF-Kabel, so auch die Koaxzuleitung, was nicht reell mit seiner Nennimpedanz abgeschlossen wird, transformatorische inklusive kapazitiver oder induktiver Effekte hat.

Eine Messung des Abgleichs der Strahlerlänge sollte am Ende der Koaxzuleitung beim Gerät mit einem Antennenanalysator oder auch einfach mit einem SWR-Messgerät und dem TRX erfolgen. Breitbandig über alle Bänder muss oft ein Kompromiss eingegangen werden. Ein durchschnittliches SWR von 2 ist völlig ausreichend. Den Rest erledigt ein eingebauter oder externer Tuner.



Der fertig aufgebaute Übertrager mit Koax-Gegengewicht und Mantelwellensperre

**Den Kabelschuh am Strahler auch verlöten und nicht nur pressen. Wer die Mutter für den Antennenanschluss extrem fest anziehen möchte, muss die darunterliegende Mutter direkt am Gehäuse mit einem schmalen 8mm Maulschlüssel gegenhalten. Sonst kann es sein, dass sich der Anschluss von Innen verdreht.**

Den besten Wirkungsgrad und die größte Bandbreite erreicht man mit einem  $\lambda 0,45$  langen Strahler. (für 80M  $\approx 38,5$ m) Steht die erforderliche Länge platzmäßig nicht ganz zur Verfügung, sollte man versuchen die Länge im Winkel oder im Zick-Zack unterzubringen. Auch ein Zurückfalten mit größtmöglichem Abstand wäre denkbar, bevor man den Strahler nach kommerzieller Art mit einer Spule verkürzt.

### Hinweise zu einer 160M Version

Soll in einer anderen Anwendung eine Antennenanlage für 160/80/40M aufgebaut werden, sind primär 3 Windungen auf dem Übertragerkern erforderlich und sekundär 21/22/23/24 Windungen mit  $CuL \approx 1$ mm, je nach Abgriff.

(Abgriff1) 3:21 Wdg. haben ein Widerstandsverhältnis von  $1:49 = (50:2450\Omega)$

(Abgriff2) 3:22 Wdg. haben ein Widerstandsverhältnis von  $1:53 = (50:2650\Omega)$

(Abgriff3) 3:23 Wdg. haben ein Widerstandsverhältnis von  $1:58 = (50:2900\Omega)$   
Endpunkt 3:24 Wdg. haben ein Widerstandsverhältnis von  $1:64 = (50:3200\Omega)$

### Erweitern der Mantelwellensperre auf 160M

Soll die Mantelwellensperre den gesamten KW-Bereich von 1,8MHz bis 30MHz tiefsperrend mit  $5000\Omega$  abdecken, muss die obige Mantelwellensperre um einen dieser beiden Kerne (unter der Grafik) erweitert werden.

Messung der Kern-Sperrdämpfung mit dem FA-VA3 vom OV I20 von 1MHz bis 30MHz



Pollin-Kern 250237/Ø32mm AL3000 oder Laird LFB310190-000 Ø31mm AL5000  
mit 10+1+10 Windungen 50Ω Teflonkoax RG178

Sollen nur die Bänder 160/80/40M genutzt werden, kann der ELV-Ringkern (3) 095217 in obiger Mantelwellensperre entfallen und durch einen dieser beiden bewickelten Kerne ersetzt werden. So passt alles wieder in eine 40Ømm HT-Muffe.

### Längen des Strahlers und des Koax-Gegengewichtes

#### 160M-Version

Länge Koaxgegengewicht:  $300 : 1,850 = 162,15 \cdot \lambda_{0,05} = 8,10 \cdot \sqrt{0,98} \approx 7,95\text{m}$

Hier kommt es keineswegs auf die letzten 5cm an.

Länge des Strahlers:  $300 : 3,5 = 162,15 \cdot \lambda_{0,45} = 72,96 \cdot \sqrt{0,98} = 71,50\text{m}$

Diese Länge muss je nach Resonanzbedarf im 160M-Band an jedem Standort neu abgeglichen werden. Bei zusätzlichem Betrieb auf den harmonischen Bändern 80/40M muss durchweg ein Kompromiss eingegangen werden.

**Siehe auch den Bericht von DC4KU im Funkamateurl 04/2019**

Diese Version des Übertragers mit Mantelwellensperre für eine EndFed-Antenne kann von mir aufgebaut werden.  
Oft sogar eine vorrätig.

Anfrage: [ludger.schlotmann@ewetel.net](mailto:ludger.schlotmann@ewetel.net)

Ebenso sind Strombaluns 1:1 (Mantelwellensperren) oder Hybridbaluns 1:1 für Dipolantennen sowie Übertrager 1:4 oder höher, für z. B. Windoms, erstellbar oder oft sogar vorrätig.

Für nachträglich einzufügende Mantelwellensperren in bestehende einfache EndFed-Antennenanlagen gibt es eine Doku unter:

<http://www.baekerei-heitmann.de/DF1BT/Mantelwellensperre-für-EndFed-Antennen.pdf>