

Endgespeister Dipol mit Gegengewicht und Mantelwellensperre

Endgespeiste Multiband-Antennen (HyEndFed) sind sehr beliebt und mittlerweile weit verbreitet. Die Antennen sind einfach im Aufbau, werden von einem Ende aus gespeist und sind je nach Länge auf allen KW-Bändern resonant. Bild 1 zeigt den typischen Aufbau einer HyEndFed. Ein breitbandiger Übertrager mit $\ddot{U}=1:7$ (oder $1:8$) transformiert das 50Ω Signal des TRX auf eine hohe Impedanz von 2450 (3200Ω) und speist damit einen Antennendraht der Länge $\lambda/2 \times n$. Ist das Draht ca. 40 lang, befindet sich die Antenne in Resonanz auf 80m als Halbwellenstrahler, auf 40m als Ganzwellenstrahler, auf 20m mit 2λ und auf 10m mit 4λ . Auf all diesen Bändern ist die Antenne im Speisepunkt hochohmig und angepasst, die Wellenausbreitung beginnt und endet in einem Spannungsbauch. Eine Abstimmung über Matchbox ist nicht erforderlich. Der Kondensator (150pF) im Primärkreis dient zur Kompensation der Sekundärkapazität und hat auf die Resonanzen keinen Einfluss.

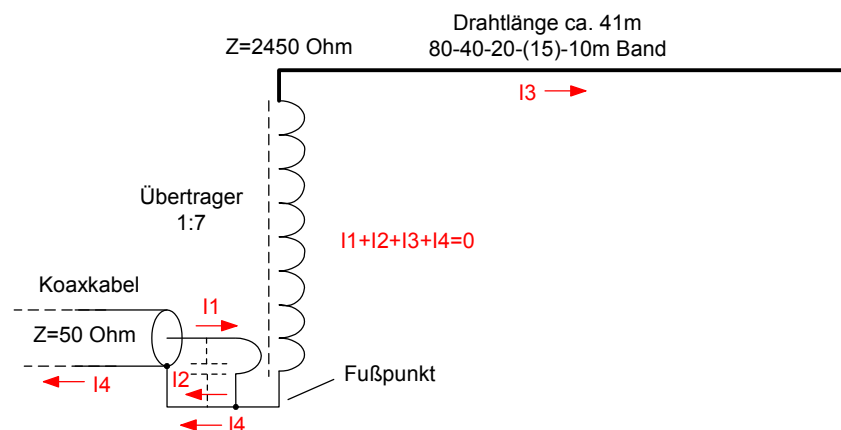
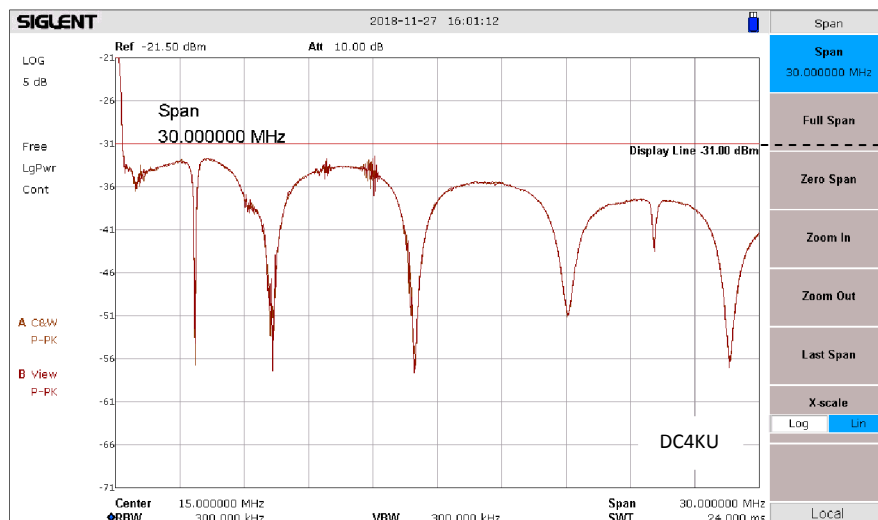


Bild 1: Prinzip einer HyEndFed-Antenne mit Resonanzen auf 80, 40, 20, 15 und 10m (4)



Rückflußdämpfung/
Anpassung

Bild 2: Typische Rückflußdämpfung einer 5-Band HyEndFed-Antenne, SWR $\leq 1,2$ auf Resonanzen

Nach Angaben von Herstellern (1), benötigt die HyEndFed-Antenne im Fußpunkt keine Erdung oder Gegengewicht. Die Praxis zeigt, dass die Antenne, je nachdem wie und wo sie aufgebaut ist, entweder problemlos funktioniert oder auch nicht. Aufgrund der unzureichenden Symmetrierung am Einspeisepunkt der Antenne, entsteht ein Ausgleichsstrom (I_4), der über die Kurzschlussverbindung zwischen Primär- und Sekundärspule (Bild 1) auf die Abschirmung des angeschlossenen Koaxkabels abfließt und dadurch Mantelwellen produziert. Wären die Spulen im Fußpunkt nicht miteinander verbunden, müsste die Antenne über ein separates, zusätzliches Gegengewicht verfügen, ansonsten

würde sie nicht mehr funktionieren. Der entstehende Ausgleichstrom einer HyEndFed-Antenne wird also ganz bewusst über den Mantel der Koax-Versorgungsleitung zurück zum Transceiver geführt. Die Speisung der Antenne erfolgt sehr hochohmig, so dass der Ausgleichsstrom, im Gegensatz zu einer niederohmigen, stromgespeisten Antenne, relativ gering bleibt, bei 10Watt Leistung nur $I = \sqrt{P/R} = \sqrt{10W/2450\Omega} = 63mA$ (bei $U=1:49$). Demnach fließt grundsätzlich ein unerwünschter Mantelstrom über das Koaxkabel zurück zum Transceiver und kann, auch abhängig davon, wie und wo das Anschlußkabel verlegt ist und welche Länge das Kabel hat ($\lambda/2$ =Transformation 1:1), sowohl im Sende- als auch Empfangsbetrieb Störungen verursachen.

Prüfung auf Mantelwellen

Ob sich Mantelwellen auf der Versorgungsleitung einer Antenne befinden, läßt sich mit Hilfe einer selbst gebauten Stromzange relativ einfach prüfen (Bild 3). Hierzu nimmt man einen Klappferrit und wickelt ein paar Windungen isolierten Draht über eine Kernhälfte und klappt den Ferritkern über das Koaxkabel. Die beiden Drähte gehen über eine Diode und Kondensator zu einem Voltmeter, welches die Mantelwellen (Strom) als relative Spannung anzeigt. Das Instrument muß nicht kalibriert werden und soll nur für Vergleichsmessungen dienen.

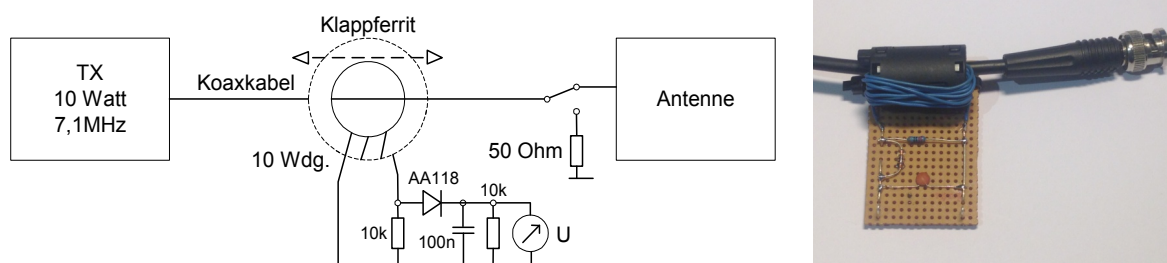


Bild 3: Einfache HF-Stromzange als Indikator von Mantelstrom auf Leitungen

Der TX arbeitet auf 7,1 MHz mit z.B. 10 Watt. Wird das Koaxkabel mit 50Ω abgeschlossen, entsteht kein Mantelstrom und die Spannung (U) ist 0 Volt. Bei Anschluß der Antenne, zeigt das Voltmeter eine relative Spannung von z.B. 1 Volt an, womit schon nachgewiesen ist, dass sich ein Mantelstrom (Ausgleichsstrom) auf der Koaxleitung befindet. Die Koaxleitung wirkt demnach mit als Antenne. Neben möglichen Störungen im Sendebetrieb, können dadurch auch Probleme beim Empfang entstehen. Ein Koaxkabel "als Antenne" nimmt auch den Störnebel elektronischer Geräte in der Umgebung mit auf (QRM, QRN), wodurch der Grundrauschpegel des Empfängers, besonders bei tieferen Frequenzen, ansteigen kann.

Gegengewicht und Mantelwellensperre

Auf der Suche nach einem geeigneten Gegengewicht für die Antenne, kann man den Fußpunkt des Übertragers auch mit einem Balkongeländer oder Drahtzaun verbinden, wie es oft gemacht wird. Hierbei sollte man aber bedenken, dass solche metallischen Teile oft dichter an Störquellen positioniert sind, als die Antenne selbst. Die Metallteile wirken mit als Antenne, so dass ein Störnebel ungehindert vom Empfänger mit aufgenommen wird.

Das gleiche Problem kann entstehen, wenn man den Fußpunkt des Übertragers über eine Erdleitung mit einem Erdnagel verbindet. Auch hier wirkt die Erdleitung, die oft mehrere Meter lang sein kann, mit als Antenne. Eine Erdung des Transformators (wenn überhaupt) macht in meinen Augen nur dann Sinn, wenn der Übertrager direkt auf dem Erdboden (Wiese) positioniert ist und die Verbindung zum Erdnagel kurz ist (portabel, Field Day).

Um die störenden Ausgleichsströme auf der Koax-Zuleitung wirkungsvoll zu unterbinden, kann man eine hochinduktive Mantelstromsperre (Strom-Balun) vor den Eingang des Transformators schalten (Bild 4). Der Strom-Balun läßt die Gegentaktströme vom Sender ungehindert passieren und sperrt alle Gleichtaktströme. Da dem Ausgleichsstrom der Weg über das Anschlußkabel jetzt aber verwehrt wird, braucht die Antenne zwingend ein anderes Gegengewicht. Aufgrund des hohen Speisewiderstands, braucht das Gegengewicht aber nicht die Qualität einer stromgespeisten Antenne zu haben.

Versuche von AA5TB (2) zeigten, dass bei einer EFHA (End Fed Half-Wave Antenna) ein kurzes Stück Draht (Pigtail, Balun) der Länge $0,05 \lambda$ am Fußpunkt der Antenne als ein Gegengewicht (Counterpoise) schon ausreicht. Im 40m-Band entspricht das einer Länge von ca. 2m und im 80m-Band ca. 4m. Das Pigtail sollte dabei frei vom Übertrager herunter hängen, es wirkt mit als Antenne (Bild 5). Anschließend muß die Gesamtlänge des Antennendrahts eventuell nochmals angepasst werden.

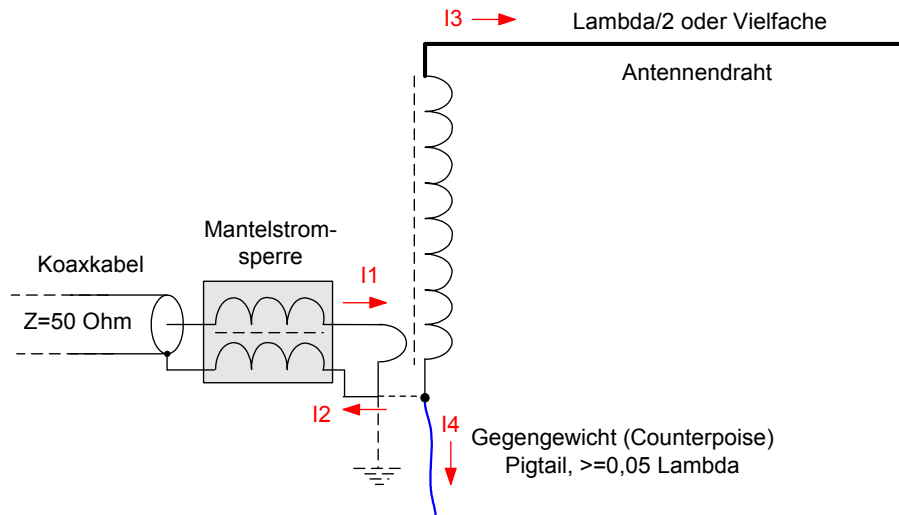


Bild 4: Endgespeiste Halbwellenantenne mit Mantelstromsperre und Pigtail als Gegengewicht

Versuchsweise kann man auch die galvanische Verbindung im Fußpunkt der beiden Spulen entfernen, s. gestrichelte Linie in Bild 4. Der Übertrager wirkt dann ähnlich einem abgestimmten Schwingkreis (Fuchs-Kreis), mit Gegengewicht über das Pigtail. Eine Mantelwellensperre sollte anschließend nicht mehr erforderlich sein. Zur Ableitung statischer Aufladungen, sollten die Spulen im Fußpunkt noch mit einen hochohmigen Widerstand (1M) verbunden werden.

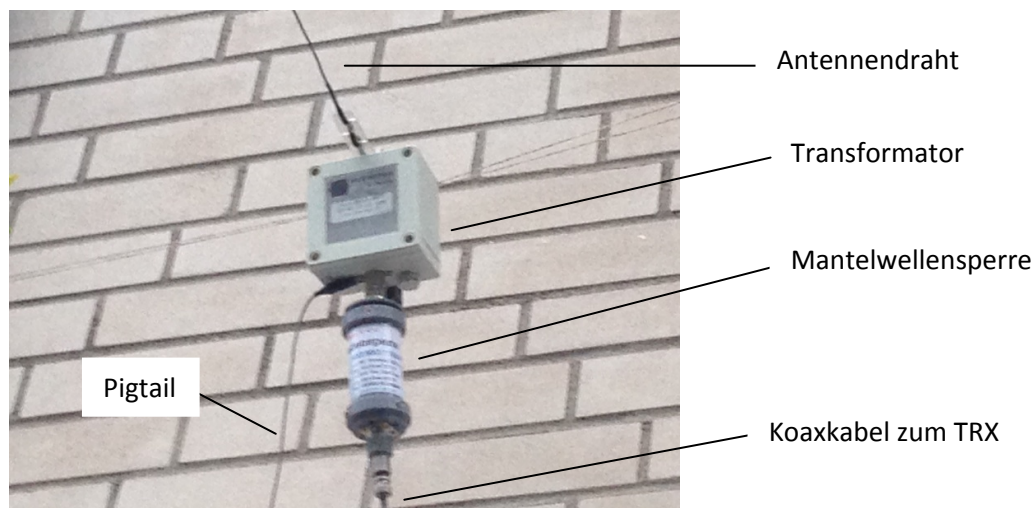


Bild 5: Installation des Übertrager (4) mit Mantelstromsperre (DF1BT) (3) am Eingang und Pigtail am Fußpunkt des Übertragers als Gegengewicht

Eine weitere, sehr einfache Form eines Gegengewichts, läßt sich mit einem Stück Koaxkabel zwischen Mantelstromsperre und Übertrager realisieren (3), (Bild 6). Hierbei wird der Balun nicht direkt am Übertrager, sondern erst im Abstand von $\geq \lambda 0,05$ vom Eingang des Übertragers entfernt in die Leitung eingefügt, so dass das verbleibende Stück Koaxkabel als Gegengewicht wirkt. Hier ist das gleiche Prinzip, wie bei der City-Window. Das Stück Koaxkabel wirkt ebenfalls mit als Antenne, die Koaxleitung hinter der Mantelstromsperre ist anschließend "kalt".

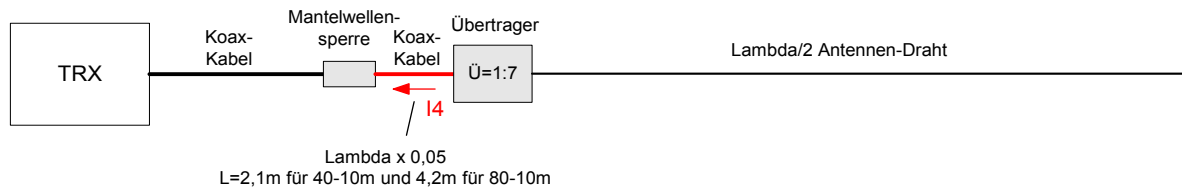


Bild 6: Gegengewicht durch ein Stück Koaxkabel (rot) zwischen Mantelwellensperre und Übertrager

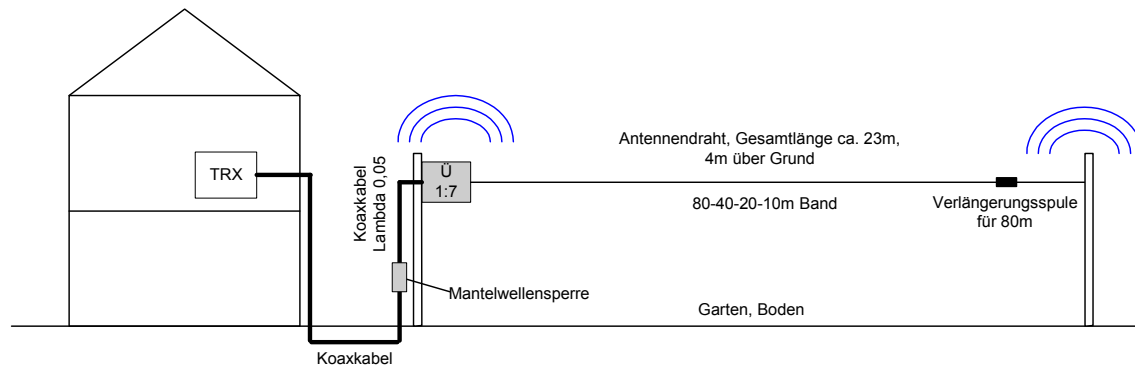


Bild 7: Installation einer HyEndFed-Antenne mit Strombalun im Abstand $0,05 \lambda$ zum Übertrager

Den schematischen Aufbau meiner 5-Band HyEndFed zeigt Bild 6 und 7. Die sperrende Wirkung des Strom-Baluns, läßt sich besonders im Empfangsbetrieb deutlich erkennen. Mit Mantelwellensperre in der Leitung, verkleinert sich das Grundrauschen (Störnebel) meines Receivers im 80m-Band um drei S-Meter-Stufen, von -79dBm (S8) auf -100dBm (S5)! Kleine Signale, die ich vorher nicht empfangen konnte, werden erst jetzt hörbar. Mantelwellen auf der Versorgungsleitung, können demnach nicht nur beim Senden, sondern auch beim Empfangen Sorgen bereiten. Vielleicht ist das auch eine Erklärung dafür, warum sich manche OM's über das starke "Rauschen" ihrer HyEndFed-Antenne beklagen. Ein Strom-Balun, positioniert an der richtigen Stelle, kann es beseitigen.

Antennen-Wirkungsgrad

Nach Installation einer HyEndFed-Antenne, könnte es von Interesse sein, herauszufinden mit welchem Wirkungsgrad die Antenne eigentlich arbeitet. Wenn man z.B. 10Watt HF-Leistung bei 7,1MHz einspeist, welcher HF-Strom entsteht dann tatsächlich auf der Antenne? Und wie groß wird der Mantelstrom auf der Versorgungsleitung?



Bild 8: Messung des Antennenstroms im Strommaximum (Spannungsknoten) der Drahtantenne mit einem HF-Zangenamperemeter "MJF-854 RF-Current Meter"

Über Aufbau und Funktion von HyEndFed-Antennen gibt es schon eine Menge Abhandlungen, die ich hier nicht wiederholen oder neu entwickeln möchte. Vielmehr möchte ich konkret messen, wie sich die Antenne bei unterschiedlichen Aufbauten in der Praxis verhält. Deswegen führe ich HF-Strom-Messungen direkt an der Antenne durch. Dazu verwende ich ein kalibriertes HF-Zangenamperemeter (MJF-854) (Bild 8), dessen Messspule ich im Abstand von $\lambda/4$ (im Strommaximum) um den

Antennendraht klappe. Wenn die Leistungsübertragung zwischen Sender und Antenne verlustfrei wäre, dann müsste bei 10Watt Ausgangsleistung ein HF-Strom von $I = \sqrt{P/R} = \sqrt{10W/50\Omega} = 447mA$ im Spannungsknoten (Strommaximum) der Antenne messbar sein.

Bei Installation der Antenne nach Bild 9, konnte ich einen max. Antennenstrom von 320mA messen, plus einem Mantelwellenstrom von 40mA auf der Koaxleitung, was insgesamt einer Leistung von $P = I^2 \times R = 0,36A^2 \times 50\Omega = 6,5Watt$ entspricht bzw. einem Wirkungsgrad von 65%. Der Rest der Leistung geht im Koaxkabel, Übertrager, Mantelwellensperre, Boden und Antennendraht verloren. Das SWR bei 7,1MHz betrug 1,1 und die Antenne verläuft horizontal in 4m Höhe über eine Wiese. Ein unerwünschter Mantelstrom von max. 40mA fließt über die Abschirmung des Koaxkabel zurück zum Transceiver-Gehäuse. Von dort fließt er über das Netzkabel des Transceivers auf den Schutzleiter der 230V Steckdose und verteilt sich weiter über die gesamte Hausinstallation und könnte dadurch an allen möglichen Geräten (TV, WLAN-Router, Lichtanlagen, etc.) Störungen verursachen. Bei einem Mantelstrom von nur 40mA wird aber meist noch nicht viel passieren und das mag auch der Grund dafür sein, dass die Antenne im QRP-Betrieb (10Watt) meist klaglos und gut funktioniert. Wird die Antenne jedoch mit 100Watt betrieben, erhöht sich der Mantelstrom schon auf 200mA, wodurch Störungen im Haus und Umfeld schon wahrscheinlicher werden.

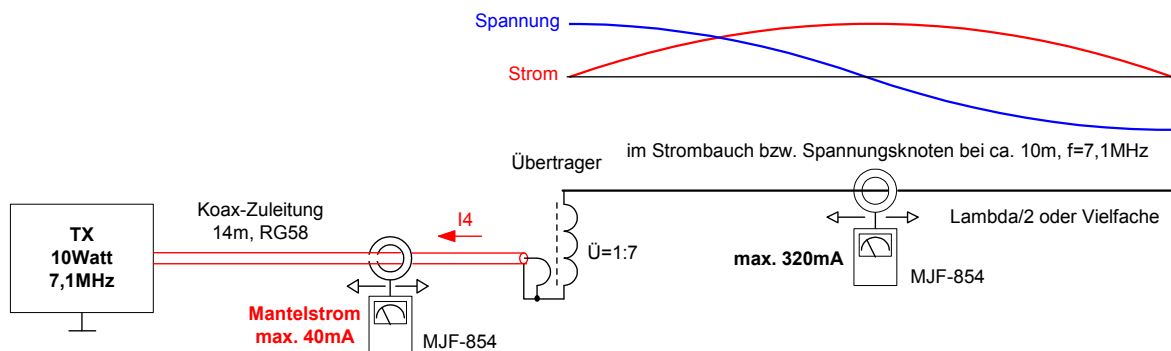


Bild 9: Messung der Ströme mit einem Zangenamperemeter an einer "Standard" HyEndFed-Antenne

Eine Erdung am Fußpunkt des Übertragers nach Bild 10, bringt keine Verbesserung der Antenne. Der Ausgleichsstrom verteilt sich hierbei auf Erdleitung/Erde und Koaxkabel. Erdleitung und Koaxkabel strahlen und empfangen beide und erhöhen damit das Grundrauschen des Empfängers. Außerdem sind Stationserde und HF-Erde galvanisch nicht voneinander getrennt. (Erddpotentiale, Erdschleife).

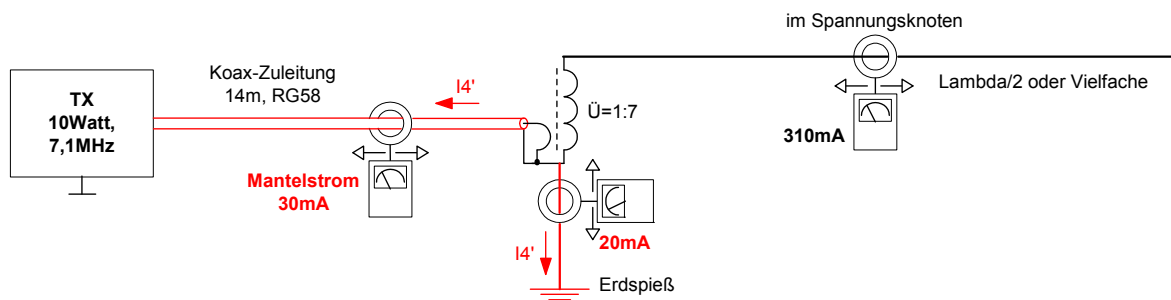


Bild 10: Erdung des Übertragers

Bei Verwendung eines Drahtstummels (Pigtail) der Länge $0,05\lambda$ als Gegengewicht (Bild 11) nach (2), verteilt sich der Ausgleichsstrom auf den Radial und die Koaxleitung, im Verhältnis von etwa 1:1. Der Pigtail arbeitet demnach tatsächlich als ein Gegengewicht, kann die Versorgungsleitung aber nicht völlig von Mantelwellen befreien. Die Installation einer HyEndFed-Antenne mit einem Pigtail als Gegengewicht, wird in der Praxis häufig verwendet. Hierbei darf man aber nicht vergessen, dass im Gegensatz zum Fuchskreis, die Spulen im Fußpunkt kurzgeschlossen sind. Der Ausgleichsstrom sucht sich immer den einfachsten Weg und fließt somit ebenfalls über die Abschirmung des Koaxkabels

zurück in Richtung Stationserde. Das ist vielleicht auch der Grund dafür, warum viele OM's behaupten, dass ein Pigtail als Gegengewicht fast keine Wirkung zeigen würde. Die Ausführungen von AA5TB (2) sind korrekt, haben aber streng genommen nur Gültigkeit für einen Parallelkreis (Fuchskreis, Trenntrafo), ohne galvanische Verbindung zwischen den Spulen.

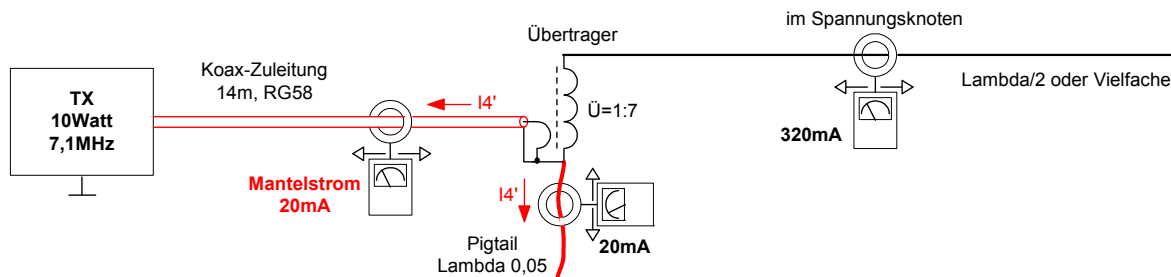


Bild 11: Antenne mit einem Drahtstummel (Pigtail) als Gegengewicht

Erst wenn man zusätzlich einen hochinduktiven Strombalun direkt vor den Eingang des Übertragers schaltet (Bild 12, 4), sperrt dieser die Gleichtaktströme auf der Leitung, so dass der größte Teil des Ausgleichsstroms über das Pigtail abfließen kann und die Koaxleitung anschließend fast frei von Mantelwellen ist. Ein kleiner Nachteil dieser Konfiguration ist, dass die Sperrdämpfung (Induktivität) des Strombaluns sehr hoch sein muß, weil er an der hochohmigen Stelle der Antenne platziert ist. Aufgrund des endlich hohen Widerstands eines Strombaluns (bis 10 k Ω), fließt deswegen immer noch ein geringer Mantelstrom von ca. 5 mA zurück auf die Koaxleitung.

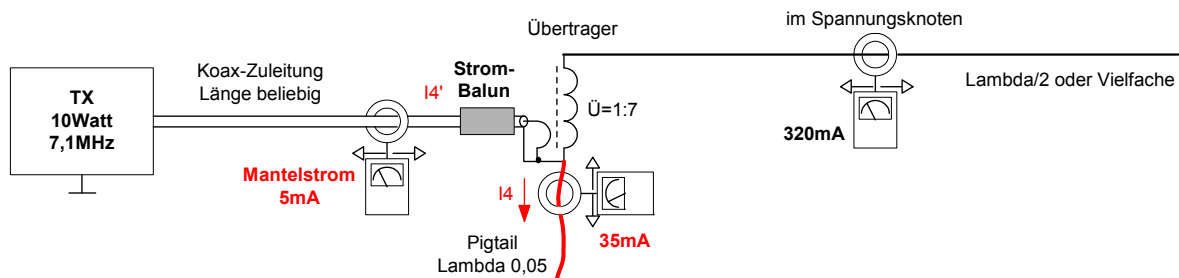


Bild 12: Pigtail plus Mantelwellensperre am Eingang des Übertragers

Im Aufbau nach Bild 13, wird der Strombalun erst in einer Entfernung von $\geq 0,05 \lambda$ zum Übertrager angebracht, so dass das Stück Koaxleitung zwischen Balun und Übertrager als Gegengewicht agieren kann. Aufgrund der Entfernung zum Übertrager, befindet sich der Strombalun auch nicht mehr im Spannungsmaximum und kann seine sperrende Wirkung dadurch besser entfalten. Ein zusätzliches Pigtail als Gegengewicht am Fußpunkt der Antenne, ist jetzt nicht mehr erforderlich. Anschließend ist Koaxleitung zwischen TX und Balun völlig frei von Mantelstrom (0 mA). Die Koax-Zuleitung wirkt jetzt auch nicht mehr als Empfangsantenne für den häuslichen Störnebel, so dass sich das Grundrauschen meines Empfängers in den Schaltungen nach Bild 12 und 13 im 80m-Band von zuvor S8 auf S5 verkleinerte. Der Einsatz einer Mantelstromsperre ist also auf jedem Fall empfehlenswert.

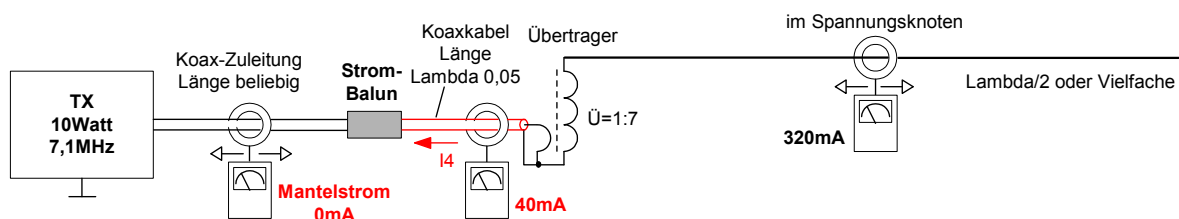


Bild 13: Koaxkabel ($\lambda 0,05$) als Gegengewicht zwischen Mantelwellensperre und Übertrager

Bei abschließender Installation (Bild 14), wurde die Verbindung im Fußpunkt der Spulen getrennt, wodurch die Antenne keine galvanische Verbindung mehr mit dem Schirm des Koaxkabels hat. Die Antenne arbeitet jetzt ähnlich einem Fuchskreis ohne Drehkondensator, der nur auf $\lambda/2 \times n$ resonant ist. An das freie, untere Ende der Sekundärwicklung, kommt das zusätzliche Gegengewicht (Radial), 2m lang für 20m Antennenlänge (40m-Band) oder 4m lang für das 80m-Band. Über die Koaxleitung fließt anschließend nur noch ein kleiner Mantelstrom von 2..3mA, bei einem Antennenstrom von 320mA. Der größte Teil des Ausgleichsstroms von 40mA fließt über das Pigtail-Gegengewicht ab. Gleichzeitig geht das Grundrauschen des Empfängers auf 80m um zwei S-Meter Stufen zurück, was zeigt, dass die Antenne, selbst ohne ein Mantelwellenfilter, funktioniert. Nachteil: Das Gehäuse eines gekauften Übertragers muß geöffnet werden und der Kurzschluss zwischen den Spulen entfernt werden.

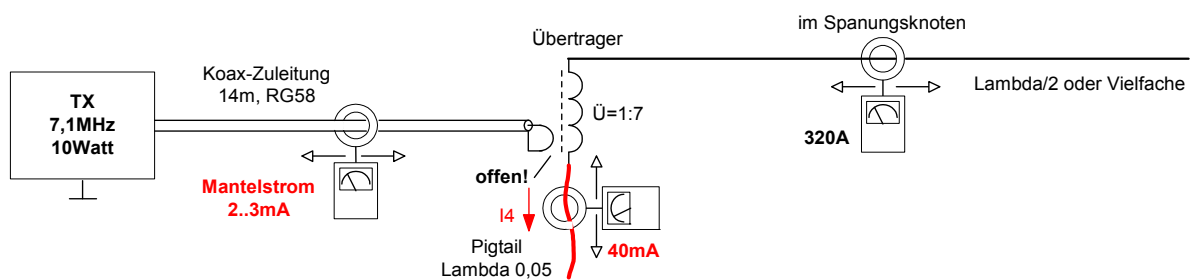


Bild 14: Sonderlösung: Spulen im Fußpunkt ohne Kurzschluss, ähnlich einem Fuchskreis

Was passiert, wenn ich das Pigtail in Bild 14 entferne? Theoretisch, dürfte die Antenne dann nicht mehr funktionieren, weil ein Gegengewicht fehlt. Praktisch funktioniert sie aber immer noch, getreu dem Motto "Irgendetwas strahlt immer". Der Antennenstrom geht auf zwar 300mA zurück, der Mantelstrom auf der Koaxleitung steigt auf 20mA an und das SWR verschlechtert sich. Trotz des jetzt völlig fehlenden Gegengewichts, ist der Strom auf der Antenne, mit oder ohne Kurzschluss der Spulen, fast gleich groß. Das Ende der jetzt freien Sekundärspule an Masse/Erde zu legen, wäre genauso falsch, wie einen abgestimmten Fuchskreis zu Erden, weil eine Erdverbindung dann wieder Störsignale zum Receiver leiten würde. Offensichtlich bewirkt die Strahlung und die Streukapazität zwischen den Spulen eine so starke Kopplung, dass die Antenne trotzdem noch arbeitet und der Kreis geschlossen ist.

HyEndFed-Antenne Konfiguration	Antennenstrom P=10W, f=7,1MHz	Mantelstrom (I ₄) auf:				RX-Rauschen f=3,7MHz, SSB
		Koax-Zuleitung	Erdleitung	$\lambda 0,05$ Pigtail	$\lambda 0,05$ Koaxkabel	
Standard HyEndFed Bild 9	320mA	40mA	-	-	-	-75dBm
mit Erdverbindung Bild 10	310mA	30mA	20mA	-	-	-75dBm
mit $\lambda 0,05$ Pigtail Bild 11	320mA	20mA	-	20mA	-	-75dBm
mit $\lambda 0,05$ Pigtail plus Balun Bild 12	320mA	5mA	-	35mA	-	-93dBm
als "Fuchskreis" Bild 14	320mA	2..3mA	-	40mA	-	-87dBm
mit $\lambda 0,05$ Koaxkabel plus Balun Bild 13	320mA	0mA	-	-	40mA	-93dBm

Tabelle 1: HF-Ströme einer EndFed-Antenne bei unterschiedlicher Konfiguration, f=7,1MHz, P=10W

Der gemessene Antennenstrom, Mantelwellenstrom und der Grundrauschpegel des Empfängers, ist in Tabelle 1 nochmals zusammengefasst. Der HF-Strom auf der Antenne ist in allen Konfigurationen fast gleich groß und eine Aussage, die Antenne könne "so oder so" nicht funktionieren, ist nicht haltbar. Auch ohne ein externes Gegengewicht (Bild 1) arbeitet die Antenne, jedoch muß bei höheren Leistungen mit Problemen durch Mantelwellen gerechnet werden. Ein zusätzliches Gegengewicht plus Mantelwellensperre, wie in Bild 12 und 13, zeigt gute und sichere Ergebnisse. Insbesondere der Gewinn an Empfänger-Empfindlichkeit (Rauschreduzierung) bei niedrigen Frequenzen, die vorher vielleicht gar nicht bemerkt oder beachtet wurde, kann durch Einsatz einer Mantelwellensperre erheblich sein.

Sperrdämpfung und Anpassung der Mantelstromsperre

Bild 15 zeigt die Sperr- und Rückflußdämpfung der verwendeten Mantelstromsperre (3). Bei 7MHz beträgt die Sperrdämpfung gegenüber Gleichtaktströmen 40dB (10k Ω), bei einer Rückflußdämpfung von 30dB, entsprechend einem SWR von 1,065.

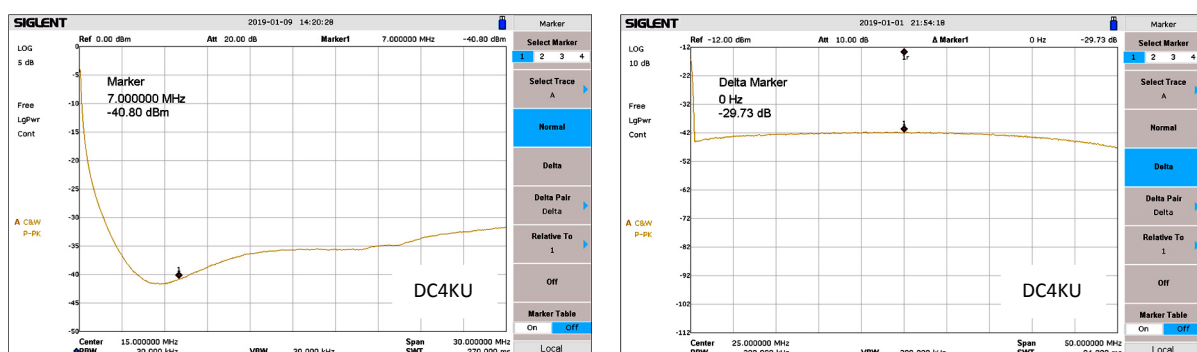


Bild 15: Sperrdämpfung (links) und Rückflußdämpfung (rechts) der Mantelwellensperre

Das gemessene Grundrauschen meines SSB-Empfängers (2,4kHz), mit angeschlossener HyEndFed-Antenne im 80, 40, 20 und 10m-Band, mit und ohne Mantelwellensperre, zeigt Bild 16. Ohne Mantelwellensperre steigt das Rauschen bei tiefen Frequenzen um zwei bis drei S-Meter Stufen an.

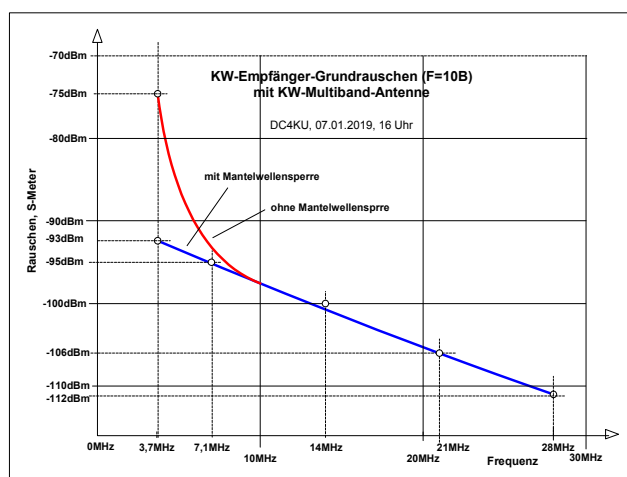


Bild 16: Grundrauschen des Empfängers, mit (blau) und ohne (rot) Mantelwellensperre

Anpassung und Durchgangsdämpfung des Ringkern-Übertragers

Abschließend wurden noch die Rückflußdämpfung (Anpassung) und die Durchgangsdämpfung des Ringkern-Übertragers im Bereich von 0-30MHz gemessen. Die Rückflußdämpfung beträgt ca. 15dB, bei Abschluss des Übertragers mit 2450 Ω , entsprechend einem SWR von 1,4 (Bild 17, links). Zur Messung der Durchgangsdämpfung, verwende ich zwei baugleiche Übertrager, die beide am Antennenanschluß miteinander verbunden werden, so dass eine Messung bei Z=500hm möglich ist.

Bei 7,1MHz beträgt die Durchgangsdämpfung des Übertragers $2,4\text{dB}/2=1,2\text{dB}$ (Bild 17, rechts). Bedeutet, dass ein 100Watt TX-Signal vom Übertrager um Faktor 1,3 gedämpft wird und demnach nur $100\text{Watt}/1,3 = 77\text{Watt}$ an der Antenne ankommen. Die restlichen 23 Watt werden vom Ringkern-Übertrager in Wärme umgesetzt.

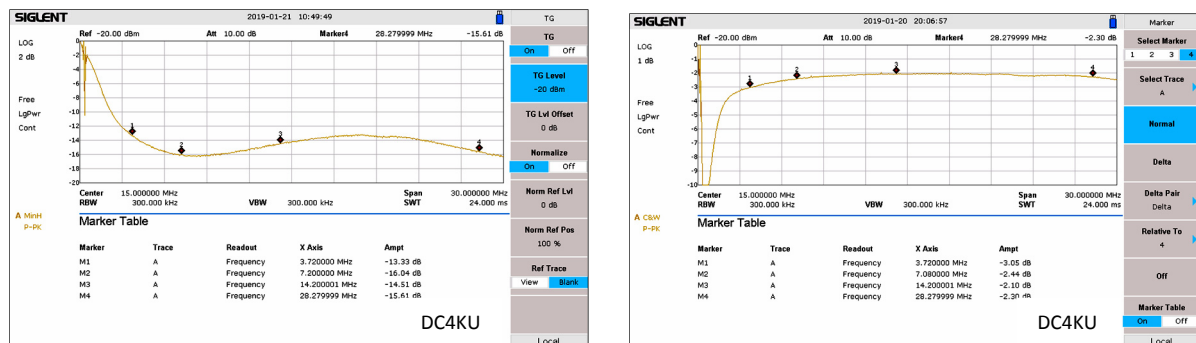


Bild 17: Rückflußdämpfung (links) und Durchgangsdämpfung (rechts) des Übertragers, 0-30MHz

Kalkulation

Nach Berechnungen mit dem Programm ENZEC, ergibt sich im Spannungsknoten (Strombauch) der Antenne eine Impedanz von $Z=51\text{ Ohm}$. Der Antennendraht verläuft 4m über dem Boden, mit einem Drahtdurchmesser von 2mm.

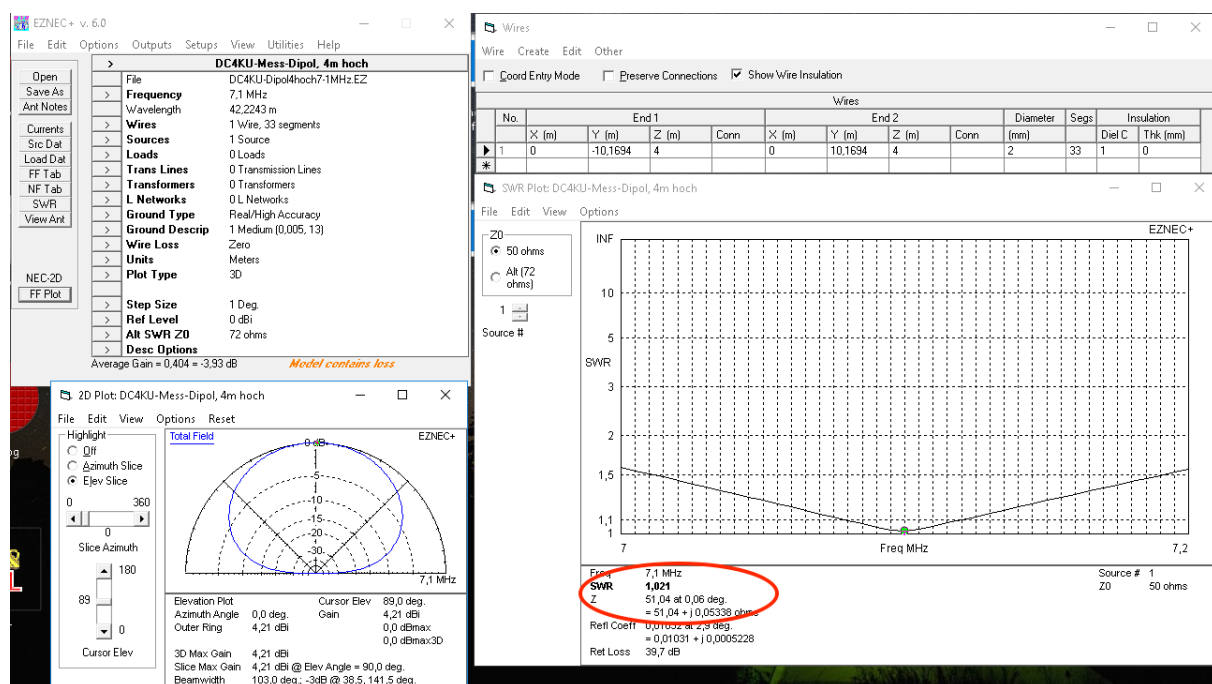


Bild 18: Berechnung SWR und Z der Antenne von Dr. Werner Hegewald, DL2RD

Zusammenfassung

- Funktioniert die HyEndFed-Antenne ohne ein zusätzliches Gegengewicht einwandfrei, kann man alles so lassen, wie es ist. Der Mantelwellenstrom auf der Versorgungsleitung beträgt etwa 10% des Stroms auf der Antenne. Arbeitet man mit nur geringer Leistung (QRP) in einer störungsarmen Umgebung (Fieldday, Camping), kann man eventuell auf Gegengewichte und/oder Mantelwellensperren ganz verzichten.
- Bei heimischer Installation, sieht die Sache etwas anders aus, weil hier in der Regel mit größer

Leistung gearbeitet wird und oft auch ein Störnebel vorhanden ist. Falls beim Senden Störungen (BCI/TVI o.ä.) auftreten oder das Grundrauschen des Empfängers ungewöhnlich hoch ist, sollte ein Gegengewicht plus Strombalun verwendet werden. Eine sehr einfache Lösung besteht darin, eine Mantelstromsperre im Abstand von $0,05 \lambda$ zum Übertrager in die Koaxleitung einzufügen (Bild 6, 7, 13). In dieser Konfiguration ergibt sich ein guter Wirkungsgrad und kein störender Mantelstrom auf der Versorgungsleitung.

- Entfernt man den Kurzschluss zwischen den Spulen (Spartrafo -> Trafo), fließt theoretisch kein Ausgleichsstrom zurück zum Transceiver. In diesem Fall ist jedoch ein externes Gegengewicht (Pigtail) für die Antenne erforderlich, weil der Ausgleichsstrom nicht mehr über die Abschirmung des Koaxkabel zurückfließen kann.
- Befinden sich Mantelwellen auf der Versorgungsleitung, wirkt das Kabel mit als Empfangsantenne für häusliche und externe Störsignale (QRM, QRN) und der Grundrauschpegel des Empfängers kann dadurch ansteigen. Dieser Effekt wird oft der Antenne selbst zugeschrieben oder einer falschen Anpassung, wobei das aber nicht zutrifft. Eine Mantelwellensperre in der Zuleitung kann diesen Effekt verhindern.
- Der Übertrager ist Teil der Antenne und sollte deswegen nicht in direkter Nähe zum Radio-Shack montiert werden. An den Endpunkten der Antenne entstehen sehr hohe Spannungen, die unter Umständen zu Einstrahlungen führen können. In diesem Fall kann eine weitere Mantelwellensperre am Eingang des TRX hilfreich sein.
- Jedes Koaxkabel besitzt Transformationseffekte. Um an der Antenne und am Transceiver die gleichen Impedanzverhältnisse zu bekommen und die negative Wirkung einer Viertelwellen-Transformation zu vermeiden, sollte die Zuleitung eine elektrische Länge von $\lambda/2 \times n$ besitzen. Eine $\lambda/2$ lange Leitung transformiert immer im Verhältnis von 1:1, egal welche Impedanz die Leitung hat. Für eine Mehrbandantenne 10-80m und RG58/RG213 Koaxkabel (Verkürzungsfaktor 0,66) beträgt die günstige Kabellänge 27,6m und für eine 10-40m-Band Antenne 13,9m (+/-10%) (3).

Werner Schnorrenberg
DC4KU
06.03.2018

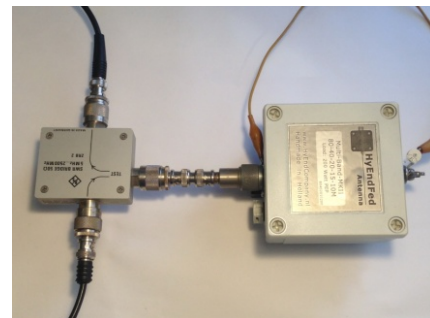
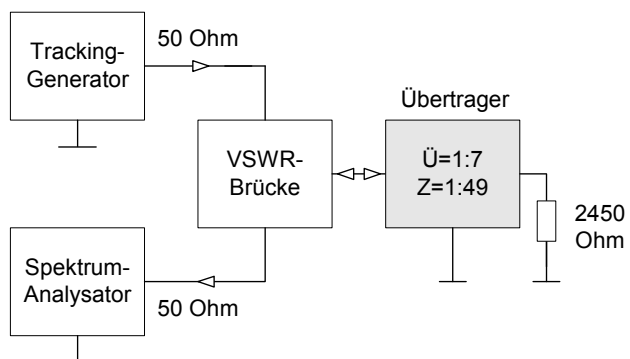
Literatur

- (1) <https://www.hyendcompany.nl/>
<https://www.lnrprecision.com/faq/> -> Do the EndFed require a ground?
- (2) The End Fed Half Wave Antenna, Steve Yates
<http://www.aa5tb.com/efha.html>
- (3) EndFed-Antenne 3,5 bis 30MHz, Ludger Schlotmann, DF1BT
<http://www.baeckerei-heitmann.de/DF1BT/HeyEndFed-Antenne-120W.pdf>
- (4) KW-Drahtantenne
<http://www.dc4ku.darc.de/KW-Drahtantennen.pdf>
- (5) Balun-Workshop, Günter Fred Mandel, DL4ZAO
https://www.dl4zao.de/_downloads/Balun_dl4zao.pdf
- (6) Den Mantelwellen auf der Spur, Werner Schmittner, DJ4BG
<http://z52.vfdb.org/wp/wp-content/uploads/2011/12/Den-Mantelwellen-auf-der-Spur.pdf>

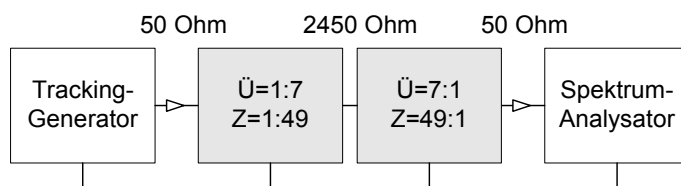
Weitere Bilder/Zeichnungen



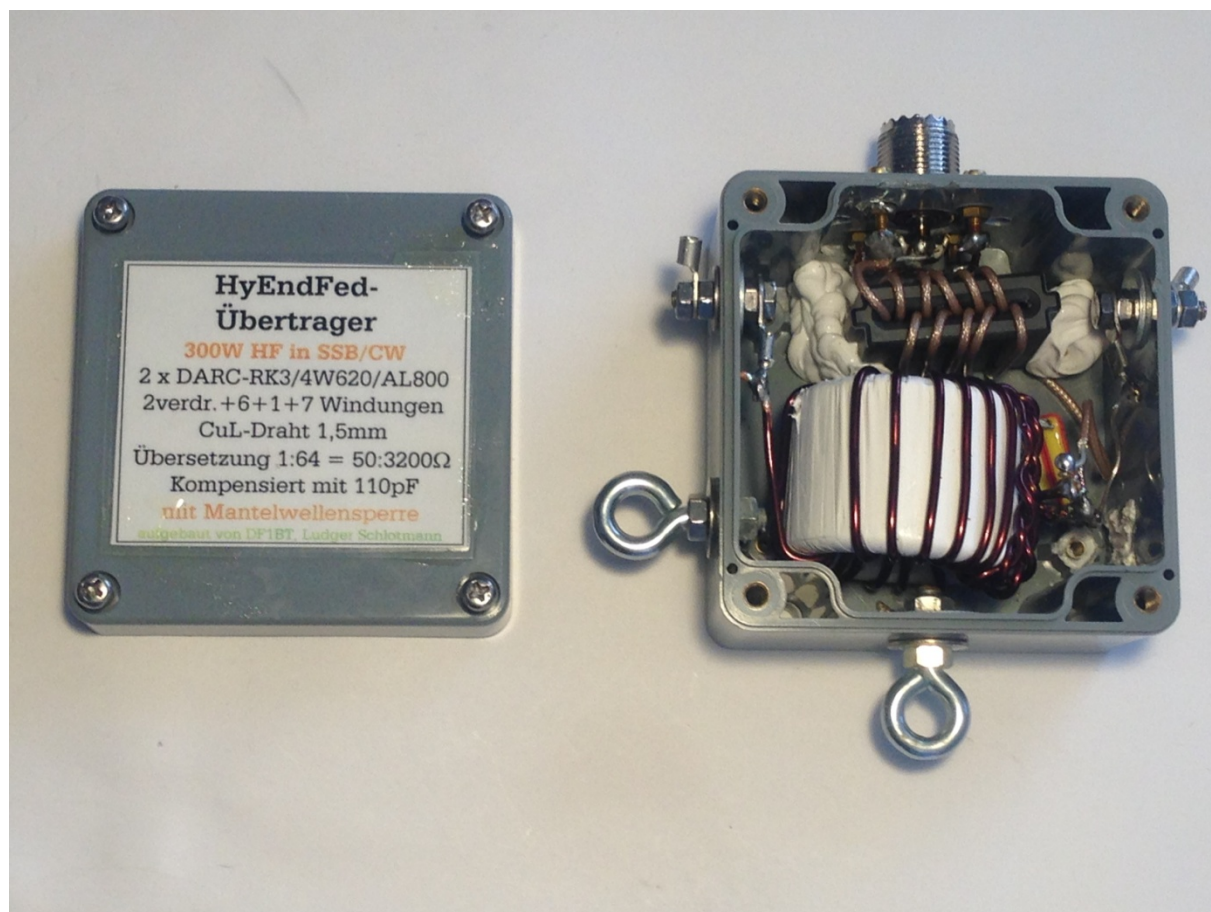
Zangenamperemeter und Mantelwellensperre (Strom-Balun)



Messaufbau zur Ermittlung der Anpassung des Übertragers



Messaufbau zur Ermittlung der Durchgangsdämpfung des Übertragers



Aufbau eines 1:64 Übertragers mit integrierter Mantelstromsperre von DF1BT