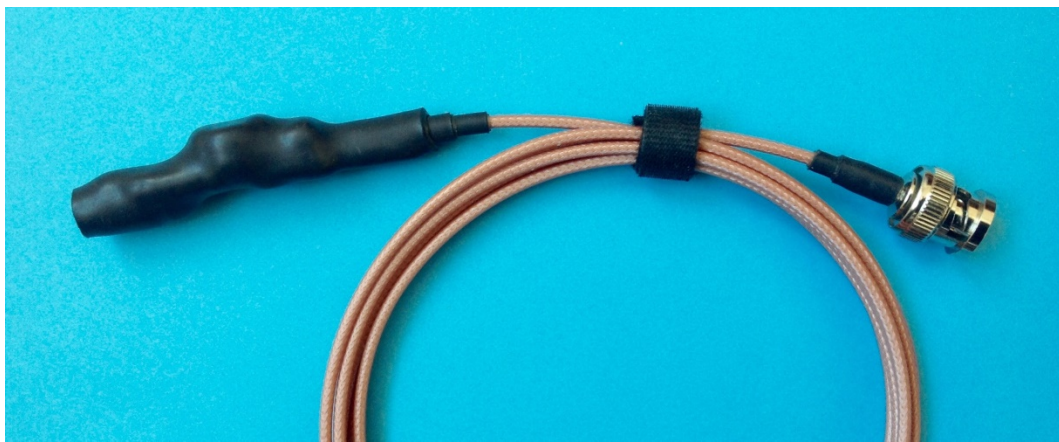


Slim EFHW Koppler – QRP und „QRO“ Version

Im Beitrag wird ein kleiner, leichter und effizienter 1:64 Impedanzkoppler für endgespeiste Halbwellenantennen (EFHW) oder Vielfachen davon beschrieben.

Der EFHW Koppler in der QRP Version (Foto unten) wurde im Frühjahr 2016 im Hinblick auf den *Worldwide minimalist HF SOTA event* zur Verwendung mit dem Mountain Topper MTR3B und einer Eigenbau 40/30/20m Trap EFHW Antenne aufgebaut (Anhang A).

Zur Verwendung mit dem Elecraft KX3 wurde später eine „QRO“ Version des Slim EFHW Kopplers aufgebaut (Anhang D).



Für Sendeleistungen bis ca. 8 Watt genügt ein kleiner Ferrit Ringkern vom Typ FT-50A-43.

Die Länge des Koax Anschlusskabels hat keinen Einfluss auf die Funktion des Kopplers, aus praktischen Gründen wurde eine Länge von ca. 2.20m gewählt. Der komplette Slim EFHW Koppler wiegt in dieser Konfiguration 57g.

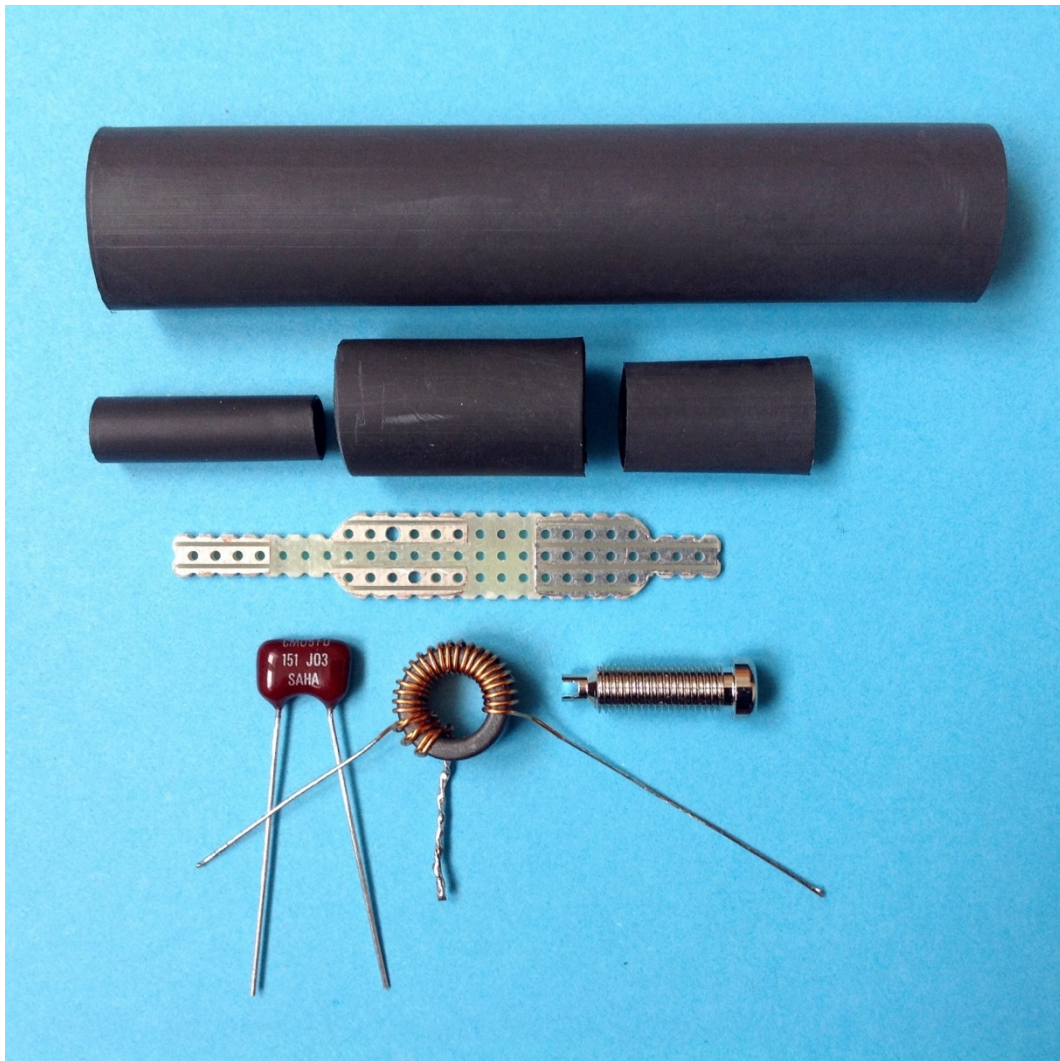
Leider gibt es in der Literatur noch keine Berechnungsunterlagen (theoretisch, experimentell) für Impedanztrafos mit sehr hohen Koppelverhältnissen und Impedanzen. Das hat zur Folge, dass die Dimensionierung der Ringkerne nur näherungsweise erfolgen kann (trial and error) und die Ringkerne deshalb in der Praxis immer eher überdimensioniert werden.

Anlässlich von RBN Tests zeigten sich im Vergleich mit den bestehenden EFHW Kopplern mit grösseren FT-82-43 Ringkernen keine signifikanten Effizienzunterschiede, der kleine Koppler funktionierte einwandfrei.

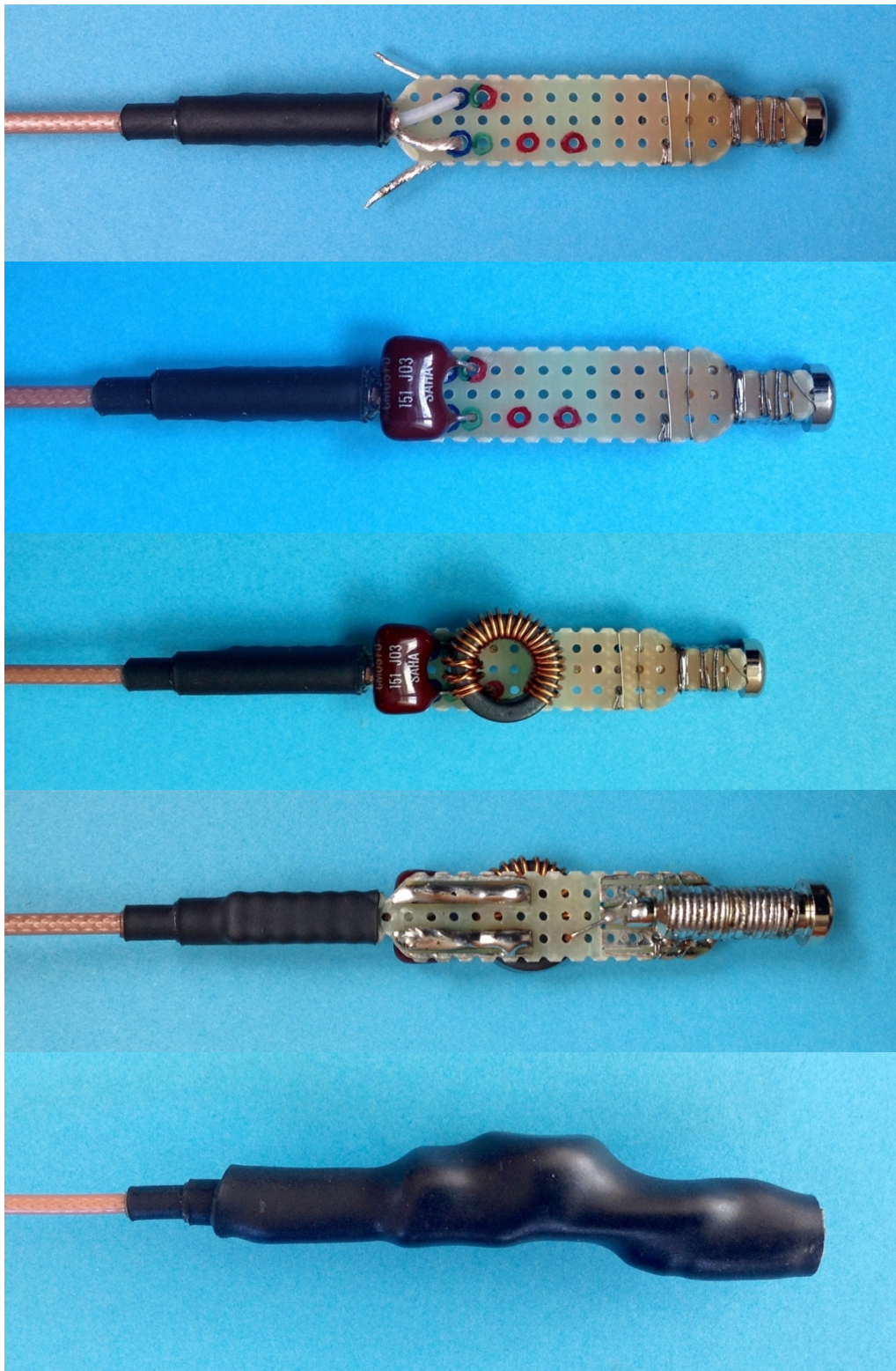
Komponenten des Slim EFHW Kopplers – QRP Version

- 1) Ferritkern FT-50A-43, bewickelt mit CuL 0.5mm, primär 3 und sekundär 24 Windungen (miteinander verdreht)
 - 2) Kondensator 150pF/500VDC/Glimmer über Primärwindung *)
 - 3) Laborbuchse 4mm blank
 - 4) ca. 2.2m Koax RG316/U, einseitig mit BNC Stecker
 - 5) Schrumpfschlauch mit Schmelzkleber (ø 3, 6, 9 und 16mm)
 - 6) Epoxy Experimentierplatte
- *) nachträglich ersetzt durch 68pF/500VDC/Glimmer (ergibt mit dem benutzten Ferritkern einen flacheren Kennlinienverlauf bei Frequenzen über 14MHz).

Hinweis: Die maximale Spannung über der Primärwindung (50 Ohm) liegt bei Sendeleistungen bis 10W deutlich unter 100V, weshalb Kondensatoren mit einer Spannungsfestigkeit von 100 oder 200V vollauf genügen.



Aufbauschritte des Slim EFHW Kopplers – QRP Version



Leistungsausweis des Slim EFHW Kopplers – QRP Version

Slim EFHW Koppler mit MTR3B/4W und 40/30/20m Trap EFHW

- 28 SOTA Aktivierungen
- 1225 QSO (623 auf 40m, 228 auf 30m, 374 auf 20m)
- davon 21 DX (16xW, 3xVE, VK7CW, ZL1BYZ) und 170 s2s QSO

Slim EFHW Koppler mit KX3/10W und 40/30/20m Trap EFHW (1x mit 80-10m Mehrband-Halbwellenantenne)

- 5 SOTA Aktivierungen
- 248 QSO (5 auf 80m, 63 auf 40m, 66 auf 30m, 114 auf 20m)
- davon 3 DX (3xW) und 61 s2s QSO

Die typische Verwendung des Slim EFHW Kopplers, aufgehängt an einem Walking Stock, ist aus dem Foto unten ersichtlich.

*Pro memoria: Die beiden Enden einer Halbwellenantenne strahlen nicht, die maximale Strahlung (Strombauch) baut sich in der Mitte einer Halbwelle auf. Deshalb ist es **weder notwendig noch vorteilhaft**, den Impedanzkoppler (Speisepunkt) möglichst hoch aufzuhängen.*



Anhang A - Worldwide HF MINIMALIST / QRP SOTA event

<http://reflector.sota.org.uk/t/worldwide-hf-minimalist-qrp-sota-event/13165/11>

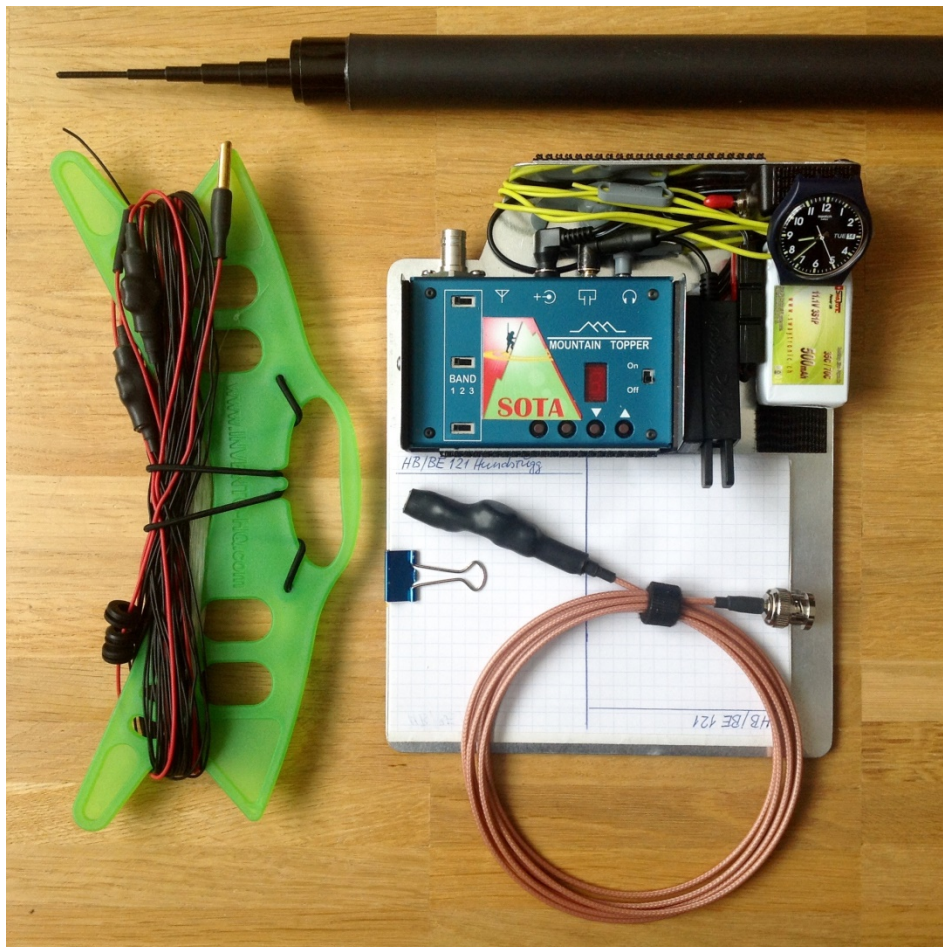
Beitrag HB9BCB vom 14.06.2016

Nothing special built to attend the coming QRP Minimalist event. Shown in the photo below is my standard Backpack station, 40/30/20 Trap EFHW, coax feedline with EFHW coupler and carbon pocket pole. The total weight is about 750 g.

With respect to the tiny little T-30 LPF toroids wound with #28 (0.3 mm) wire the max. power output is adjusted to 4 watts, that's still a lot unreasonable regarding the MTR design has been optimized for operation at 9 volts (abt. 2.5 watts).

The 40/30/20 Trap EFHW antenna is as described in <http://reflector.sota.org.uk/t/trap-efhw-and-coupler/12760>, where the EFHW coupler is newly built in a slim version using an FT-50A-43 toroid.

Using the ultralight carbon pocket pole is the only concession made for the coming QRP Minimalist event. This pole is a DAM Pocket Pole Carbon 5.0 m (Stipprute ohne Ringe) with a practically usable length of 3.80 m (caution: carbon poles are slightly conductive and therefore not suitable for verticals).



Anhang B - Ablängen von EFHW Antennenstrahlern

Die Länge von endgespeisten Halbwellenantennen errechnet sich näherungsweise wie folgt:

Einband-Halbwellenantenne: 1) $L[m] = 142.5/f[\text{MHz}]$

Mehrband-Halbwellenantenne: 2) $L[m] = 150(n-0.05)/f[\text{MHz}]$

- L Strahlerlänge in Meter
- n Anzahl Halbwellen auf dem Strahler
- f Resonanzfrequenz in MHz
- 0.05 Verkürzungsfaktor 5%, in 1) bereits ausmultipliziert

Die aus 1) und 2) resultierenden Strahlerlängen sind erfahrungsgemäss etwas zu lang, so dass zum exakten Ablängen immer genügend Reserve vorhanden ist. Bei der Verwendung von Traps verkürzen sich die Strahlerlängen für alle nicht geblockten Frequenzen zudem noch zusätzlich.

Mehrband-Halbwellenantennen ohne Traps oder Links werden immer für die höchste Nutzfrequenz nach 2) zugeschnitten (ergibt die grösste Strahlerlänge) und iterativ von der höchsten zur tiefsten Nutzfrequenz exakt abgelängt. Das exakte Ablängen besteht hier darin, eine beste Kompromisslänge für alle gewünschten Bänder zu finden.

Mehrband-Halbwellenantennen mit Links oder Traps werden schrittweise nach 1) von der höchsten zur tiefsten Nutzfrequenz zugeschnitten und exakt abgelängt.

Das exakte Ablängen der Halbwellenstrahler für ein bestimmtes Band erfolgt vorzugsweise auf den Mittelwert aus den 3 typischen Konfigurationen inverted V/L (Scheitel nicht $<90^\circ$) und gestreckt. Das erfordert zwar etwas Zeit und Geduld, gewährleistet jedoch eine gute Effizienz bei unterschiedlichen Platz- und Umgebungsbedingungen.

Ein Antennenanalysator ist beim exakten Ablängen der Strahler unentbehrlich.

Dimensionen von realisierten EFHW Antennen (alle mit 1:64 Impedanzkopplern, siehe Anmerkungen im Anhang C)

40/30/20m Trap EFHW Antenne, POLYS-26 (#26 copper clad steel),
Gesamtlänge 16.71m, Gewicht (ohne Winder) 60g
<http://hb9sota.ch/wp-content/uploads/2015/03/HB9SOTA-SEPTEMBER-2016-.pdf>,

5-Band Linked EFHW Antenne mit 4 Links, POLYS-26 (#26 copper clad steel),
Gesamtlänge 20.55m, Gewicht (ohne Winder) 64g **)
15m Strahler: 6.55m
17m Strahlerverlängerung: 1.135m
20m Strahlerverlängerung: 2.355m
30m Strahlerverlängerung: 4.06m
40m Strahlerverlängerung: 6.45m

4-Band Linked EFHW Antenne mit 1 Link, POLYS-26 (#26 copper clad steel),
Gesamtlänge 20.55m, Gewicht (ohne Winder) 51g **)
30m Strahler: 14.10m
40m Strahlerverlängerung: 6.45m

***) In der Konfiguration für 40m auch nutzbar als effiziente Mehrband-Halbwellenantenne auf 20 und 15m.*

Anhang C - Vergleich von EFHW Kopplern und Antennenstrahlern

Es existiert noch kein zur Norm erhobener Wert für die Impedanz eines endgespeisten Halbwellenstrahlers und dementsprechend gibt es auch keinen Norm-EFHW-Koppler bzw. kein Norm-EFHW-Koppelverhältnis. Die in der Fachliteratur zu findenden Impedanzwerte von Antennenexperten liegen im Bereich von ca. 2000-4000 Ohm, also weit auseinander.

Aufgrund des obgenannten Sachverhaltes erstaunt es nicht, dass die Design-Impedanzen von industriell und experimentell gefertigten EFHW Kopplern und Antennenstrahlern ebenfalls etwa im gleichen Impedanzspektrum variieren (z.B. 4050 Ohm bei LNR Precision, 3200 Ohm bei HB9BCB, 2500 Ohm bei PackTenna).

Ein korrekter Vergleich der Effizienz von EFHW Kopplern und Antennenstrahlern ist daher nur möglich, wenn jeder EFHW Koppler und Antennenstrahler individuell mit seiner Design-Impedanz abgeschlossen ist. Das bedeutet in der Praxis, dass nur Vergleiche zwischen kompletten EFHW Antennen (Koppelvorrichtung und Antennenstrahler desselben Herstellers) sinnvoll sind.

Nicht aussagekräftig oder sogar irreführend können dagegen Vergleiche von EFHW Kopplern und Antennenstrahlern sein, die auf simplem Vertauschen mit systemfremden EFHW Kopplern und Antennenstrahlern basieren. Die dabei resultierenden Fehlanpassungen können zur Folge haben, dass sich die Resonanzen um mehrere 100kHz über die Bandgrenzen hinaus verschieben und dadurch grosse Abweichungen der SWR Werte im gewünschten Frequenzbereich auftreten.

Es versteht sich von selbst, dass Effizienztests unter realen Bedingungen zeitgleich, am gleichen Standort und unter identischen Testbedingungen erfolgen müssen.

Fazit: "Wer misst, misst möglicherweise Mist" ist auch in diesem Zusammenhang ein treuer, aber leider allzu oft unbeachteter, Begleiter.

Anhang D – Slim EFHW Koppler – „QRO“ Version

Die guten Erfahrungen mit dem oben beschriebenen Slim EFHW Koppler (QRP Version) in Verbindung mit dem Mountain Topper MTR3B waren Anlass zum Aufbau einer „QRO“ Version zur Verwendung mit dem Elecraft KX3.

Der Aufbau erfolgte analog der QRP Version, jedoch unter Verwendung eines Ferrit Kerns FT-82-43, bewickelt mit CuL 0.6mm.

Als optimale Kapazität des Kondensators über der Primärwindung des Kopplers wurde ein Wert von 100pF ermittelt.

Der komplette Koppler wiegt inkl. 3m RG316/U und BNC Stecker 82g.

Das Foto unten zeigt die beiden Slim EFHW Koppler Versionen im Grössenvergleich:

- links: QRP Version (max. 8W)
- mitte und rechts: „QRO“ Version (max. 20W)



Anhang E - Sachgemässer Einsatz von EFHW Kopplern

Die Spannungsspeisung von resonanten Halbwellenstrahlern (EFHW) oder Vielfachen davon erfordert in der Regel den Einsatz von speziellen Koppelvorrichtungen zur Impedanzanpassung.

In der Praxis werden dafür Impedanzkoppler z.B. als Parallelschwingkreis (Fuchskreis), Impedanztrafo, Viertelwellenleitung (Zeppelinspeisung) oder Viertelwellenleitung mit Stub (J-Antenne) eingesetzt. Diese Lösungen unterscheiden sich im wesentlichen durch ihre Eignung als Monoband- oder Mehrbandkoppler.

Die Hinweise in der Folge beziehen sich auf die im vorliegenden Beitrag beschriebene Mehrband-Lösung unter Verwendung von Impedanztrafos. Aus Effizienzgründen (gute Kopplung bei kleinen Verlusten) werden für diese Impedanztrafos Ferritkerne verwendet.

Hinweis: Ferrit hat nebst vielen Vorteilen auch den "Nachteil", dass es sich bei unsachgemässer Benutzung erhitzt, was zu einer irreversiblen Veränderung der Kerneigenschaften führen kann.

Die **häufigste unsachgemässe Benutzung** von EFHW Impedanzkopplern ergibt sich beim Betrieb mit Antennenstrahlern von zufälliger Länge (random length wire), weil sich dabei die angestrebte reine Spannungskopplung (minimaler Strom, kleine Verluste, hohe Effizienz) verschieben kann bis hin zu reiner Stromkopplung (maximaler Strom, grosse Verluste, minimale Effizienz).

Folgen solch unsachgemässer Benutzung: Der Impedanzkoppler wird umfunktioniert zu einer Art Kunstantenne. Der Antennenstrahler von zufälliger Länge hat kein definiertes zweites Bein (Gegengewicht), wodurch auch das Koaxkabel Teil der Antenne wird und strahlt.

Als **Beispiel einer unsachgemässen Benutzung** ist in der Figur unten die Verwendung des 40m Halbwellenstrahlers auf dem 30m Band dargestellt. In diesem Fall beträgt die Impedanz des Strahlers am Koppler nur noch ca. 250 Ohm - diese wird durch den Koppler bei hohem Strom und entsprechend grossen Verlusten noch um den Koppelfaktor (z.B. 50, 64 oder 81) nach unten transformiert auf Werte unterhalb von 10 Ohm - und anschliessend vom Antennentuner auf 50 Ohm angepasst. So etwas macht kaum Sinn und sollte, wenn überhaupt, nur in "Notfällen" benutzt werden.

Fazit: Die effiziente Nutzung eines EFHW Impedanzkopplers ist nur möglich, wenn dieser bestimmungsgemäss mit resonanten EFHW Strahlern oder Vielfachen davon verwendet wird.

Die Nachschaltung eines Antennentuners führt zudem in den allermeisten Fällen nur zu höheren Verlusten.

