

Endgespeiste, resonante Antenne

Entwicklung der Fuchs-Antenne zur breitbandig, angepassten KW-Antennen

a) Die Fuchs-Antenne

Bild 1 zeigt die Schaltung einer Fuchs-Antenne an einem Röhrensender der 50er Jahre. Der Antennendraht wird direkt am hochohmigen Ende des abstimmbaren Parallelschwingkreises - an der Anode des Röhrensenders - angeschlossen. Die Antenne wird somit spannungsgekoppelt und ist bei Drahtlängen von $\lambda/2$ und Vielfachen davon resonant. Damit man z.B. im 40m-Band arbeiten kann, muss der Draht demnach ca. 21m lang sein ($\lambda/2$) und der Parallelschwingkreis des Röhrensenders auf 7,1MHz abgeglichen werden.

Auf allen anderen Bändern muß der Draht entsprechend auf $\lambda/2$ oder Vielfachen davon verlängert oder verkürzt werden und der Schwingkreis auf die entsprechenden Resonanzfrequenzen ($\lambda/2$ oder Vielfache) jeweils abgestimmt werden.

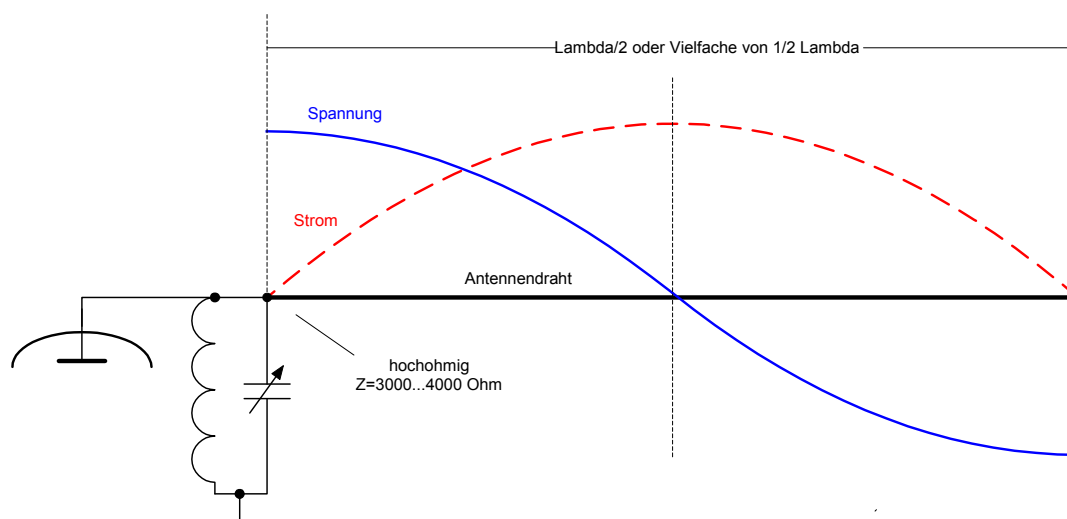


Bild 1: Prinzip der Fuchs-Antenne aus den 50er-Jahren. Ankopplung einer spannungsgekoppelten, resonanten Antenne an Senderendstufe.

Die Auskopplung der Antenne an der Anode der Röhre ist nicht ganz ungefährlich, denn die Spannung kann einige Tausend Volt betragen. Deswegen verwendete man zur Auskopplung einen hochspannungsfesten Kondensator oder benutzt einen Zwischenkreis nach Bild 2 (Erfindung von J. Fuchs), der induktiv an der Endstufe angekoppelt ist. Das Prinzip der spannungsgespeisten Antenne bleibt erhalten.

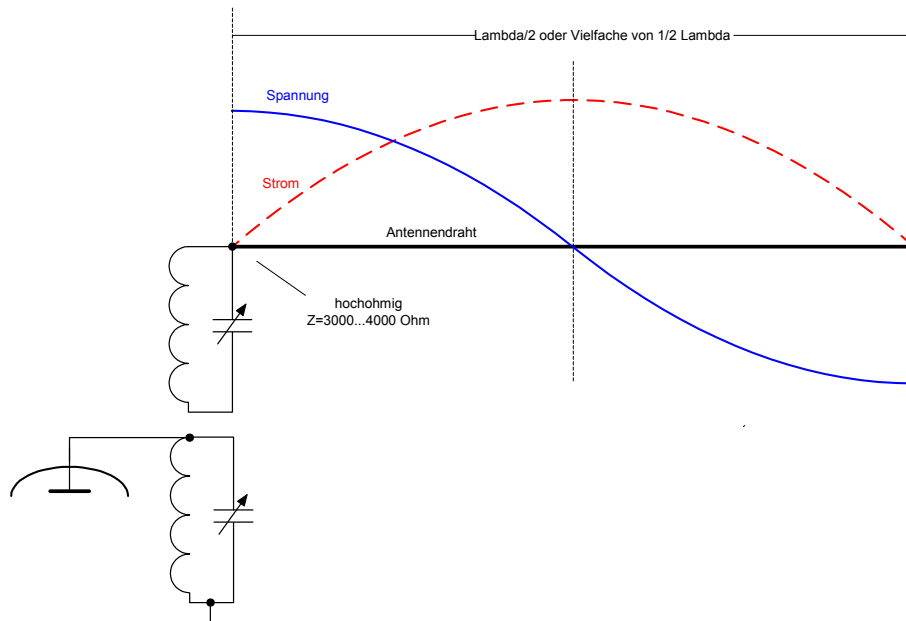


Bild 2: Fuchs-Antenne mit Auskopplung über Zwischenkreis (Prinzip).

Mit der Einführung von Koaxialkabeln (50 Ohm) und Halbleitern, veränderte sich auch die Einspeisung in den Fuchs-Kreis. Um von niederohmig 50 Ohm Wellenwiderstand auf den hochohmigen Spannungseinspeisung der Antenne zu kommen, wird eine Koppelspule mit entsprechender Transformation zum Schwingkreis verwendet.

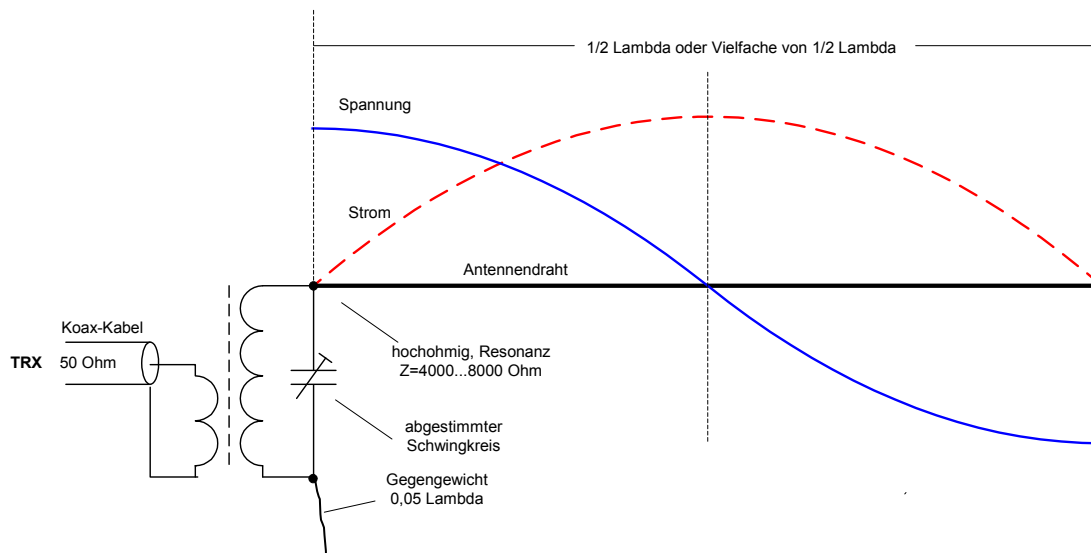


Bild 3: Fuchs-Kreis mit Speisung über Koaxialkabel. Keine Erdung/Masse am Fußpunkt!

Erdung: Die Fuchs-Antenne braucht keine Erdverbindung. Trotz hochohmiger Auskopplung, fließt jedoch ein geringer Strom zurück auf der Abschirmung des Koaxkabels und verursacht dadurch eventuell störende Mantelwellen. Nach einem Bericht von AA5TB (www.aa5tb.com/efha.html), kann ein Stück Draht (Pigtail) der Länge $\lambda \times 0,05$ als Gegengewicht am Fußpunkt der Antenne schon ausreichen, um der Entstehung von Mantelwellen entgegen zu wirken.

Zusammenfassung:

Ein 40 bis 42m langer Draht ist auf allen Amateurfunkbändern resonant. Damit der Antennendraht von einem Ende aus gespeist werden kann, benötigt man einen selektiven Parallelschwingkreis, der sich auf allen Bändern von 3,5 bis 28MHz auf Resonanz abstimmen lässt. Zur Abstimmung auf geringstes VSWR verwendet man häufig "Multiband-Anpassgerät" bestehend aus mehreren Spulen und Kondensatoren. All diese Ankopplungsarten haben aber einen Nachteil: Sie sind nicht breitbandig. Der Benutzer muss bei jedem Bandwechsel immer irgendwelche Kreise auf Resonanz abstimmen.

Lösung: Inzwischen gibt es Impedanzwandler, die den niederohmigen Eingang/Ausgang eines TRX breitbandig auf eine hohe Impedanz transformieren und damit die Anpassung aller Amateurfunkbänder an spannungsgekoppelte Antennen ohne jeden Abgleich ermöglichen.

b) Spannungsgesteuerte Antenne mit Hilfe von Breitbandübertrager (Ringkern)

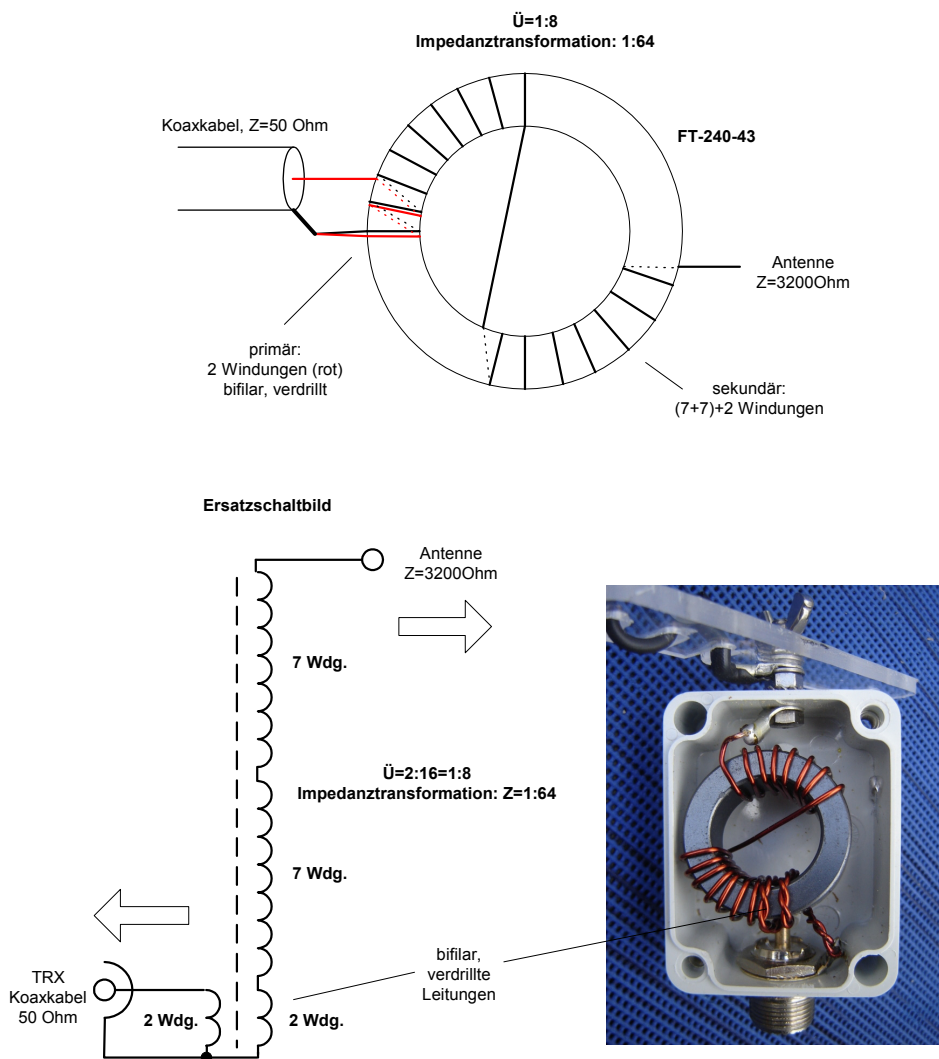
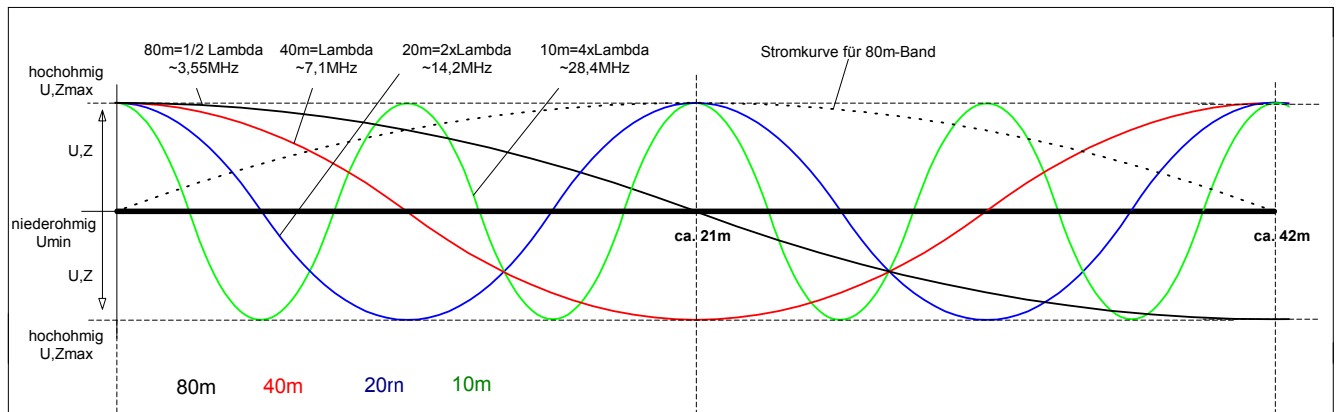


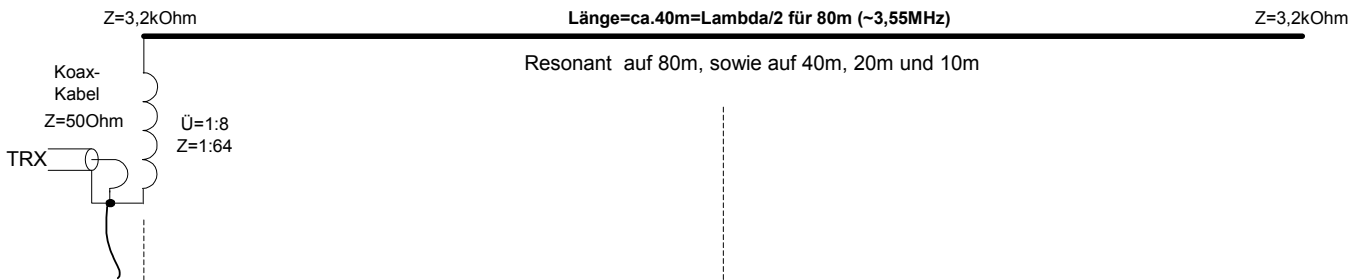
Bild 4: Breitband Ringkern-Übertrager für spannungsgesteuerte Drahtantennen

Anstelle von abstimmbaren Schwingkreisen, wird zur breitbandigen Anpassung der $\lambda/2$ Antenne ein HF-Transformator in Form eines Ringkern-Transformators verwendet, mit einem Wicklungsverhältnis von $\dot{U}=1:8$. Beträgt die Impedanz des TRX 50 Ohm, dann wird sie mit $Z=1:64$ auf eine Impedanz von 3200 Ohm transformiert und kann somit eine spannungsgesteuerte Antenne verlustarm erregen. Jede weitere Abstimmung der Antenne entfällt damit und ein Anpassgerät oder Matchbox ist nicht mehr erforderlich ist. Bei Resonanzfrequenz, die immer bei $\lambda/2$ und Vielfachen davon liegt, ist die Antenne in jedem Fall automatisch angepasst. Das SWR bei Antennenresonanz ist kleiner 1,2, s. Bild 6.

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



Beispiel: Anpassung der Drahtlänge für 80, 40m, 20m und 10m



Beispiel: Anpassung der Drahtantenne für 40m, 20m und 10m

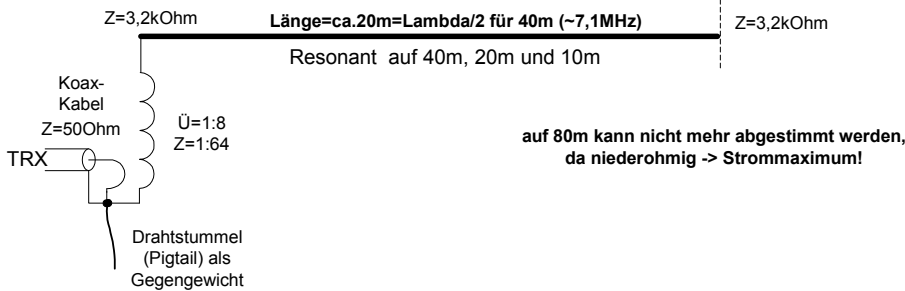
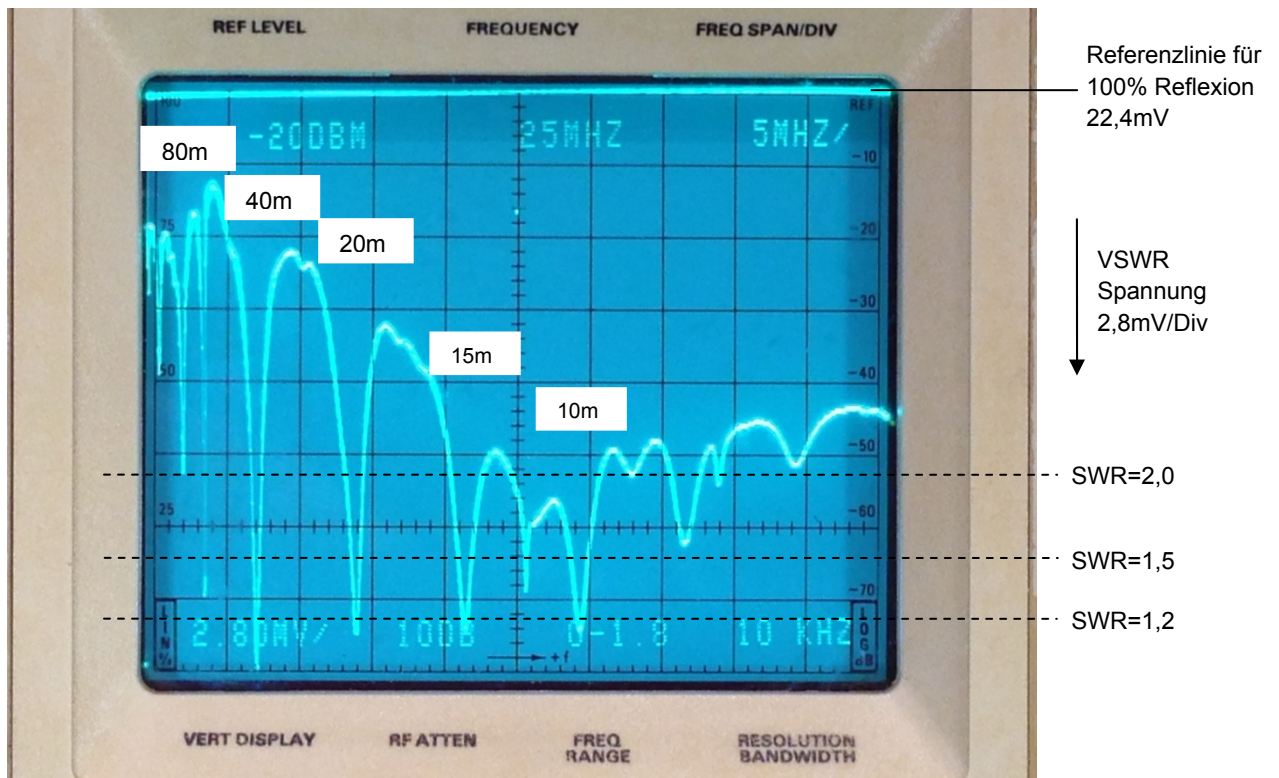


Bild 5: Wellenausbreitung der Amateurfunkbänder bei einer Drahtlänge von ca. 42m und 21m

Frequenzbereich 0-50MHz:



Frequenzbereich 0-20MHz:

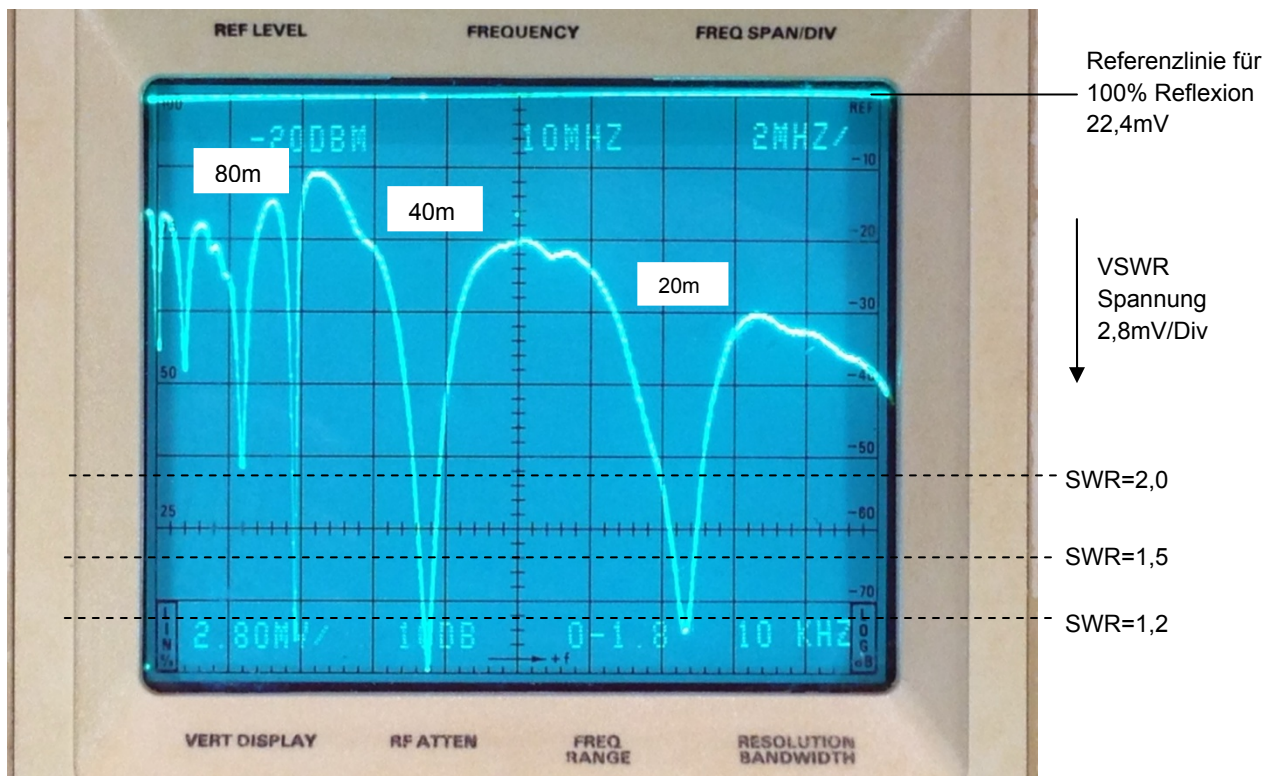
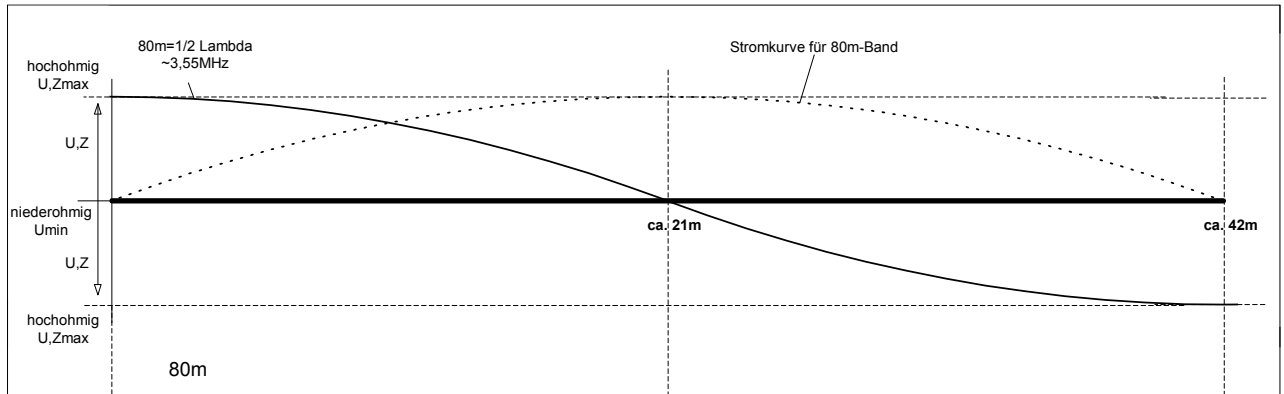


Bild 6: VSWR der Drahtantenne über der Frequenz, 0-50MHz oben, 0-20MHz unten

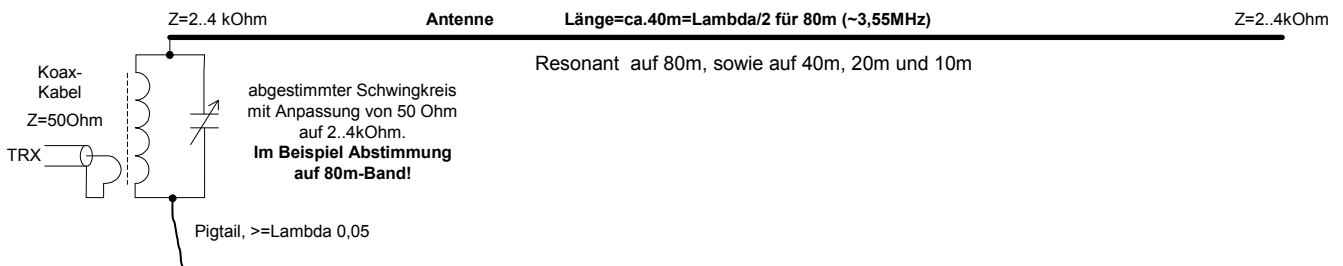
Gegenüberstellung: Selektiver Fuchs-Kreis und breitbandige Transformation

Resonante, abgestimmte Antenne mit LC-Parallel-Schwingkreis (Fuchs-Kreis)

Wellenausbreitung auf resonanter Antenne, Spannungsverlauf der Wellenlänge 80m

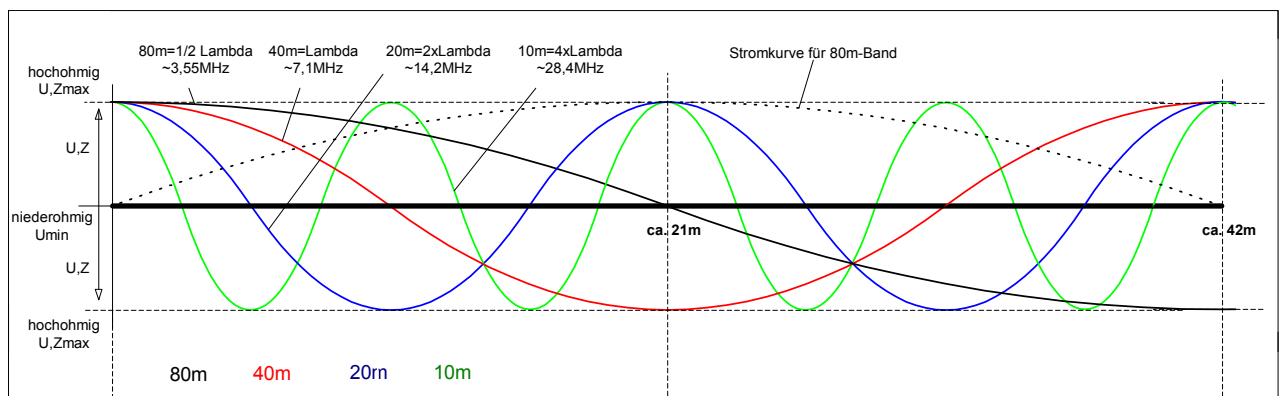


Beispiel: Anpassung der Drahtlänge für 80, 40m, 20m und 10m

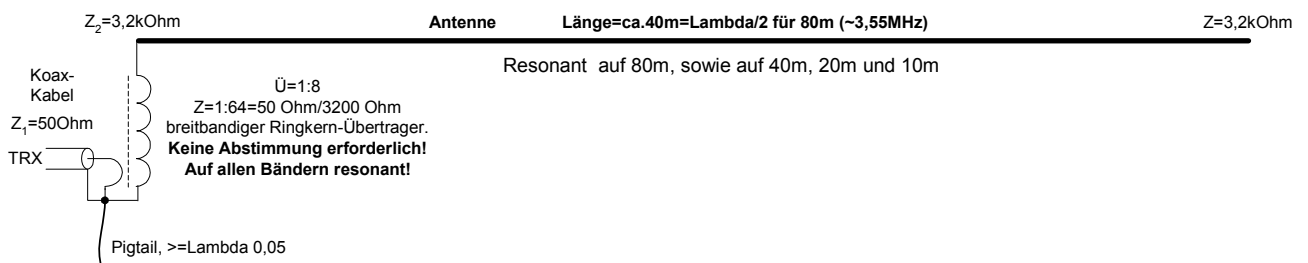


Resonante, abgestimmte Antenne mit Breitband-Transformation

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



Beispiel: Anpassung der Drahtlänge für 80, 40m, 20m und 10m



Eigenschaften der Drahtantenne mit Ringkernübertrager:

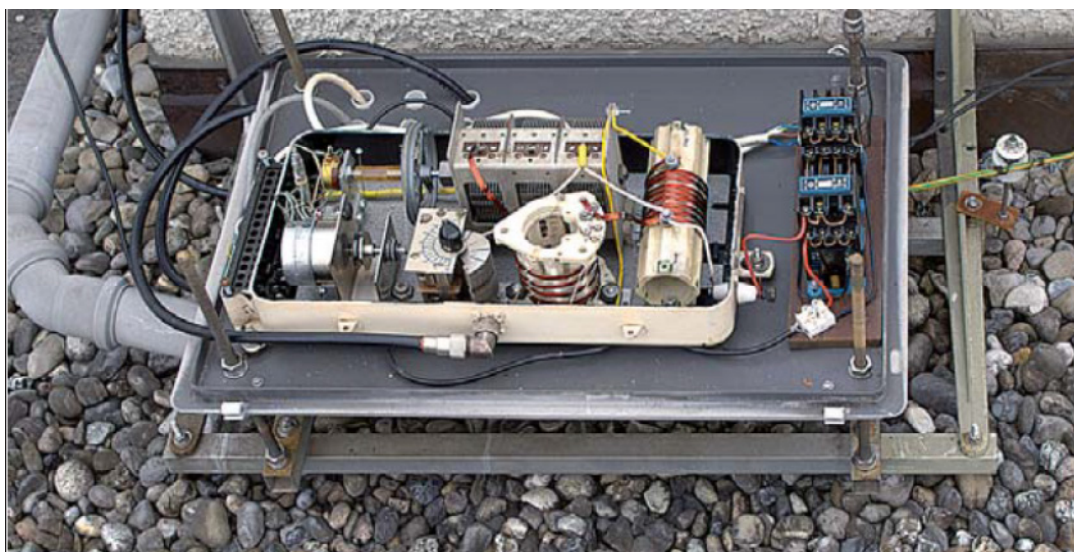
- Eine ca. 21m lange Drahtantenne arbeitet in Resonanz auf 40, 20 und 10m. Die Wellenausbreitung beginnt und endet in einem Spannungsbauch.
- Die Dreiband-Drahtantenne mit einer Länge von ca. 21m arbeitet auf 40m als Halbwellenstrahler, auf 20m als Ganzwellenstrahler und auf 10m auf $2 \times \lambda$. Die Antenne ist auf allen drei Bändern im Speisepunkt hochohmig (Spannungsbauch) und damit resonant. Bei einer Drahtlänge von nur ca. 10,5m ergibt sich Resonanz für 10 und 20m.
- Ein breitbandiger Ferrit-Ringkerntransformator (FT 240-43) transformiert UnUn (unsymmetrisch auf unsymmetrisch) die hochohmige Antennenimpedanz von ca. 3200 Ohm auf die 50 Ohm Impedanz von Koaxkabel und TRX.
- Der Transformator arbeitet schlicht und einfach als ein Trafo in Sparschaltung mit einem Spannungs-Übersetzungsverhältnis von 1:8, entsprechend einem Impedanzverhältnis von 1:64 (optional mit $\dot{U}=1:7 \rightarrow Z=1:49 \rightarrow 50 \text{ Ohm}:2450 \text{ Ohm}$).
- Die Antenne funktioniert ohne weitere Abstimmung über eine Matchbox für Monoband- oder Multiband-Betrieb.
- Im Gegensatz zum "1:9 Balun" funktioniert die Antenne nur auf resonanten Antennenlängen, bei $1/2 \lambda$ und geradzahligem Vielfachen davon: $1/2 \lambda$, λ , 2λ , 4λ ,
- Beim Senden herrschen an den beiden Dipolenden hohe Spannungen, da Speisepunkt und freies Ende beide in einem Spannungsbauch Enden. Hier sollten entsprechende Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Die gestrichelte Linie im Bild oben zeigt als Beispiel die Stromkurve im 40m Band.

Vorteile:

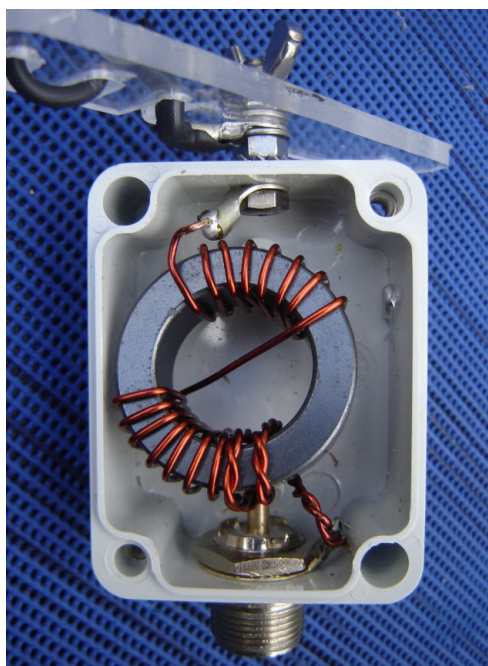
- Keine Matchbox (LC-Filter) zur weiteren Anpassung erforderlich
- Einfache und schnelle Installation der Antenne
- Erdung: Die HyEndFed-Antenne ist ähnlich aufgebaut wie die Fuchs-Antenne und benötigt keine Erdung. Da die Primär- und Sekundärspule beide am Fußpunkt mit dem Schirm des Koaxkabels verbunden sind, fließ jedoch ein Mantelstrom über das Koaxkabel zurück zum Transceiver und weiter ins Hausnetz. Der Mantelstrom ist relativ gering, weil die Antenne hochohmig gespeist wird, trotzdem kann er störend in Erscheinung treten. Zur Verhinderung von Mantelwellen, benötigt die Antenne ein separates (leichtes) Gegengewicht plus Mantelwellensperre. Das Gegengewicht kann ein Pigtail der Länge $\lambda \times 0,05$ am Fußpunkt der Antenne sein oder ein Stück Koaxkabel der gleichen Länge zwischen Transformator und Mantelwellensperre. Das Koaxkabel agiert ähnlich einer Windom-City anschließend als Gegengewicht und der Strom-Balun verhindert wirkungsvoll ein Abfließen des restlichen Ausgleichstroms über die Koax-Zuleitung zum Transceiver. Da die Koaxleitung dann auch nicht mehr als "Empfangs-Antenne" für "Home-Made Noise" arbeitet, reduziert sich ebenfalls das Grundrauschen des Empfängers, besonders bei tiefen Frequenzen (80m-Band).

Gegenüberstellung

MatchBox <---> Ringkern-Übertrager



Multiband-Anpassgerät von 3,5 bis 30MHz von HB9AAC



Breitband-Ringkernübertrager für 80, 40, 20, 15 und 10m

Werner Schnorrenberg

DC4KU

22.08.2016, Rev. 10.2018, 12.2018