

Eine Alternative

# Die Stepdown-Antennenanpassung

Arthur Wenzel, DL7AHW

**Primärwicklung an die Antenne, Sekundärwicklung an die Koaxkabelseite – das sind grob bereits alle wichtigen konstruktiven Details der vorgestellten Transformationsmethode. Die Anpassung ist somit leicht verständlich, einfach zu berechnen und mit wenig Aufwand realisierbar.**

**W**enn Antennen nach meinen Charts angefertigt werden [1], dann entspricht der Eingang der Antenne nicht immer den Anforderungen an den Transceiver. Der Trx verlangt eine Eingangsimpedanz von 48...56  $\Omega$ , damit sich das Stehwellenverhältnis um 1:1 bewegt. In den meisten Fällen benötigt man eine Matchbox oder bei endgespeisten Drähten einen UnUn-Transformator oder eine Hühnerleiteranpassung. Wenn man sich dabei die Hochfrequenz durch falsche Anpassung ins Zimmer holt, freut sich der Nachbar ...

Bei unresonanten Dipolen mit gleichem Z ist die Anpassung mit Hühnerleitern gut ausführbar. Die Paralleldrähtlängen müssen aber recht genau ermittelt werden [2]. Nur eine einzige Hühnerleitungslänge passt nicht zu allen Funkbändern, sodass ein symmetrischer Koppler unumgänglich ist. Hochfrequenz im Zimmer ist leider dabei vorgeprogrammiert!

### Leicht zu planen

Eine einfachere Anpassung ist die so genannte Stepdown-Transformation, bei der die Primärwicklung des Transformators an die Antenne und die Sekundärwicklung an die Koaxkabelseite angeschlossen wird. Die Berechnung ist sehr einfach und leicht nachvollziehbar. Unkompensiert reicht diese Anpassung für einen Empfänger vollkommen aus.

Beim Senden muss man die Koppelverluste in Kauf nehmen, sie sind mit etwa 10 % aber gering. Bei höheren Frequenzen wird der Z-Wert von 50  $\Omega$  bei dieser einfachen Wickelart ansteigen und muss per Parallelkondensatoren kompensiert werden.

### Der Aufbau

Für diesen Transformator benötigt man einen Ringkern, dessen AL-Wert in einem bestimmten Frequenzbereich konstant ist, z.B. der 140/43 mit AL = 760

**Zur Person**



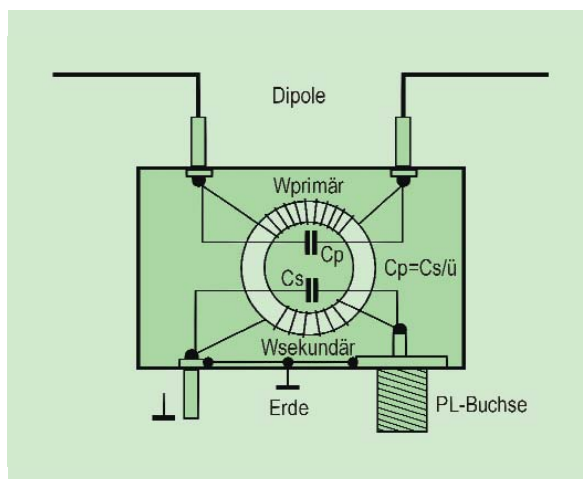
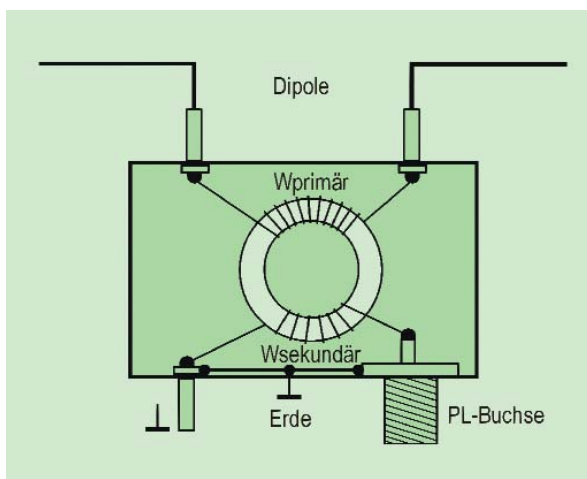
**Dipl.-Ing. Arthur Wenzel, DL7AHW**  
 Jahrgang 1949, Funkamateur seit 1982 Abitur und Studium in Berlin mit den Fachrichtungen Elektronik und Wirtschaft  
 Interessen: Miniantennen für die Kurzwelle, HF-Technik, QRP, Musik produzieren,

Anschrift:  
 Schillerstr. 71  
 12305 Berlin  
<http://www.mydarc.de/dl7ahw/>  
 Email: [dl7ahw@web.de](mailto:dl7ahw@web.de)

bei 1...50 MHz oder der RK1 vom DARC-Verlag [3] (sehr gut) mit AL = 500. Der gewickelte Transformator wird nach Fertigstellung in ein wasserdichtes Gehäuse eingebaut (**Bild 1**).

### Transformator berechnet

Um den Transformator zu berechnen, benötigt man etwas Grundwissen zu den Begriffen Impedanz, Induktanz, Kapazitätz und Reaktanz. Die Impedanz Z enthält den realen frequenzunabhängigen ohmschen Anteil R sowie den frequenzabhängigen imaginären Anteil jX. Ist jX negativ, dann ist die Antenne zu kapazitiv und ist jX positiv, haben wir einen zu hohen induktiven Anteil.



**Bild 1 (links): Die Stepdown-Anpassung hat einen einfachen Aufbau**

**Bild 2 (rechts): Schema der Stepdown-Anpassung mit kapazitiver Kompensation**

## Literatur und Bezugsquellen

- [1] Dipl.-Ing. Arthur Wenzel, DL7AHW: „Verlauf der HF-Spannungen auf einem Draht“, CQ DL 1/07, S. 32
- [2] Dipl.-Ing. Arthur Wenzel, DL7AHW: „Grafische Auswertung für Hühnerleitern“, CQ DL 10/09, S. 727
- [3] Bezug des Ringkerns RK1: DARC Verlag GmbH, Lindenallee 6, 34225 Baunatal, Tel. (05 61) 9 49 88 73, [www.darcverlag.de](http://www.darcverlag.de), [verlag@darcoverlag.de](mailto:verlag@darcoverlag.de)
- [4] Webseite von Wolfgang Wippermann, DGØSA: [www.wolfgang-wippermann.de](http://www.wolfgang-wippermann.de)

Die Induktanz ist der induktive Blindwiderstand oder auch der induktive Wechselstromwiderstand. Die Kapazität ist der kapazitive Blindwiderstand. Die Reaktanz beschreibt den allgemeinen Blindwiderstand  $\pm jX$  in linearen Netzwerken mit Wechselstrom und Wechselspannung. Hier nennen wir ihn XL, da wir eine Spule mit dem Wert L in mH berechnen wollen. Bei Kondensatoren nennt man den Blindwiderstand XC.

Schon in früheren Zeiten haben Wissenschaftler eine Konstante festgelegt, die besagt, dass bei der Berechnung einer Transformation die Reaktanz einer Induktivität um das Vierfache größer sein muss als die Impedanz des zu berechnenden (anzupassenden) Antennenwiderstands Z.  $XL = 4 \cdot Z$ . Die Grundformel lautet:  $XL = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$ , wobei **die kleinste Frequenz ist, die für unseren Ringkern angegeben wird,**

bzw. auf der unser Trx arbeiten soll. L ist die Induktivität. Mit dem Faktor 4 eingerechnet folgt:

$$L = 4 \cdot XL / (2 \cdot \pi \cdot f)$$

### Ein Beispiel

Wir bauen eine Antenne mit  $2 \times 13,5$  m [1]. Z beträgt ungefähr  $450 \Omega$  pro Seite, also  $Z = 900 \Omega$ . Das Verhältnis ist  $900/50 = 18:1 = 18$  (für die spätere Kompensation). Die Übertragungsgröße  $\ddot{u}$  ist:

$$\ddot{u} = \sqrt{\frac{R_p}{R_s}} \quad \ddot{u} = \sqrt{\frac{900 \Omega}{50 \Omega}} = 4,24$$

Der AL-Wert sei mit 800 angenommen. Für den Blindwiderstand der Spule muss man immer den Faktor 4 mit einrechnen:

$$XL = 4 \cdot Z$$

$$XL = 4 \cdot 900 \Omega = 3600 \Omega$$

Zuerst sollte man die Induktivität auf der Antennenseite ausrechnen:

$$L_p \text{ in mH} = 4 \cdot XL \text{ in } \Omega / (2 \cdot \pi \cdot f \text{ in kHz})$$

$$L_p \text{ in mH} = 4 \cdot 900 \Omega / (2 \cdot 3,14 \cdot 1000 \text{ kHz})$$

$$L_p = 0,5732 \text{ mH}$$

Nun können wir die Primärwindungen Wp berechnen:

$$W_p = 1000 \sqrt{\frac{L_p}{A_L}}$$

$$W_p = 1000 \sqrt{\frac{0,5732}{800}}$$

$$W_p = 26,76$$

Wir wickeln also 27 Windungen. Jetzt können wir die Sekundärwicklung ausrechnen:

$$\ddot{u} = W_p / W_s \quad W_s = W_p / \ddot{u}$$

$$W_s = 27 / 4,24 \quad W_s = 6,364 \text{ Wdg}$$

Wir wickeln also sechs Windungen. Nun bewickeln wir den Ringkern mit etwa 1...1,5 mm dickem, isoliertem Draht oder Kupferlackdraht. An die Antennenseite kommt die Primärwicklung und an die Koaxkabelseite die Sekundärwicklung. Fertig ist unsere (unkompensierte) Anpassung.

Mit  $2 \times 13,5$  m sind nun alle KW-Amateurfunkbänder bis auf 15 m und 12 m angepasst. Kleine Abweichungen werden mit einer nachfolgenden Matchbox minimiert. Das 15- und das 12-m-Band sind sehr hochohmig [1, 2] und müssen separat betrachtet werden.

## Kompensation

In der Praxis werden wir allerdings feststellen, dass bei dieser Wickelart und höherer Arbeitsfrequenz auch die Impedanz des Transformators kontinuierlich nach oben wandert. Um dieses Verhalten auszugleichen, wickeln wir die Windungen mit einem größeren Abstand und schalten parallel zu den Windungen je einen spannungsfesten Kondensator. Die Kapazitäten der Kondensatoren müssen im umgekehrten Verhältnis zu den Wicklungszahlen auf dem Transformator gewählt werden.

Die Größenordnung an der niederohmigen Seite liegt bei 100...300 pF und an der hochohmigen Seite um den Faktor Z-Antenne/Z-Funkgerät verkleinert (**Bild 2**). Genaue Werte sind je nach Wicklungsart und Wickeldraht zu ermitteln. Wichtig ist dabei, dass auf der Koaxkabelseite der größere Kondensator angeschlossen wird. Wählt man z.B. einen Kondensator am Eingang von 100 pF und  $Z_a/Z_g = 18$ , so beträgt der Wert an der Antennenseite  $100 \text{ pF} / 18$ .

Wir können den Transformator auch nach anderen Wickelprinzipien aufbauen. Die vorgeschlagene Bewickelung ist etwas aufwändig, aber erprobt und bedarf kaum einer weiteren Kompensation.

Beispiele finden wir auf der sehr guten Webseite von Wolfgang Wippermann, DGØSA [4] unter dem Thema „Balun-Theorie“. Auch in den Ausgaben der CQ DL 2/3/4 und 5/09 finden wir Artikel über den Aufbau und die Wirkungsweise von Baluns, Transformationen und zur Anpassung an Antennen.

Abschließend noch einige Anmerkungen: Es ist immer besser, resonante Antennen in richtiger Höhe zu benutzen, als irgendwelche komischen Experimente mit undefinierten Drahtlängen zu veranstalten. Man sollte immer versuchen, Verbindungsübergänge zu optimieren, verlustarme Koaxkabel zu benutzen und Koppler bzw. Tuner zu meiden. Wenn Tuner, dann direkt an die Antenne. Manches Mal ist das leider nicht machbar, dann aber sollte man darauf achten, dass keine hohe HF-Spannung durch Fehlanpassungen oder falsche Leitungslängen in die Wohnung gelangt. Zu vermeiden ist auch der direkte Anschluss der Koaxkabel an die Antenne ohne Baluns bzw. Anpassung.

Der Artikel wurde geschrieben, um beim Funkbetrieb und der Antennenanpassung auf der „richtigen“ Seite zu sein.

