

Einfacher Aufbau von Sperrkreisen mit Ringkernen

MARTIN STEYER – DK7ZB

Mit Ringkernen aus Eisenpulver lassen sich relativ leicht hochwertige Schwingkreise aufbauen, die als Sperrkreise in Mehrbandantennen genutzt werden können. Der Beitrag zeigt auf, wie sich solche Traps auf einfache Weise berechnen, aufbauen und abgleichen lassen. Die hier beschriebenen Sperrkreise sind für HF-Leistungen bis zirka 150 W belastbar und bieten sich besonders für Antennenkonstruktionen an, die aus Draht bestehen und eine Angelruten als Träger besitzen.

Besonders problematisch beim Bau von Multibandantennen mit Sperrkreisen ist heutzutage der Erwerb der erforderlichen spannungsfesten Kondensatoren. Da es nur noch wenige Bezugsmöglichkeiten dafür gibt, sollen hier Wege vorgestellt werden, wie sich mit Reihenschaltungen von leicht erhältlichen Keramikscheibenkondensatoren mit einer Spannungsfestigkeit von 500 V die notwendigen Schwingkreiskondensatoren zusammenstellen lassen. Für die Spulen kommen die gut erhältlichen Ringkern-Typen T94-2, T94-6 und T106-2 von Amidon zum Einsatz.

■ Notwendige Grundlagen

Voraussetzung für die Berechnung der Sperrkreise ist zunächst die Anwendung der bekannten Thomsonschen Schwingungsgleichung, die noch jeder von der Amateurfunkprüfung her und als Basis für alle Schwingkreisanwendungen kennen sollte:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad (1)$$

Da wir nicht mit den Grundgrößen Hertz, Farad und Henry rechnen wollen, benutzen wir gleich zugeschnittene Größengleichungen, die uns zusätzlich das Eintippen von π in den Rechner ersparen. Die für unsere Sperrkreise relevanten Größen sind Megahertz, Pikofarad und Mikrohenry. Damit sehen die drei notwendigen Gleichungen folgendermaßen aus:

$$f/\text{MHz} = \frac{159}{\sqrt{L/\mu\text{H} \cdot C/\text{pF}}} \quad (2)$$

$$L/\mu\text{H} = \frac{25\,330}{(f/\text{MHz})^2 \cdot C/\text{pF}} \quad (3)$$

$$C/\text{pF} = \frac{25\,330}{(f/\text{MHz})^2 \cdot L/\mu\text{H}} \quad (4)$$

Wer es sich noch einfacher machen will, lädt sich von meiner Website [1] unter der Rubrik *Download* das kleine Programm *Thomson* herunter, das je nach vorgegebenen Werten die zusätzlichen Daten errechnet.

Für die ganz Rechenfaulen sind für gängige Kondensatorwerte schon die notwendigen Induktivitäten in der Tabelle zusammengefasst. Selbstverständlich lassen sich mit den gemachten Angaben auch für gerade vorhandene Kondensatoren die zugehörigen Induktivitäten bestimmen.

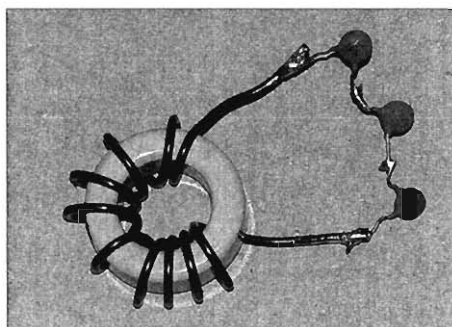


Bild 1: Trap für 28,35 MHz mit drei Kondensatoren à 100 pF/500 V in Reihe und einem Ringkern T94-6

Wie kommt man nun in der Praxis auf die notwendigen Induktivitätswerte? Dazu müssen wir den A_L -Wert des Kerns kennen. Dieser gibt die Mikrohenry je (100 Windungen)² auf dem Ringkern an. Meist ist das ein theoretischer Wert, weil gar keine 100 Windungen auf den Ringkern passen. Für die Sperrkreise werden Amidon-Eisenpulver-Ringe eingesetzt. Der Typ T94-6 für die höheren Frequenzen hat einen A_L -Wert von 70, der Typ T94-2 für die niedrigeren Frequenzen hat einen solchen von 84. Da bei der Verdopplung der Windungszahl einer Spule die Induktivität quadratisch wächst, ergibt sich für die notwendige Windungszahl N bei gegebener Induktivität L und A_L -Wert ¹⁾ aus

$$N = 100 \cdot \sqrt{\frac{L/\mu\text{H}}{A_L/(\mu\text{H}/(100 \text{ Wdg.})^2)}} \quad (5)$$

Allerdings ist diese auch im *mini Ringkernrechner* [2] verwendete Formel nicht ganz exakt, weil sie von der Verteilung der Wicklungen auf dem Kern, dem Drahtdurchmesser und dem Abstand des Drahtes vom

Ringkern abhängt. Wir sehen das an Bild 1, das einen Sperrkreis für das 10-m-Band zeigt. Um die Verluste niedrig zu halten, habe ich 1,5-mm-CuL-Draht verwendet, der außen etwas vom Kern absteht.

Nach Abgleich auf 28,35 MHz durch Verschieben der Windungen auf 75 % des Ringes mit einer Parallelkapazität von dreimal 100 pF in Reihe ergaben sich so 9,5 Windungen gegenüber 11 berechneten.

Der konkrete Aufbau zeigt, dass mit Kupferlackdraht von 1,5 mm oder 1 mm Durchmesser bewickelte Kerne in der Regel eine etwas größere Induktivität als die berechnete aufweisen. Falls im gegebenen Fall die Induktivität zu hoch liegt, ist zum Feinabgleich jeweils zunächst nur eine Windung abzuwickeln und zu versuchen, durch Zusammenschieben oder durch Auseinanderziehen der restlichen Windungen auf die gewünschte Frequenz zu kommen.

■ Aufbau der Sperrkreise in der Praxis

Für selektive Schwingkreisanwendungen sind nur Eisenpulverringkerne [3] geeignet. Am Beispiel eines T94-6 soll aufgezeigt werden, wie die Logik der Bezeichnungen für Ringe des Herstellers Amidon ist. Dabei bedeutet das T die Materialmischung Eisenpulver. Ferrite [4] für breitbandige Anwendungen, wie sie z. B. bei Balunen erforderlich sind, haben die Kennzeichnung FT. Die erste Zahl steht für den Durchmesser, größere Zahlen stehen für größere Ringe. Die 94 bezieht sich auf einen Außendurchmesser von 0,94 Zoll (23,9 mm), der Innendurchmesser ist hier 14,2 mm. Die letzte Zahl codiert den Frequenzbereich, wobei höhere Zahlen immer höhere Frequenzen bei niedrigeren A_L -Werten angeben. Die 6 kennzeichnet Ringkerne für den Einsatz von 2 MHz bis 50 MHz, eine 2 steht für 1 MHz bis 30 MHz.

Für die Bänder 10 m bis 20 m bieten sich gelbe Ringkerne der Mischung 6 an, für 30 m bis 80 m sind rote der Mischung 2

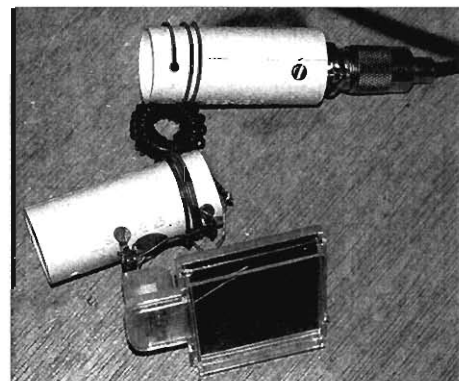


Bild 2: Die Messanordnung nach DK7ZB ist auch zum Abgleich von Ringkernspulen geeignet. Reihenfolge von oben nach unten: Einkoppelspule, Ringkern, Auskoppelspule mit HF-Messdetektor
Fotos: DK7ZB

¹⁾ Wer die Werte aus [3] verwendet, nutze die dort angegebene Formel.



Bild 3:
Die Verteilung von 16,5 Windungen auf fast dem gesamten Kernumfang des T94-2 führt zu einer Induktivität von 2,45 μ H.

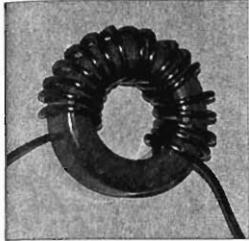


Bild 4:
Bei der gedrängten Bewicklung desselben Ringkerns wie in Bild 3 stehen nun 2,8 μ H zur Verfügung.

sinnvoll. Fast alle verfügbaren Amidon-Ringkerne mit interessanten Zusatzinformationen gibt es bei [5]. Ein Sortiment der gängigen Typen ist auch bei [6] erhältlich. Am problematischsten dürfte sich der Erwerb der Kondensatoren gestalten. Dafür gibt es prinzipiell drei Quellen. Auf den einschlägigen Amateurfunk-Flohmärkten fand ich immer Hochspannungs-Keramik-kondensatoren. Verschiedene Kondensatoren für 1 kV und 2 kV bietet [7] an. Allerdings handelt es sich um Restpostenware, die nur so lange verfügbar ist, wie der Vorrat reicht. Bei [6] sind äußerst preiswert alle Standardwerte für keramische Scheibenkondensatoren mit einer Spannungsfestigkeit von 500 V zu erwerben.

Hier war nun die Frage interessant, wie viele davon in Reihe zu schalten sind, um auf der sicheren Seite zu liegen. Ausgiebige Tests führten zu dem Ergebnis, dass unter Umständen schon mit drei Werten in Reihe, die jeweils bis 1,5 kV belastbar sind, ein Betrieb mit einer HF-Leistung von 100 W möglich ist. Um genügend Reserven zu haben, empfiehlt es sich aber, vier oder noch besser fünf gleiche Kondensatoren in Reihe zu schalten. Ist eine Kapazität von 30 pF erforderlich, so sind stattdessen auch fünfmal 150 pF einsetzbar. In der Praxis führt das zu keinerlei Problemen.

Es ist aber unbedingt davon abzuraten, unterschiedliche Kapazitätswerte in Reihe zu schalten. Der Grund liegt darin, dass

bei einer Serienschaltung an der kleinsten Kapazität die höchste Spannung anliegt und ein Durchschlag damit wahrscheinlicher ist.

Als Konsequenz aus den Versuchsreihen ergibt sich, dass für die gängigen Transceiverleistungen von 100 W eine Spannungsfestigkeit der Kondensatoren von 2 kV bis 2,5 kV ausreicht.

■ Abgleich der Sperrkreise

Hierzu ist schon viel geschrieben worden, sodass ich mich nur auf wesentliche Dinge beschränken will. Grundsätzlich kann ein Sperrkreis nur außerhalb der Antenne richtig abgeglichen werden. Es kann ein Dip-Meter, ein Analysator [8] oder die von mir in [9] vorgestellte Methode mit Ein- und Auskoppelinduktivitäten verwendet werden. Erstaunlicherweise funktioniert die Letztere auch bei Ringkern-Traps, siehe Bild 2. Dabei liegt die Einkoppelspule auf der einen Seite des Ringkerns, die Auskoppelspule auf der anderen. Hier ist der Parallelkondensator nicht zu sehen, weil er unter der Messanordnung verborgen ist.

Der Abstimmbereich durch Verschieben der Windungen auf dem Ring liegt in diesem Fall (16,5 Windungen 1-mm-CuL auf einem T94-2) zwischen 2,45 μ H und 2,8 μ H. Werden die Windungen fast auf den gesamten Durchmesser verteilt, wie in Bild 3 zu sehen, so ist die Induktivität kleiner. Beim Zusammenschieben, wie in Bild 4 gezeigt, steigt sie an. Erfahrungsgemäß ist mit der Korrektur von einer Windung genug Spielraum vorhanden, um auf die gewünschte Induktivität zu kommen. Allerdings sollte man die Windungen auf nicht weniger als die Hälfte des Kerns verteilen. Ein mit dieser Spule aufgebauter Trap für das 30-m-Band ist in Bild 5 zu sehen.

Vor einer möglichen Enttäuschung soll gleich gewarnt werden: Wer in gut gemeinter Absicht die Windungen und den Ringkern mit Heißkleber oder Silikon fixieren will, verstimmt damit unweigerlich die Resonanzfrequenz! Damit muss also äußerst sparsam und vorsichtig umgegangen werden.

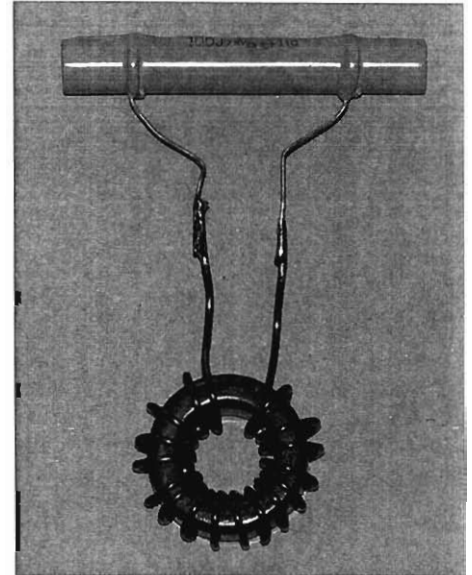


Bild 5: Komplett aufgebauter Sperrkreis für eine Resonanzfrequenz von 10,1 MHz mit 17 Windungen auf einen Ringkern T94-2 (Induktivität 2,45 μ H) und einem Parallelkondensator (Kapazität 100 pF)

■ Praktische Erfahrungen

Wie der langjährige Einsatz von 12-m-Sperrkreisen dieser Bauart bei mir zeigt, ist die Resonanzfrequenz und damit die Sperrwirkung offensichtlich langzeitstabil. Voraussetzung dazu ist allerdings, dass Feuchtigkeit unbedingt vom Ringkern ferngehalten werden muss, weil diese zwangsläufig zur Verschiebung des Resonanzpunktes führt. Ein Einbau in eine UV-feste Dose aus Isoliermaterial ist daher der beste Weg. Das Stehwellenverhältnis mit den beschriebenen Sperrkreisausführungen ist in manchen Antennen besser als das mit aus Koaxialkabel hergestellten Sperrkreisen. Der Grund ist in der höheren Güte und damit in einer stärkeren Sperrwirkung zu suchen. **dk7zb@dark.de**

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Steyer, M., DK7ZB: www.mydark.de/dk7zb
- [2] Burmeister, W., DL5SWB: mini Ringkern-Rechner. www.dl5swb.de/html/mini_ringkern-rechner.htm
- [3] FA-Bauelementeinformation: T-Ringkerne – Eisenpulver-Ringkerne von Amidon. FUNK-AMATEUR 52 (2003) H. 10, S. 1019–1020
- [4] FA-Bauelementeinformation: FT-Ringkerne – Ferrit-Ringkerne von Amidon. FUNKAMATEUR 52 (2003) H. 11, S. 1127–1128
- [5] Profi-Electronic Kuhna, Färberstr. 33, 48369 Saerbeck, Tel. (025 74) 98 3-55, Fax 98 3-53; www.amidon.de
- [6] Reichelt Elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande, Tel. (0 44 22) 95 5-3 33, Fax -1 11; www.reichelt.de
- [7] Oppermann Elektronische Bauelemente GbR: Postfach 1144, 31595 Steyerberg; Tel. (057 64) 21 49, Fax 1707; www.oppermann-electronic.de
- [8] Weigl, J. A., OE5CWL: Abgleich von Traps mit einer aktiven Stehwellenmessbrücke. FUNK-AMATEUR 55 (2006) H. 7, S. 812–813
- [9] Steyer, M., DK7ZB: Einfacher Aufbau und Abgleich von Sperrkreisen. FUNKAMATEUR 56 (2007) H. 12, S. 1310–1311

Berechnete Induktivitäten und Kapazitäten für Traps mit Ringkernen zum Einsatz in den Amateurfunkbändern

Band [m]	Induktivität L [μ H]	Kapazität C [pF]	Ringkern (Farbe)	Windungen N	CuL [mm]
10	0,95	33	T94-6 (gelb)	11	1,5
12	0,78	47	T94-6 (gelb)	10	1,5
15	1,2	47	T94-6 (gelb)	13	1,0
17	1,65	47	T94-6 (gelb)	15	1,0
20	1,85	68	T94-6 (gelb)	16	1,0
30	2,47	100	T94-2 (rot)	17,5	1,0
40	5,1	100	T94-2 (rot)	24,5	1,0
80 (CW-Teil)	10,05	200	T106-2 (rot)	27	1,0
80 (SSB-Teil)	9,25	200	T94-2 (rot)	26	1,0