

Bauanleitung: Optimierte VLF-Senderspule (8,33 kHz)

für den Betrieb mit modifizierter Gegentaktendstufe

Amateurfunk-Projekt

27. Juni 2026

Inhaltsverzeichnis

1	Technische Spezifikationen	2
1.1	Mechanische Daten	2
1.2	Elektrische Parameter (im Resonanzfall)	2
2	Material- und Stückliste	2
3	Wickelanleitung (Schritt für Schritt)	3
3.1	Vorbereitung des Wickelkörpers	3
3.2	Wickelvorgang	3
3.3	Abstimmung und Feinjustage	3
4	Wichtige Betriebs- und Sicherheitshinweise	3

1 Technische Spezifikationen

Diese Anleitung beschreibt den Bau einer optimierten Luftspule für einen VLF-Sender auf der Arbeitsfrequenz $f = 8,3333$ kHz. Die Spule ist elektrisch präzise auf ein System mit einem $1\text{ }\mu\text{F}$ Serien-Resonanzkondensator abgestimmt.

1.1 Mechanische Daten

- **Spulenkörper-Durchmesser:** 10 cm ($R = 5$ cm)
- **Windungszahl (N):** 70 Windungen
- **Drahtmaterial:** Kupferlackdraht (CuL) mit $\emptyset 0,63$ mm (z. B. BLOCK CUL 100/0,63)
- **Erforderliche Drahtlänge:** ca. 22 m reines Wicklungsmaß (zzgl. Anschlussenden)
- **Wicklungslänge (b):** 87,5 mm (rund 8,8 cm mit leichter Steigung gewickelt)

1.2 Elektrische Parameter (im Resonanzfall)

Tabelle 1: Berechnete Systemwerte mit Basisvorwiderstand $R_5 = 680\text{ }\Omega$

Parameter	Wert
Induktivität (L_{ziel})	0,365 mH (365 μH)
Resonanzfrequenz (f_{res}) mit $1\text{ }\mu\text{F}$	8,33 kHz
Gleichstromwiderstand (R_{Cu})	ca. 1,38 Ω
Effektiver Sendestrom (I_{eff})	ca. 780 mA
Verlustleistung pro Transistor (Tastbetrieb)	ca. 0,85 W
Magnetische Feldstärke (H) in 10 m Abstand	ca. 72,6 $\mu\text{A/m}$ (37,2 dB $\mu\text{A/m}$)

2 Material- und Stückliste

Für den Bau einer Spule (bzw. zweier Spulen im Gesamtprojekt) werden folgende Komponenten benötigt:

1. **Kupferlackdraht:** 2x 100 g Rolle *BLOCK CUL 100/0,63* (liefert 2×28 m, ausreichend für zwei Spulen inklusive Zuleitungsreserve).
2. **Wickelkörper:** Formstabiles Kunststoffrohr (z. B. HT-Rohr DN100 aus dem Baumarkt, Außendurchmesser exakt 110 mm, Berechnungen gelten für Innen- oder Außendurchmesser nahe 100 mm).
3. **Modifikation Platine:** 1x Metallschicht-Widerstand 680 Ω (Bauform 0207 oder SMD, ersetzt den ursprünglichen 1 k Ω Widerstand R_5).

3 Wickelanleitung (Schritt für Schritt)

3.1 Vorbereitung des Wickelkörpers

Markiere auf dem Wickelkörper mit einem feinen Permanentmarker den Startpunkt sowie den Endpunkt im Abstand von exakt **87,5 mm**. Da 70 Windungen des 0,63 mm Drahtes (inkl. Lack ca. 0,65 mm) stramm nebeneinander nur 45,5 mm einnehmen würden, wird die Spule mit einer leichten, gleichmäßigen Steigung gewickelt. Das bedeutet, zwischen den Windungen verbleibt jeweils eine kleine Lücke von ca. 0,6 mm.

3.2 Wickelvorgang

1. Fixiere den Drahtanfang am Startpunkt (z. B. durch zwei kleine Bohrungen im Kunststoffrohr fädeln oder mit Heißkleber/Isolierband sichern). Lass ca. 30 cm Draht für den Anschluss übrig.
2. Wickle nun unter gleichmäßigem Zug exakt **70 Windungen** auf den Körper. Nutze die Markierungen, um die Windungen gleichmäßig auf die Gesamtlänge von 8,8 cm zu verteilen.
3. Fixiere das Drahtende am Endpunkt ebenso sorgfältig und schneide den Draht mit ausreichender Zuleitungslänge ab.

3.3 Abstimmung und Feinjustage

Der große Vorteil dieser Luftspule liegt in der Möglichkeit zur mechanischen Feinabstimmung:

- **Strombegrenzung / Frequenzverschiebung:** Sollten die Endstufentransistoren T_1 (*FZT692B*) und T_2 (*FZT753*) im Betrieb zu heiß werden, kann die Spule künstlich auf 100 mm bis 110 mm **auseinandergezogen** werden. Dadurch sinkt die Induktivität, der Serienkreis verlässt die Resonanz leicht und der Strom sinkt sofort ab.
- **Resonanz-Maximum:** Das exakte Maximum wird erreicht, wenn die Spule präzise die Induktivität aufweist, die den Blindwiderstand des 1 μF Kondensators aufhebt. Dies ist bei einer Wicklungslänge von rund 87,5 mm der Fall.

4 Wichtige Betriebs- und Sicherheitshinweise

Achtung beim Dauerträger-Betrieb: Die SMD-Transistoren im SOT223-Gehäuse führen bei $R_5 = 680\ \Omega$ im Dauerstrich-Betrieb (Dauerträger) erhebliche Verlustleistungen ab. Die Schaltung ist thermisch für den Tastbetrieb (Morsen / CW) optimiert, bei dem das effektive Tastverhältnis bei etwa 50 % liegt. Bei ersten Testläufen ist die Temperaturentwicklung der Transistoren manuell zu prüfen.