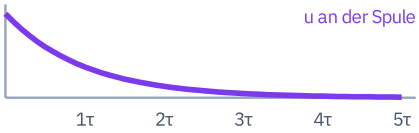
Spule

Induktivität L = μ0 · μr · N² · A / l · Selbstinduktion · X_L = 2πfL · Impedanz · Phase · Ringkern L = N² · A_L

Induktivität

Einheit **Henry** (H = Vs/A). Zylinderspule: **$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot A / l$**. **$L \sim N^2$**: doppelte Windungszahl → 4 × L (12 → 48 μH). Doppelte Länge → halbe L (12 → 6 μH). Stauchen, größerer Querschnitt, ferromagnetischer Kern (Eisen, Kobalt, Nickel) erhöhen L. Cu-/Al-Kern bei HF: L sinkt (Wirbelströme, Feld dringt nicht ein). Jeder Leiter hat Induktivität.

Selbstinduktion



Einschalten: Spannung an der Spule zuerst groß, fällt exponentiell auf 0, Strom steigt verzögert (Lampe hinter Spule leuchtet später). Ausschalten: Spannungsspitze mit umgekehrter Polarität.

Wechselstrom

$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$, steigt mit der Frequenz, Vorzeichen positiv. 3 μH bei 100 MHz: **1 885 Ω**. Bei Wechselspannung kleinerer Strom als bei gleicher Gleichspannung.

Impedanz $Z = \sqrt{(R^2 + X^2)}$, $X = X_L - X_C$, Einheit Ohm. R = X = 100 Ω → 141 Ω. Nicht mit dem Ohmmeter messbar.

Phase: Strom eilt der Spannung um 90° **nach** („Bei der Induktivität kommt der Strom zu spät“). Blindleistung, keine Wärme (ideal).

Ringkern: $L = N^2 \cdot A_L$ · $N = \sqrt{(L / A_L)}$

14 Wdg., A_L 1,5 nH	`196 · 1,5 nH = 0,294 μH`
300 Wdg., A_L 1 250 nH	`90 000 · 1 250 nH = 112,5 mH`
2 mH, A_L 250 nH	`√8 000 ≈ 89 Windungen`
12 μH, A_L 30 nH	`√400 = 20 Windungen`

Praxis

- **HF-Drossel:** Ferritkern (hohe Permeabilität, kaum Wirbelströme), nicht Stahl.
- **Abschirmung:** Spule im leitenden Metallgehäuse (Abschirmbecher).
- **Verluste:** Drahtwiderstand, Skin-Effekt. Güte $Q = X_L / R_S$, $\tan \delta = 1/Q$.
- **Schaltzeichen:** Halbbögen; Eisenkern = Balken, Ferrit = gestrichelter Balken, veränderlich = Pfeil.

Quellen: $\mu_0 = 1{,}2566 \cdot 10^{-6}$ H/m; A_L-Werte nach Herstellerangaben; Rechenbeispiele selbst nachgerechnet; Idee nach 50ohm.de (Spule I und II). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/spule/

Stand November 2026

ÜBUNGSBOGEN

Quiz: Spule

Name: _____

Kreuzen Sie jeweils die richtige Antwort an. Die Lösungen stehen unten auf der Seite.

Ergebnis: ____ / 12

1. In welcher Einheit wird die Induktivität angegeben?

- [ ] **A** Tesla (T)
- [ ] **B** Henry (H)
- [ ] **C** Ohm (Ω)
- [ ] **D** Farad (F)

2. Wie vergrößern Sie die Induktivität einer Zylinderspule?

- [ ] **A** Spule auseinanderziehen
- [ ] **B** die Spule in einen Abschirmbecher setzen
- [ ] **C** einen Kupferkern einführen
- [ ] **D** Spule in Längsrichtung stauchen

3. Spule 1 hat 12 µH. Spule 2 hat gleiche Windungszahl und Fläche, ist aber doppelt so lang. Welche Induktivität hat sie?

- [ ] **A** 3 µH
- [ ] **B** 6 µH
- [ ] **C** 24 µH
- [ ] **D** 48 µH

4. Eine Spule hat 12 µH. Die Windungszahl wird bei gleicher Länge verdoppelt. Wie groß ist L jetzt?

- [ ] **A** 6 µH
- [ ] **B** 48 µH
- [ ] **C** 12 µH
- [ ] **D** 24 µH

5. Welcher Stoff ist bei Raumtemperatur ferromagnetisch?

- [ ] **A** Eisen
- [ ] **B** Aluminium
- [ ] **C** Chrom
- [ ] **D** Kupfer

6. Warum sinkt die Induktivität, wenn ein Kupfer- oder Aluminiumkern in eine HF-Spule geschoben wird?

- [ ] **A** Das HF-Magnetfeld kann nicht in den Kern eindringen, der Feldquerschnitt wird kleiner.
- [ ] **B** Der Kern hat keinen Einfluss auf die Induktivität.
- [ ] **C** Kupfer und Aluminium sind ferromagnetisch.
- [ ] **D** Der Kern schließt die Spule kurz, das Feld verschwindet.

7. Lampe 1 hängt über einen Widerstand, Lampe 2 über eine Spule mit Eisenkern an derselben Spannung. Was passiert beim Einschalten?

- [ ] **A** Beide leuchten gleichzeitig auf.
- [ ] **B** Lampe 1 leuchtet zuerst, Lampe 2 etwas später.
- [ ] **C** Lampe 2 blitzt kurz auf und geht aus.
- [ ] **D** Lampe 2 leuchtet zuerst.

8. Wie ändert sich der Wechselstromwiderstand einer idealen Spule mit steigender Frequenz?

- [ ] **A** Er sinkt.
- [ ] **B** Er steigt.
- [ ] **C** Er bleibt gleich.
- [ ] **D** Er hat bei einer Frequenz ein Minimum.

9. Wie groß ist der Blindwiderstand einer Spule mit 3 µH bei 100 MHz?

- [ ] **A** etwa 1 885 Ω
- [ ] **B** etwa 1,9 Ω
- [ ] **C** etwa 1 885 kΩ
- [ ] **D** etwa 942 Ω

10. Wie verhält sich der Strom in einer idealen Spule zur Spannung?

- [ ] **A** Er ist mit der Spannung in Phase.
- [ ] **B** Er eilt der Spannung um 90° nach.
- [ ] **C** Er eilt der Spannung um 90° voraus.
- [ ] **D** Er eilt der Spannung um 45° nach.

11. Ein Ringkern hat A_L = 250 nH. Wie viele Windungen ergeben 2 mH?

- [ ] **A** 89
- [ ] **B** 3
- [ ] **C** 53
- [ ] **D** 2 828

12. Aus welchem Material sollte der Ringkern einer HF-Drossel bestehen?

- [ ] **A** Kupfer
- [ ] **B** Kunststoff
- [ ] **C** Ferrit
- [ ] **D** Stahl

LÖSUNGEN

1 **B** · Henry (H) = Vs/A.

2 **D** · $L = \mu 0 \cdot \mu r \cdot N^2 \cdot A / l$: l kleiner, L größer.

3 **B** · L ist umgekehrt proportional zur Länge.

4 **B** · $L \sim N^2$: doppelt so viele Windungen, viermal so viel L.

5 **A** · Unter den reinen Elementen: Eisen, Kobalt, Nickel.

6 **A** · Wirbelströme halten das Feld aus dem Kern heraus.

7 **B** · Die Selbstinduktion verzögert den Stromanstieg in der Spule.

8 **B** · $X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$.

9 **A** · $6{,}28 \cdot 10^8$ Hz $\cdot\ 3 \cdot 10^{-6}$ H = 1 885 Ω.

10 **B** · Bei der Induktivität kommt der Strom zu spät.

11 **A** · $N = \sqrt{(L / A_L)} = \sqrt{(2\,000\,000\ \text{nH} / 250\ \text{nH})} = \sqrt{8\,000} \approx 89$.

12 **C** · Hohe Permeabilität und geringe Wirbelstromverluste.

Quellen: $\mu 0 = 1{,}2566 \cdot 10^{-6}$ H/m; A_L-Werte nach Herstellerangaben; Rechenbeispiele selbst nachgerechnet; Idee nach 50ohm.de (Spule I und II). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/spule/

Stand November 2026