

E5 Induktionsgesetz

Physikalische Grundlagen

Wird eine Leiterschleife (mit N Windungen) in ein Magnetfeld hinein- oder herausbewegt, wird in ihr eine elektrische Spannung induziert. Das zeitliche Integral der Spannung, der Spannungstoß, ist dabei nur von der Änderung des magnetischen Flusses Φ abhängig.

$$\int U dt = N \cdot \Delta\Phi \quad (1)$$

Der magnetische Fluss ist das Integral des Magnetfeldes \vec{B} , auch magnetische Flussdichte genannt, über die Fläche \vec{A} der Leiterschleife.

$$\Phi = \int \vec{B} d\vec{A} \quad (2)$$

Für ein räumlich konstantes Magnetfeld gilt

$$\Phi = BA \cos \alpha \quad (3)$$

mit α dem Winkel zwischen Magnetfeld und der Flächennormale der Leiterschleife.

Zur experimentellen Untersuchung der obigen Beziehungen wird ein räumlich homogenes Magnetfeld benötigt. Solche Felder findet man in einer Spulenanordnung nach Helmholtz (Abb.1). Diese besteht aus zwei identischen flachen Zylinderspulen mit der Windungszahl N_H , die sich parallel und koaxial im Abstand ihres Radius R gegenüberstehen.

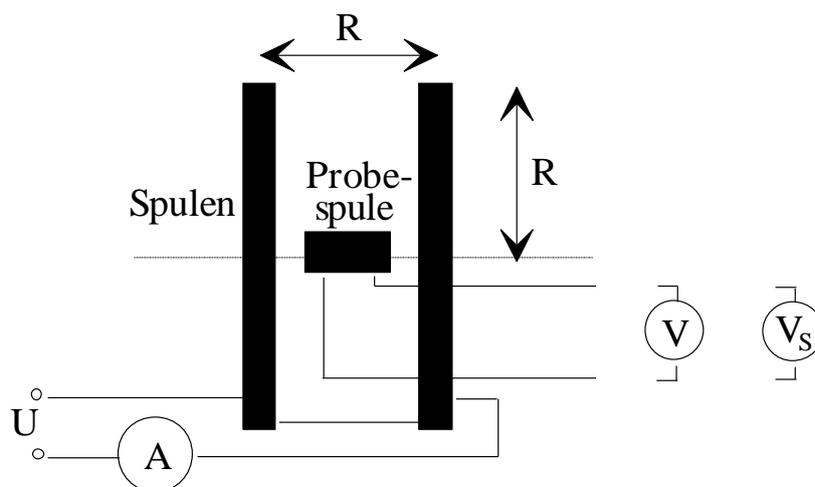


Abb.1 Helmholtzspulenanordnung

Werden die Spulen vom Strom I durchflossen, entsteht ein Magnetfeld, das im Zentrum (und näherungsweise im gesamten Raum zwischen den Spulen) den Wert

$$B = \mu_0 \cdot 0,716 \frac{N_H}{R} I \quad (4)$$

hat. $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{Vs/Am}$ ist die magnetische Feldkonstante.

Versuchsvorbereitung

- Aussagen des Induktionsgesetzes
- Wovon hängt der magnetische Fluss durch eine Leiterschleife in einem homogenen Magnetfeld ab?
- Verlauf der magnetischen Feldlinien um einen stromdurchflossenen Leiter, eine Spule, eine Helmholtzspulenordnung und einen Stabmagneten
- Effektivwerte von Strömen und Spannungen
- Halleffekt

Aufgaben

- Messen und berechnen Sie das Magnetfeld im Zentrum der Helmholtzspulenordnung in Abhängigkeit von der Stromstärke. Stellen Sie die Abhängigkeiten grafisch dar!
- Messen Sie das Magnetfeld entlang der Achse und in Abhängigkeit des Abstandes von der Achse der Helmholtzspulenordnung. Geben Sie die prozentualen Abweichungen zum Feld im Zentrum der Helmholtzspulen an.
- Berechnen Sie den Induktionsspannungsstoß in Abhängigkeit von der Stromstärke in den Feldspulen, wenn eine Induktionsspule mit bekannten Parametern in das Feld gebracht oder herausgenommen wird! Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse messtechnisch! Dazu kann der Induktionsspannungsstoß mit einem speziellen Messgerät direkt gemessen werden.

Beobachten Sie was geschieht, wenn die Spule schnell oder langsam bewegt wird, im Feld gedreht wird oder verdreht ins Feld gebracht wird!
- Bestimmen Sie die Windungszahl einer unbekanntenen Spule aus dem Induktionsspannungsstoß!
- Betreiben Sie die Helmholtzspule mit Wechselstrom. Messen und berechnen Sie den Effektivwert der in einer Probespule induzierten Wechselspannung. Hinweis: Setzen Sie den zeitabhängigen Strom $I(t) = I_{eff} \sqrt{2} \sin 2\pi ft$ in (4) ein, und berechnen Sie nach dem Induktionsgesetz (Differentiation von (1)) die induzierte Spannung.