

Das Magnetfeld einer Spule

Bestimmung der magnetischen Feldkonstanten μ_0

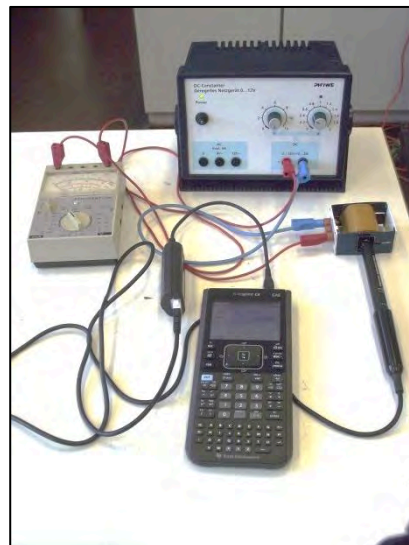
In diesem Experiment wird der proportionale Zusammenhang zwischen der magnetischen Flussdichte im Innern einer langen, von Strom durchflossenen Spule und der Stromstärke nachgewiesen. Außerdem ist es möglich, die magnetische Feldkonstante quantitativ abzuschätzen.

Die Bestimmung solcher Konstanten spielt im Unterricht eine wichtige Rolle. Die magnetische Feldkonstante wurde bisher häufig nur im Leherdemonstrations-experiment ermittelt. Ähnliches gilt für den Nachweis der Zusammenhänge zwischen der magnetischen Flussdichte im Innern einer Spule und der Windungszahl, der Stromstärke bzw. der Länge. Das lag vor allem daran, dass die Schülerinnen und Schüler nicht über die erforderliche Messtechnik verfügten. Mit dem Magnetic Field Sensor steht eine Schülerhallsonde zur Verfügung, die auch bei weiteren Schülerversuchen (z. B. Induktion) verwendet werden kann.

Geräte

- Spule mit ca. 1000 Windungen aus Schülerexperimentiersatz
- (Taschen-)Computer mit Messwerterfassung (hier TI-Nspire™ CAS mit Vernier EasyLink®)
- Hallsonde (z. B. Magnetic Field Sensor, MG-BTA)
- Ampèremeter (Drehspulmessgerät)
- Kleinspannungsnetzteil

Versuchsaufbau



Versuch mit TI-Nspire™

Versuchsdurchführung

Zunächst wird ein einfacher Stromkreis mit der Spule und dem Ampèremeter aufgebaut und der Sensor der Hallsonde im Spuleninnern positioniert. Die Spannung am Netzgerät wird schrittweise erhöht. Dabei werden Stromstärke und magnetische Flussdichte gemessen.

Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 25 min (mit Auswertung)

Einstellungen

- Messmodus: EVENTS WITH ENTRY (Ereignisse mit Eingabe)
- Abstand zweier Messungen: z. B. 20 mA
- Hallsonde: Messbereich 6,4 mT, im Spuleninneren Nullpunkt einstellen

Hinweise

Der hier beschriebene Versuch verbindet Messungen mit analogen Messgeräten und digitalen Messwerterfassungs- und Auswertungssystemen. Er eignet sich daher als Einstiegsversuch zu dieser Thematik, da auch der Versuchsaufbau sehr einfach und übersichtlich gehalten ist. Bei Verwendung des TI-Nspire™ CX CAS mit LabCradle™ oder des Voyage™ 200 mit CBL 2™ kann zur gleichzeitigen Messung von Flussdichte und Stromstärke anstelle des Ampèremeters auch ein Stromsensor (z. B. Current Probe, DCP-BTA) verwendet werden. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass eine Stromstärke von 600 mA nicht überschritten wird. Alternativ zum Stromsensor lässt sich die Stromstärke auch indirekt über den Spannungsabfall an einem geeigneten Widerstand mithilfe des Spannungssensors (z. B. Voltage Probe, VP-BTA) bestimmen.

Tipps und Tricks

1. Die Sonde sollte möglichst axial in der Spule positioniert werden (siehe Abbildung zum Versuchsaufbau).
2. Bei der Verwendung von Magnetfeldsonden älterer Bauart (erkennbar an dem angeschlossenen Verstärker) muss beachtet werden, dass die Hallsonde hier seitlich angeordnet ist. Das hat zur Folge, dass diese Sonden vor der Spule positioniert werden müssen (siehe folgende Abbildungen).

Somit befindet sich der Sensor nicht mehr im homogenen Bereich des Magnetfelds, so dass größere Abweichungen zu erwarten sind.

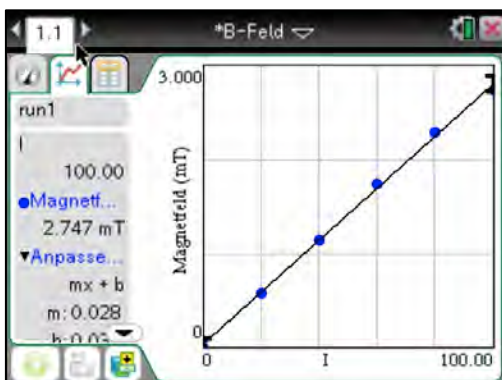


Hallsonde, alte Bauart



Position dieser Hallsonde

Auswertung



B(I)-Diagramm

Der proportionale Zusammenhang zwischen der Flussdichte und der Stromstärke ist im Diagramm deutlich erkennbar (auch ohne Auffinden einer Ausgleichsgeraden). Die Bestimmung der magnetischen Feldkonstanten über $\mu_0 = \frac{B \cdot l}{\mu_r \cdot I \cdot n}$ liefert gute Ergebnisse, hier mit einer Abweichung von unter 10 % gegenüber dem Tabellenwert.