

Schülerlabor

Versuch: GS5

Messung von magnetischen Feldern

Grundlagen:

Um jeden stromdurchflossenen Leiter existiert ein magnetisches Feld. Die **magnetische Feldstärke H** hängt von der Stromstärke I und dem Abstand r zum Leiter ab.

Es gilt : $H = I / 2\pi r$. Die Maßeinheit der magnetischen Feldstärke ist A/m.

Eine weitere Größe zur Beschreibung magnetischer Felder ist die **magnetische Induktion oder Flussdichte B** .

Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Feldgrößen ist:

$B = \mu_0 \mu_{rel} H$, mit der Maßeinheit Vs/m², abgekürzt Tesla.

Hierbei ist μ_0 die absolute magnetische Feld- oder Induktionskonstante. Sie hat den Wert:

$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ Vs/Am}$, μ_{rel} wird die relative Permeabilitätszahl genannt.

Im Vakuum und näherungsweise in Luft ist $\mu_{rel} = 1$ und daher

$$B = \mu_0 H.$$

Im Inneren einer Spule mit der Windungszahl N und der Länge l ist

$$B = \mu_0 I N / \sqrt{l^2 + d^2}$$

Für eine **lange Spule** ($l \gg d$) gilt :

$$B = \mu_0 I N / l.$$

Einige Stoffe verursachen eine erhebliche Erhöhung der Induktion, wenn sie in ein magnetisches Feld gebracht werden. Zu diesen **ferromagnetischen Stoffen** gehören Eisen, Stahl, Neodym und verschiedene Legierungen.

Die **relative Permeabilitätszahl μ_{rel}** gibt an, auf das Wievielfache die Induktion sich erhöht, wenn dieser Stoff in das Magnetfeld gebracht wird.

Hallsonde

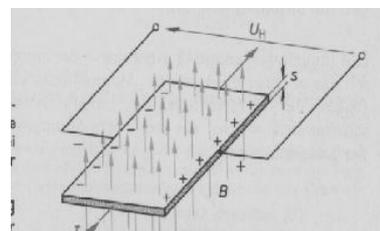
Für die Messung der magnetischen Feldgrößen nutzt man den **Halleffekt**. Fließt durch eine dünne Platte aus Metall oder einem Halbleitermaterial ein Strom I , so werden die Strombahnen zu kreisförmigen Bahnen abgelenkt, wenn ein Magnetfeld senkrecht auf die Leiterplatte einwirkt.

Dadurch entsteht an zwei gegenüberliegenden Punkten der Leiterbahn ein Potentialunterschied, den man **Hallspannung** nennt. Die Hallspannung ist der Stärke des Steuerstromes I_{steuer} , der durch die Leiterbahn der **Dicke s** fließt und der Stärke des senkrecht wirkenden **Magnetfeldes B** proportional.

$$\text{Es gilt: } U_H = R_H I_{steuer} B / s.$$

Hierbei bedeutet R die Hallkonstante, die von den elektrischen Eigenschaften des Materials der Hallsonde abhängt.

Bild 1 Entstehung der Hallspannung



Versuchsaufgaben:

1. Untersuchen Sie an einer langen Spule die Abhängigkeit der Hallspannung U_H von der Stärke des Spulenstromes I_{sp} .

2. Berechnen Sie für verschiedene Werte der Spulenstromstärke I_{sp} die Werte der magnetischen Induktion der langen Spule und stellen Sie die Abhängigkeit der gemessenen Hallspannung von der errechneten Induktion B grafisch dar.

Ermitteln Sie aus dem Anstieg der grafischen Darstellung die Apparatekonstante $k = B / U_H$. Hiermit können Sie bei den folgenden Versuchen den Wert der Induktion angeben, wenn die Hallspannung gemessen wurde. Es ist $B = U_H \cdot k$.

3. Messen Sie bei **konstantem Wert der Spulenstromstärke** von $I_{sp} = 0,5$ A die Hallspannungen bei **unterschiedlichen Windungszahlen N** .

Stellen Sie die Abhängigkeit der gemessenen Hallspannung für verschiedene Windungszahlen grafisch dar. Ergebnis?

4. Messen Sie die Induktion an der Öffnung einer Spule, durch die ein Spulenstrom von $I_{sp} = 0,1$ A fließt,
 a) ohne, b) mit einem geschlossenem Eisenkern.

Schätzen Sie den Wert der relativen Induktionskonstanten $\mu_{rel} = B_{mit} / B_{ohne}$ ab.

5. Messen Sie die Induktionswerte an den Polen von Dauermagneten.

zu 1.

Tabelle 1 Zusammenhang von berechnetem Induktionswert B und gemessener Hallspannung U_H .

U_H									
I_{sp}									
$B_{berechnet}$									

Tabelle 2 Hallspannung U_H und Induktionswert B bei verschiedenen Windungszahlen der Spule

Windungszahl N	100	200	300	400	500	600	700
Hallspannung/mV							
Induktion /mT							

Versuchszubehör:

Spule mit wählbarer Windungszahl

Hallsonde mit Verstärker

Stromstärkemessgerät

Spannungsmessgerät

Gleichspannungsquelle

Spule mit einsetzbaren Eisenkern

Magnetfeldmessgerät

Versuchshinweise:

1. Schließen Sie die Spule und das Stromstärkemessgerät an die Gleichstromquelle an. Wählen Sie den Messbereich von 1 A =.

2. Führen Sie die Hallsonde in den Spulenkörper ein.

Schließen Sie das Spannungsmessgerät an die Ausgangsbuchsen des Verstärkers für die Hallspannung an. Wählen Sie einen Messbereich von 100 mV=.

Stellen Sie, falls erforderlich, den Nullpunkt des Messgeräts mit dem Regler am Verstärker ein.

3. Erhöhen Sie die Stromstärke für den Spulenstrom in Schritten von 0,1 A und messen Sie die Hallspannung.

Tragen Sie die Messwerte in die Tabelle 1 ein. Stellen Sie die Abhängigkeit $U_H(B_{\text{berechnet}})$ grafisch dar. Sie erhalten so eine Kalibrierkurve für die Hallsonde, die Sie bei weiteren Messungen zur Ermittlungen von Induktionswerten aus der gemessenen Hallspannung verwenden können.

Bestimmen Sie die Apparatkonstante k . aus dem Verhältnis von Induktion. und Hallspannung.

4. Verbinden Sie die Spule, für die ein Eisenkern vorgesehen ist, mit der Gleichstromquelle und stellen Sie eine Stromstärke von $I = 0,1$ A ein.

Messen Sie die Hallspannung an der Spulenöffnung zunächst ohne Eisenkern und dann mit einem geschlossenen Eisenkern.

Für diese Messung kann das Magnetfeldmessgerät mit tangentialer Messsonde verwendet werden. Lassen Sie sich seine Anwendung durch den Betreuer erklären.

Bild 2 Versuchsanordnung



Versuchsanordnung

