

IK Induktion

1. Problem

Dieser Versuch hat im Wesentlichen zwei Ziele: Zum einen sollen Sie sich einen grundlegenden physikalischen Effekt – die Induktion – genauer anschauen. Dabei werden Sie auf den Zusammenhang zwischen dem von einer Spule erzeugten Magnetfeld \vec{H} und der magnetischen Induktion \vec{B} stoßen. Außerdem sollen Sie den Umgang mit Strom- und Spannungsmessern kennenlernen.

2. Vorbereitung

Stichworte: Magnetfelder: Erzeugung von Magnetfeldern, Gesetz von Biot-Savart; Induktion: Induktionsspannung, magnetischer Fluss, magnetische Flussdichte, Lenzsche Regel, Selbstinduktion; Zusammenhang zwischen \vec{B} und \vec{H} : Induktionskonstante μ_0 , Magnetisierung \vec{M} .

Literatur:

Demtröder II Kapitel 3 (Vor allem 3.2) und 4 (Insbesondere 4.1 bis 4.3)

Fragen:

- Wie misst man Strom und Spannung? Was passiert, wenn man beides gleichzeitig messen möchte?
- Wie hängen \vec{B} und \vec{H} zusammen?
- Wie sieht das Magnetfeld einer Spule aus? (Skizze)
- Welcher physikalische Effekt führt bei der unten unter „Achtung“ beschriebenen Situation dazu, dass der Stromgenerator durchbrennt?
- Ergänzen Sie die fehlenden Kabel und das Voltmeter sowie das Amperemeter in Abbildung IK.1.

3. Aufbau

Der Aufbau dieses Versuches ist denkbar einfach (s. Abb. IK.1): Im Prinzip sind nur zwei Spulen nötig: Die erste (die Feldspule) erzeugt ein magnetisches Feld. Diese Spule wird an einen Dreiecksstromgenerator angeschlossen. Er liefert einen Strom, der mit konstanter Geschwindigkeit von 0 A auf 5 A anwächst und wieder abfällt. Diese Geschwindigkeit lässt sich einstellen. Um den Verlauf des Stromes anschauen zu können, müssen Sie in diesem Stromkreis zusätzlich die Stromstärke messen!

Um die Feldspule herum ist eine zweite Spule angebracht: die Induktionsspule. Wenn sich der Strom in der Feldspule ändert, wird hier eine Spannung induziert. Diese messen Sie mit

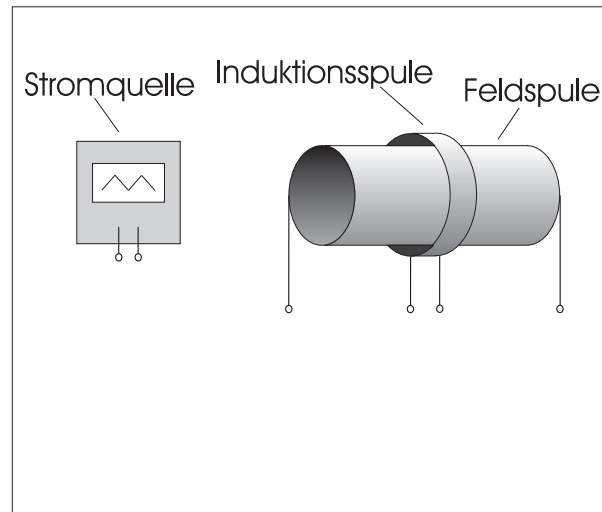


Abbildung IK.1: Aufbau

dem Voltmeter. Die Induktionsspule kann längs der Feldspule verschoben werden, um die Abhängigkeit des Flusses von der Position zu messen.

Achtung: Wenn der Stromgenerator abgestellt wird, während er gerade einen hohen Strom liefert, so fällt der Strom in der Feldspule sehr schnell von 5 A auf 0 A ab. Der schnelle Feldabfall sorgt dafür, dass hohe Spannungen induziert werden. Frage: Wo werden Spannungen induziert, und was für Konsequenzen hat das? Wie lässt sich das Problem vermeiden?

Daten zur Feldspule:

Länge:	$L = 90,0 \text{ cm}$
mittlerer Durchmesser	$D = 9,0 \text{ cm}$
Windungszahl	$N_{\text{Feldsp}} = 655$
Feld in der Mitte der Spule:	$B = \mu_0 \cdot \frac{I \cdot N}{\sqrt{L^2 + D^2}}$
Fluss in der Mitte der Spule:	$\Phi = \mu_0 \cdot \frac{I \cdot N}{\sqrt{L^2 + D^2}} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2$

Daten zur Induktionsspule:

Länge:	$L = 1 \text{ cm}$
Windungszahl:	$N_1 = 1600$ mit Anzapfungen bei 400 und 800 Windungen
Durchmesser:	$D_{\text{innen}} = 9,8 \text{ cm}$ $D_{\text{ausen}} = 10,2 \text{ cm}$

4. Durchführung

Vor der eigentlichen Messung muss der Dreieckstromgenerator kalibriert werden. Dazu stellen sie den Generator zunächst auf einen langsamen, dann auf einen mittleren und zuletzt auf einen schnellen Stromanstiegswert. Jedes Mal messen Sie die Zeit, die der Strom braucht,

um von 0,5 A auf 4,5 A anzusteigen. Zeichnen Sie gleich nach der Messung eine Eichkurve mit der Stromanstiegsgeschwindigkeit abhängig von der Einstellung des Dreiecksstromgenerators.

1. Induktionsspannung:

- (a) Stellen Sie die Induktionsspule in die Mitte der Feldspule und messen Sie die Induktionsspannung bei 20 verschiedenen Stromanstiegsgeschwindigkeiten.
- (b) Die magnetische Flussdichte \vec{B} hängt nicht nur von dem von der Spule erzeugte Magnetfeld \vec{H} ab, sondern auch von der Magnetisierung \vec{M} des Materials in der Spule. Überzeugen sie sich davon, indem sie z.B. einen Schlüsselbund in die Feldspule einführen.

2. Magnetfeld der Spule:

In der Mitte der langen Spule ist das Magnetfeld ungefähr homogen. Der Fluss durch die Induktionsspule ändert sich daher bei kleinen Abweichungen von der Mittelposition nur wenig. Anders am Ende der Spule: Hier fällt der Fluss bei zunehmender Entfernung von der Mitte rapide ab. Diesen Abfall sollen Sie messen. Stellen Sie dazu die Stromanstiegsgeschwindigkeit auf ihren maximalen Wert. Messen sie die Induktionsspannung in Abhängigkeit der Position der Induktionsspule. Denken Sie daran, auch über das Spulenende hinaus zu messen. Ca. 20 Punkte in sinnvollem Abstand ergeben eine schöne Kurve (Bevor Sie mit der eigentlichen Messung beginnen, sollten Sie ausprobieren, in welchem Bereich es sich lohnt zu messen und wo Sie die Messpunkte am dichtesten setzen.).

5. Auswertung

1. Zeichnen Sie ein Diagramm mit der Induktionsspannung pro Wicklung der Induktionsspule in Abhängigkeit der Stromanstiegsgeschwindigkeit. Bestimmen Sie aus der Steigung einer Ausgleichsgeraden und den Geometriedaten der Feldspule die Induktionskonstante μ_0 . Schätzen Sie die Messunsicherheit ab und diskutieren Sie das Ergebnis.
2. Erstellen Sie ein Diagramm mit der Induktion in Abhängigkeit der Position der Induktionsspule. Markieren Sie darin auch das Spulenende. Entspricht die Messung Ihren Erwartungen?