

<i>Gruppe :</i> <i>Namen , Matrikel Nr.:</i>	<h1>HS D</h1> <p>Hochschule Düsseldorf Fachbereich EI Physikalisches Praktikum</p>	<i>Versuchstag:</i> <i>Vorgelegt:</i> <u>Testat</u> :
---	--	--

V 401 : Induktion

Zusammenfassung:

<i>Gruppe :</i>	<h1>HS D</h1> <p>Hochschule Düsseldorf Fachbereich EI Physikalisches Praktikum</p>	<i>Korrigiert am:</i>
-----------------	--	-----------------------

1. Korrektur

2. Korrektur

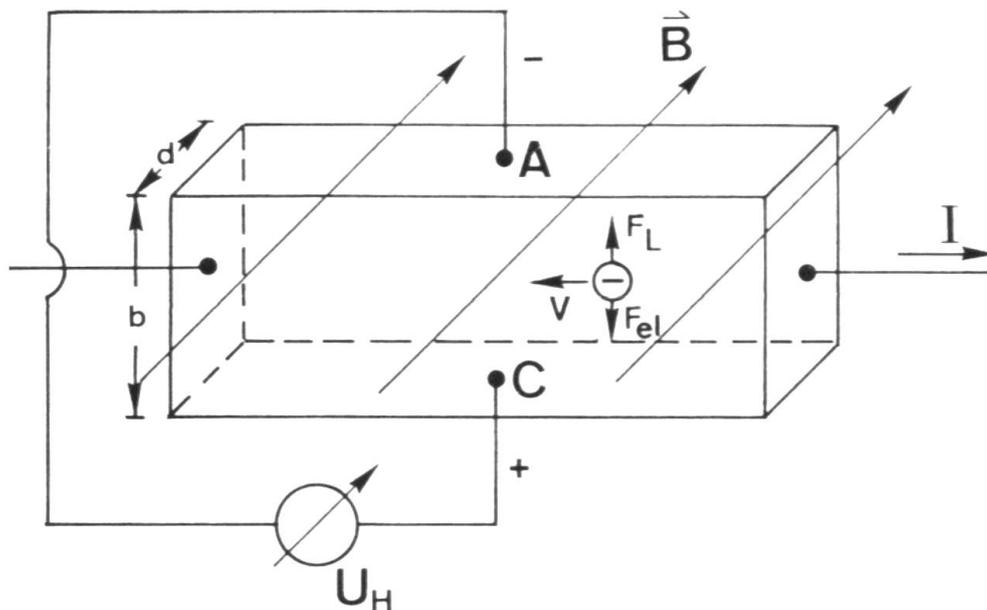
3. Korrektur

Stichworte zur Vorbereitung:

- Magnetfeld, Flussdichte, magnetischer Fluss
- Magnetische Feldkonstante
- Induktionsgesetz
- Halleffekt

Zum Halleffekt:

Die magnetische Flussdichte B wird in dem Versuch mit einer Hallsonde gemessen. Wird ein vom Strom I durchflossenes Leiterplättchen senkrecht von den Feldlinien eines magnetischen Feldes durchsetzt, so werden zunächst die freien Ladungsträger durch die Lorentzkraft F_L zum Punkt A hin abgelenkt (Halleffekt)

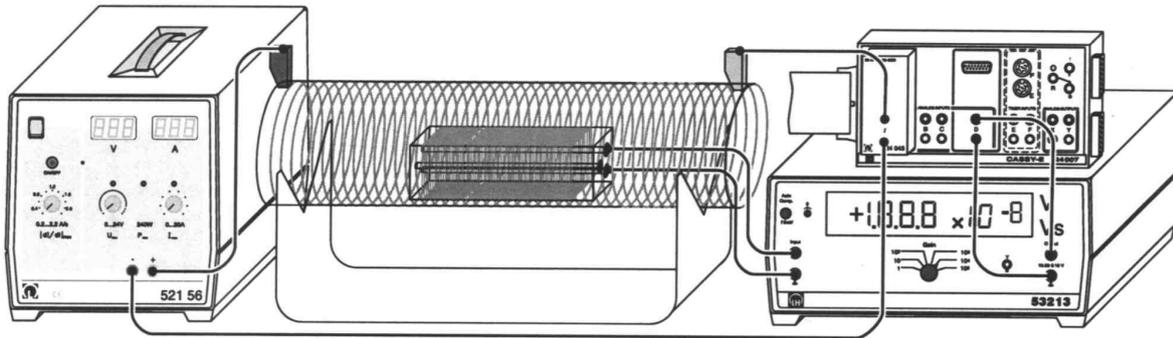


Die Herleitung zeigt, dass bei konstanter Stromstärke I die zwischen A und C entstehende Spannung U_H (Hallspannung) proportional ist zur magnetischen Flussdichte B :

$$U_H = \frac{I}{neb} B$$

(n = Anzahl der freien Ladungsträger, Größenordnung $10^{23} / \text{cm}^3$ bei Metallen wie z.B. Kupfer, bei dotierten Halbleitern $n \approx 10^{14} / \text{cm}^3$; e = Ladung eines Elektrons)

Versuchsaufbau (schematisch) :



3 Grundlagen

Spannungen und Ströme, die durch Veränderung von Magnetfeldern entstehen, nennt man Induktionsspannungen bzw. Induktionsströme, den Vorgang selbst magnetische Induktion. Befindet sich in einem Magnetfeld eine Leiterschleife, so ist der sie durchsetzende magnetische Fluss

$$\Phi = B A \quad (I)$$

A ist dabei die von der Leiterschleife umschlossene Fläche, die sich senkrecht zum Magnetfeld befindet. (genauer: $\Phi = \int_A B dA$)

Ändert sich das Magnetfeld nicht, dann bleibt auch der magnetische Fluss Φ konstant. Bei zeitlicher Änderung des Magnetfeldes und somit des magnetischen Flusses durch die Spulenfläche wird in der Spule eine Spannung und somit ein Strom induziert, deren Stärke und Richtung von der Art dieser Änderung abhängen.

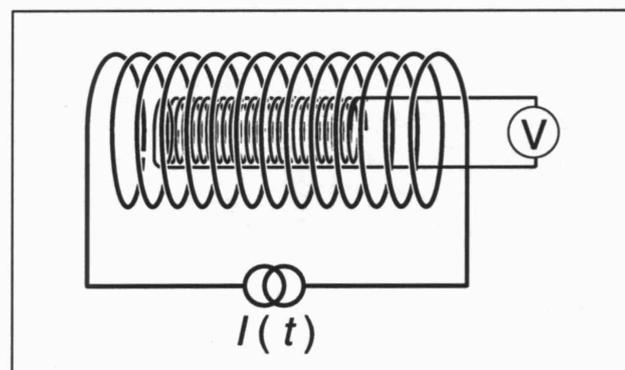
Es gilt das Induktionsgesetz

$$U = -N_2 \frac{d\Phi}{dt} \quad (II)$$

(N_2 ist dabei die Windungszahl der inneren Spule).

Aus (I) und (II) folgt:

$$U = -\frac{dB}{dt} AN_2 \quad (III)$$



Andererseits erzeugt ein elektrischer Strom ein Magnetfeld, z. B., wenn eine Spule von einem Strom I durchflossen wird. Für das Magnetfeld im Inneren einer großen Zylinderspule gilt:

$$B = \mu_0 H = \mu_0 \frac{N_1}{l} I \quad (\text{IV})$$

N_1 : Windungszahl der (äußeren) Feld - Spule, l : Länge der (äußeren) Spule,

$\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$: magnetische Feldkonstante

Im Versuch wird eine große Zylinderspule als Feldspule von einem sich ändernden Strom I durchflossen, durch den in ihrem Inneren ein sich änderndes Magnetfeld $B(t)$ entsteht. In diese Feldspule werden (rechteckige) Induktionsspulen unterschiedlicher Flächen und Windungszahlen gebracht. In diesen Induktionsspulen wird eine Spannung U induziert, die sich gemäß (III) und (IV) berechnen lässt aus:

$$U = -\frac{dI}{dt} A \frac{N_2 N_1}{l} = -\frac{dI}{dt} L \quad (\text{V})$$

Die induzierte Spannung ist also proportional zur zeitlichen Änderung $\frac{dI}{dt}$ des Feldspulenstromes I , mit ‚L‘ bezeichnet man die Induktivität einer Spule.

Es stehen drei Induktionsspulen mit jeweils 300 Windungen zur Verfügung:

Spule 1 mit dem Querschnitt $50 \times 50 \text{ mm}^2$,

Spule 2 mit $30 \times 50 \text{ mm}^2$, und

Spule 3 mit $20 \times 50 \text{ mm}^2$,

Außerdem hat Spule 1 zusätzliche Abgriffe bei 100 und 200 Windungen.

Versuchsdurchführung:

A. Gleichstrom:

1. $B = f(I)$ (= Stromabhängigkeit!) ¹

Die Hallsonde wird in der Mitte der Feldspule positioniert, der Strom von 0 – 10 A in Schritten von 1 A gesteigert. Die Hallsonde muss zuvor abgeglichen werden. Lassen Sie sich das vom Betreuer zeigen.

2. $B = f(l)$ (= Wegabhängigkeit – siehe Fußnote ¹)

Die Hallsonde wird in der Spulenmitte positioniert, der Spulenstrom beträgt 5 A. Fahren Sie in 2 - cm - Schritten aus der Spule heraus, bis die Feldstärke auf weniger als 10 % des Anfangswertes abgesunken ist.

Nehmen Sie die Hallsonde vorsichtig aus der Halterung und verfolgen den Feldlinienverlauf außerhalb der Spule. Achten sie auf den Vorzeichenwechsel und skizzieren qualitativ den Feldlinienverlauf.

B. Wechselstrom:

3. $U_{\text{ind}} = f(B)$

Spule Nr. 1 wird in die Feldspule gelegt. Die Induktionsspannung soll daran gemessen werden. Dazu wird am Signalgenerator ein sinusförmiges Ausgangssignal ausgewählt ($f = 200$ Hz) und über den Leistungsverstärker der Feldspule zugeführt. Die Ausgangsspannung des Signalgenerators wird von 0...5V variiert (aufpassen, dass der Leistungsverstärker nicht übersteuert wird!) Mittels der Hallsonde, die dann aber von = auf ~ umgestellt werden muss, können Sie die Feldstärke kontrollieren.

4. $U_{\text{ind}} = U(f)$

Es soll die Induktionsspannung in Abhängigkeit von der Frequenz f dargestellt werden. Dazu wird B konstant gehalten ($B = 0,5$ mT), $f = 50...500$ Hz.

Auswertung:

- Tragen Sie die Messwerte graphisch auf (mm-Papier!).
- Interpretieren Sie Ihr Ergebnis unter Bezugnahme auf das Induktionsgesetz!

¹ **Bitte beachten: I (=Strom!) und l (= Weg) !!**
Physikalisches Praktikum BA
Versuch: Induktion