

In Kapitel 2.3 haben wir die magnetische Flussdichte B über die Kraftwirkung, die ein stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld erfährt, eingeführt. Dies ist sowohl unhandlich, als auch empfindlich hinsichtlich Messfehlern, für die technische Anwendung also ungeeignet.

Strom durchsetzt ein breites Metall-Plättchen, das senkrecht von einem Magnetfeld durchsetzt wird. Stelle im ersten Bild mittels Vektorpfeil die auftretende Kraft dar und zeichne eine Bahnkurve der Ladung.

Welche Bahn könnte ein Elektron durchlaufen, dass sich im oberen Bereich des Plättchens befindet?
(zweites Bild) → Lösung 1 und 2

Was bedeutet dies für die Ladungssituation an der Ober- und Unterkante des Plättchens, nachdem der Strom eine Weile geflossen ist. Stelle diese Situation im dritten Bild farbig dar! Welche zusätzliche Kraft wirkt jetzt auf die nachfolgenden Elektronen? Zeichne das Kräftepaar ein für den Fall, dass diese Ladung das Band in gerader Linie durchläuft.

Was für ein Messgerät muss man an Ober- und Unterkante des Plättchens anschließen, um die Ladungssituation messtechnisch zu erfassen?
→ Lösung 3 und 4

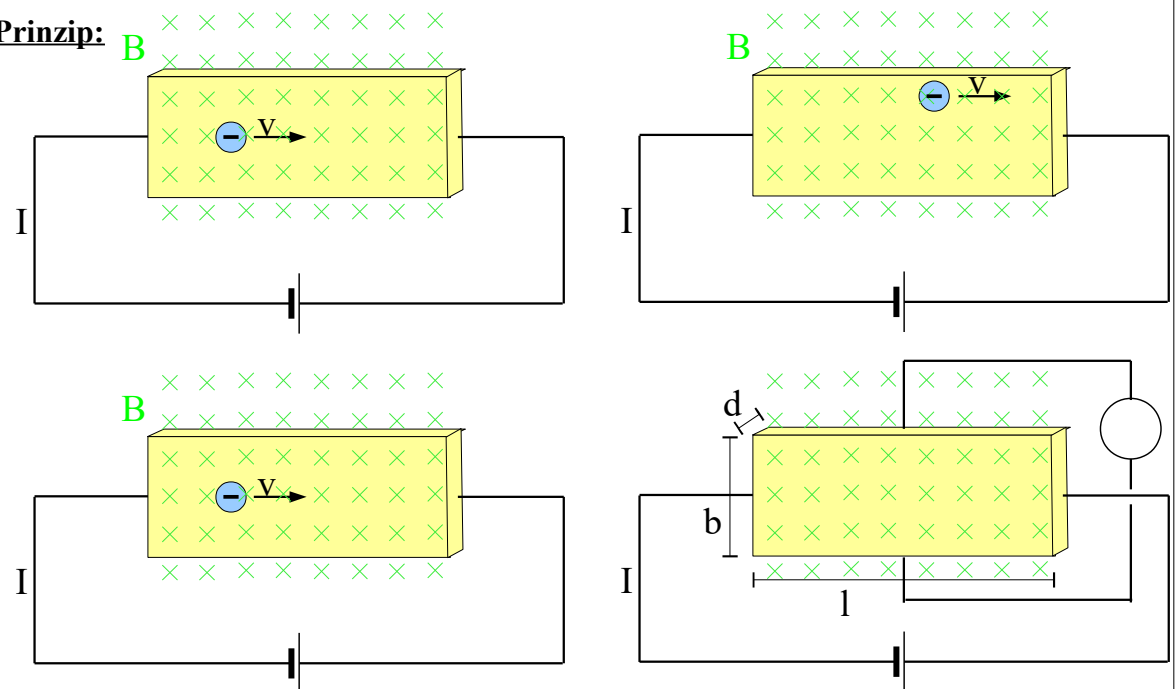
Stelle eine Gleichung für das eingezeichnete Kräftegleichgewicht auf und leite daraus eine Formel für die Hallspannung in Abhängigkeit von Flussdichte B , Teilchengeschwindigkeit v und Plättchenbreite b her.
(Lösung)

3.8 Der Halleffekt

Zweck:

Magnetische Flussdichten messen wir in allen technischen Anwendungen mit Hilfe von Messsonden, die auf dem sogenannten Halleffekt beruhen.

Prinzip:



Im Versuch messen wir mit Hilfe eines empfindlichen Voltmeters die Hallspannung an einem Wismutplättchen, ein regelbares Magnetfeld wird mit Hilfe eines Elektromagneten erzeugt.

Foto und Zeichnung des Versuches finden sich auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre – Bewegte Ladungen in Feldern – Halleffekt Grundwissen**.

Notiere die Messwerte und stelle Sie in einem $B-U_H$ -Diagramm dar. Inwieweit steht das Messergebnis in Übereinstimmung mit der hergeleiteten Formel?

Versuch:

Wismutprobe, $I = 4,0 \text{ A}$

B in mT	U_H in μV
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	



Die Geschwindigkeit der Elektronen ist messtechnisch nicht erfassbar, stattdessen messen wir die Stromstärke, die ja als Messgröße die Ladungsbewegung quantifiziert. Folgende Herleitung ersetzt die Teilchengeschwindigkeit v durch die Stromstärke I . Dabei wird als neue Größe die Ladungsträgerdichte $n = \frac{N}{V}$ eingeführt, die die

Anzahl der Ladungen pro Volumen angibt. Ihr Wert ist abhängig vom Material des verwendeten Plättchens. (Bemäßung des Plättchens siehe vorherige Seite) **Berechne aus unserem letzten Messwert die Hallkonstante für Wismut. Die Plättchendicke beträgt bei unserer Probe 2,0 mm.**

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t} = \frac{n \cdot V \cdot e}{t} = \frac{n \cdot b \cdot d \cdot l \cdot e}{t} = n \cdot b \cdot d \cdot v \cdot e \rightarrow v = \frac{I}{n \cdot b \cdot d \cdot e}$$

\uparrow $V = b \cdot d \cdot l$ \uparrow $v = \frac{l}{t}$ mit Ladungsträgerdichte $n = \frac{N}{V}$

eingesetzt in (1): $U_H = \frac{I}{n \cdot b \cdot d \cdot e} \cdot B \cdot b$

$$U_H = \frac{1}{n \cdot e} \cdot \frac{I \cdot B}{d} \quad \text{wobei Hallkonstante } R_H = \frac{1}{n \cdot e} \quad \text{materialabhängig (tabelliert)}$$

Selbst-Check:

- Kräfte auf Ladungen im Hallplättchen
- Ladungstrennung und Kräftegleichgewicht
- Hallspannung und Hallkonstante

Abituraufgaben zum Thema gibt's auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre – Bewegte Ladungen in Feldern – Halleffekt Aufgaben**.