

# Trägheitsmoment

Versuch V101

10. März 2017

# 1 Zielsetzung

Im dem Versuch soll der Hall-Effekt durch Messung der Hall-Spannung experimentell untersucht werden.

## 2 Theorie

### 2.1 Leitfähigkeit

Festkörper besitzen nach der Quantenmechanik und dem Pauli-Prinzip Energiebänder. Bei den Energiebändern unterscheidet man zwischen Valenz- und Leiterband. Elektronen, die sich auf dem *Valenzband* befinden, können weder Energie aufnehmen noch abgeben. Hingegen können sich Elektronen auf *Leiterbändern* frei bewegen (es kann also Strom fließen). Nur bei sogenannten *Leitern* ist der Abstand zwischen Valenzband und Leiterband so klein, dass Elektronen auf das Leiterband wechseln können. Auf dem Leiterband verhalten sich die Elektronen, wie Teilchen im idealen Gas. Es kommt untereinander also zu Stoßvorgängen. Die Zeit zwischen zwei Stößen wird als *mittlere Flugzeit*  $\bar{\tau}$  bezeichnet. Zusätzlich besitzen Elektronen die sogenannte *Driftgeschwindigkeit*, diese gibt die durchschnittliche Geschwindigkeit der Teilchen, bei einem anliegenden äußeren Feld (z. B. E-Feld) an. Mit dieser kann dann auf die *Stromdichte*  $j$  geschlossen werden.

### 2.2 Der Hall-Effekt

Der *Hall-Effekt* kommt immer dann zur Stande, wenn ein Magnetfeld auf eine stromdurchflossene Leiterplatte wirkt. Die Lorentzkraft sorgt für eine Ablenkung der Elektronen. Die Ablenkung bewirkt eine Potenzialdifferenz zwischen der oberen und unteren Kante der Leiterplatte (orthogonal zum Magnetfeld). Dadurch entsteht gleichzeitig ein weiteres elektrisches Feld, das der Elektronenbewegung entgegen wirkt. Die Potenzialdifferenz wächst solange weiter, bis sich ein Gleichgewicht zwischen Lorentz- und Coulombkraft eingestellt hat.

Oftmals wird der Hall-Effekt genutzt um die *Ladungsträgerdichte*  $n$  eines Stoffes zu untersuchen, oder gar andere *mikroskopische Leitfähigkeitsparameter*. Zu diesen gehört zum einen die *freie Weglänge*  $\bar{l}$ . Aber auch die *Totalgeschwindigkeit* und *Beweglichkeit* können mit dem Hall-Effekt untersucht werden.

### 3 Versuchsaufbau/-durchführung

#### 3.1 Bestimmung des Widerstands

Die im Folgenden beschriebenen Messungen werden immer zwei Mal durchgeführt.

Zur Widerstandsbestimmung werden ein Voltmeter und eine Spannungsquelle benötigt. Nachdem beide an die Probe angeschlossen sind, wird die Spannungsquelle eingeschaltet und die Stromstärke variiert. Für jede Probe wird zu zehn verschiedenen Stromstärken die Spannung am Voltmeter notiert. Mithilfe des ohmschen Gesetzes kann dann auf den Widerstand geschlossen werden.

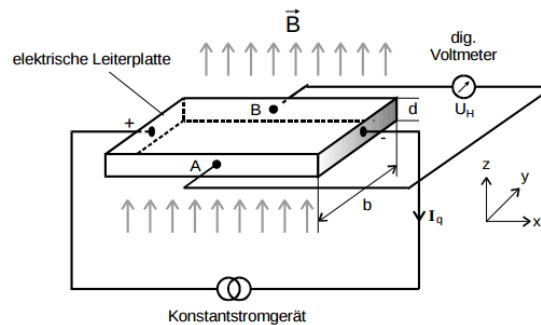


Abbildung 1: Versuchsaufbau für die Messung der Hallspannung. [anleitung311]

#### 3.2 Messung der Hallspannung

Der grundlegende Versuchsaufbau ist in Abbildung 1 dargestellt. Zunächst werden die Abmessungen (Breite, Höhe und Länge) der Probe gemessen. Anschließend wird die Probe so verkabelt, dass an den Punkten A und B die Hallspannung gemessen werden kann. Die verkabelte Probe wird nun in eine Haltevorrichtung befestigt. Diese sorgt dafür, dass der Stromfluss durch die Probe orthogonal zum Magnetfeld steht. Die Hallspannung wird an den in Abbildung 1 gezeigten Punkten A und B abgegriffen. Für die Messung der *Hall-Spannung* gibt es nun zwei Verfahren. Zum einen kann die Stromstärke, die an der Probe anliegt konstant gelassen werden und die Magnetfeldstärke variiert werden. Zum Anderen kann aber auch die Magnetfeldstärke konstant gelassen werden und die Stromstärke verändert werden. Für beide Verfahren sollten zehn Messpunkte gewählt werden. Bei der Regelung des Elektromagneten ist darauf zu achten, dass der erzeugende Strom langsam heruntergefahren wird.

Beim zweiten Durchgang wird die Spannung umgepolt. Dies dient zur Vermeidung von systematischen Fehlern (z. B. Störspannung). Die von dem Hall-Effekt erzeugte Spannung kann dann wie folgt berechnet werden:

$$U_H = \frac{1}{2} (U_{\text{ges}+} - U_{\text{ges}-}) \quad (1)$$

## 4 Ergebnis

- deformierte Proben, erlauben keine genaue Vermessung von Länge, Breite, etc.
- gerade bei Zink war dies ein Problem (befestigt auf einer Kunststoffschale)
- Spannungsquelle hatte vermutlich einen technischen Defekt (die Spannung fluktuierte und konnte die maximale Nutzspannung nicht mehr erreichen)
- Kupfer liefert ein gutes Ergebnis
- Kupfer ist ein Elektronleiter, Zink ist ein Ionen- bzw. Lochleiter (sieht man am Vorzeichen der Hall-Spannung)