

Halleffekt

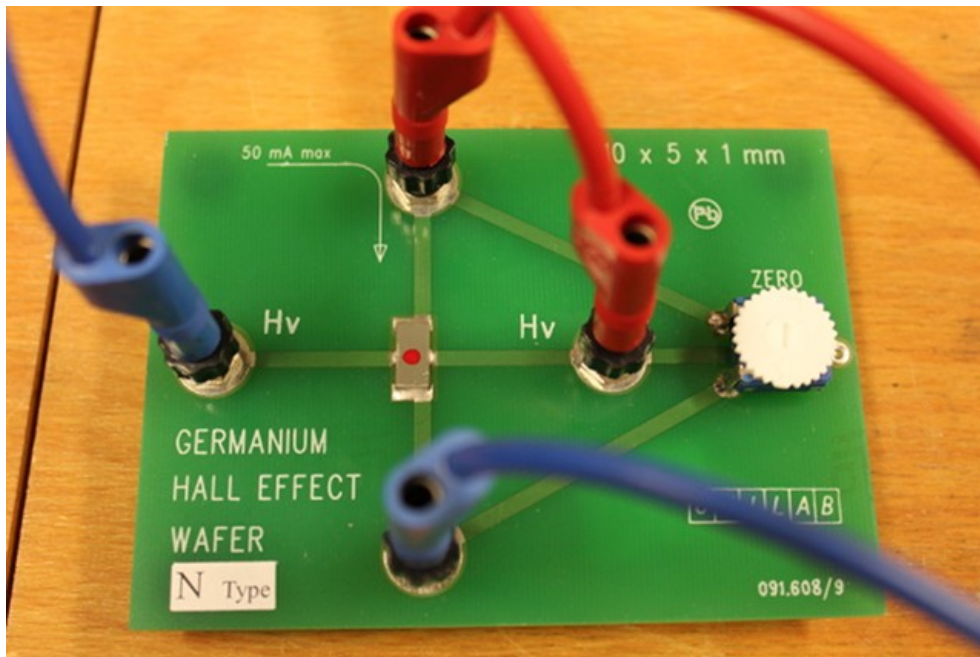


Abb. 1: N – leitende Hall - Probe

Versuchsbeschreibungen:

- Die Richtungsabhängigkeit einer Hallsonde wird durch Drehen eines Magneten gezeigt, die Ausgangsspannung ändert das Vorzeichen genau so wie die Feldrichtung. Zusätzlich kann die Abstandsabhängigkeit der Feldstärke durch kontinuierliches Entfernen eines Magneten vorgeführt werden.

- Eine Bleistiftmine mit den Abmessungen $5\text{ mm} \times 2\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ wird auf der langen Achse von einem Strom $I \approx 300\text{ mA}$ durchflossen. Senkrecht dazu sind Elektroden angebracht. Vorsichtig wird ein starker Polschuh ($B \approx 1\text{ T}$) senkrecht zu diesen beiden Richtungen über den Kreuzungspunkt gebracht. Die Spannung an den Elektroden wird mit einem Messverstärker beobachtet (Verst.-Faktor 10^3 , Int.-Zeit $0,3\text{ s}$) und ändert bei Umpolen des Polschuhs sein Vorzeichen. Die Größenordnung der dabei gemessenen Spannung beträgt hier ca. $10\text{ }\mu\text{V}$.

Analogon zur Visualisierung:

Ein Glasschälchen mit stark salzhaltigem Wasser wird auf einen Magneten gelegt, und mit 2 Elektroden wird ein elektrisches Feld in der Flüssigkeit erzeugt. Der fließende Strom bewegt sich senkrecht zum Magnetfeld und die Ladungsträger (Ionen) werden senkrecht zum Feld und zum Stromfluss abgelenkt, die Flüssigkeit wird „gepumpt“.

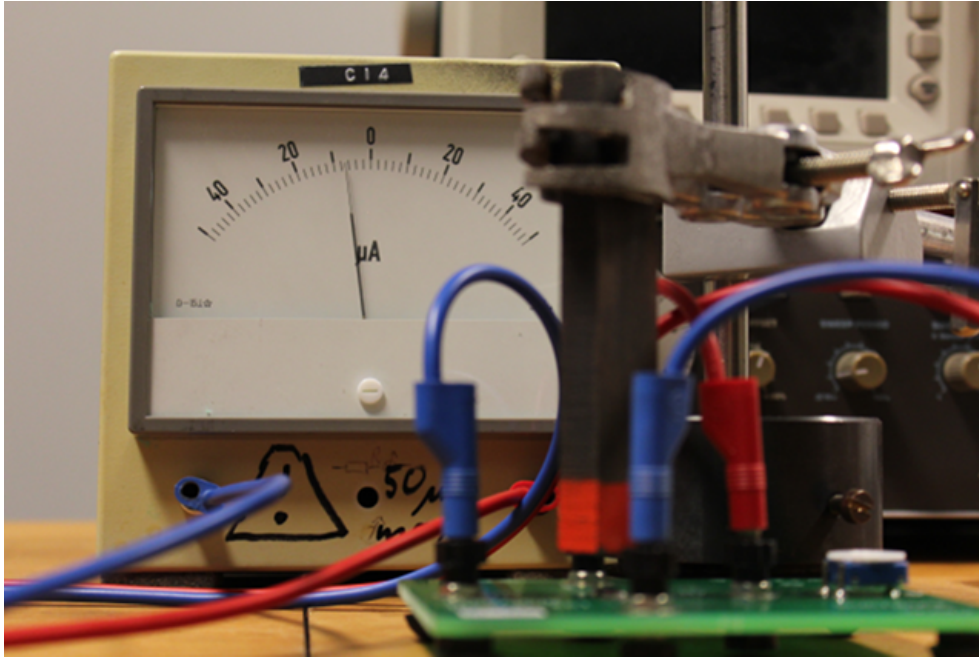


Abb. 2: Hall-Spannung als Strom angezeigt

Bemerkungen:

In einem Leiter oder Halbleiter z.B. mit rechteckigen Maßen ($a \times b \times c$) fließe ein Strom I_0 in Richtung \vec{a} und senkrecht dazu befinde sich ein Magnetfeld der Stärke \vec{B} , dann kann über die Achse \vec{c} eine so genannte Hallspannung gemessen werden. Die bewegten Ladungsträger des Stromflusses erfahren im \vec{B} -Feld eine Lorentzkraft und werden entsprechend abgelenkt.

In Halbleitern können je nach Dotierung eher die positiven Ladungsträger (Löcher) den Stromfluss aufrecht erhalten. Das Vorzeichen der Hallspannung gibt darüber Auskunft.

In Metallen ist die Hallspannung um Faktoren bis zu 10^6 geringer aufgrund der hohen Dichte von freien Ladungsträgern. Bei hohen Dichten ist deren Driftgeschwindigkeit geringer und diese bestimmt proportional die Größe der Lorentzkraft und damit der Hallspannung U_H . Diese berechnet sich aus dem Strom I , dem angelegten Magnetfeld B , der Anzahl n der freien Ladungsträger q und der Dicke der Probe b durch

$$U_H = - \frac{I \cdot B}{n \cdot q \cdot b} .$$

Bei positiven Ladungsträgern (wie z.B. in positiv dotierten Halbleitern $q = +e$) kann die Hallspannung ebenfalls positiv werden. Als Hallsonden finden vorwiegend Halbleiter Verwendung.