



## V9 – Hall-Effekt

Ort: F-Praktikum C60.007

Betreuerin: F. Schölzel

Dieser transversale galvanomagnetische Effekt wurde 1879 von E. W. Hall entdeckt und nach ihm benannt. Mit Hilfe von Hall-Effekt-Messungen können Ladungsträgerkonzentrationen und deren Beweglichkeit getrennt gemessen werden. Das Vorzeichen der Hall-Konstanten gibt Auskunft darüber, ob überwiegend positive oder negative Ladungsträger den Leitungsmechanismus bewirken. Der Hall-Effekt hat auch zahlreiche technische Anwendungen gefunden, wie z. B. Magnetometer, Gleichstrommesser, Signalgeber usw.

- Führen Sie mit dem angegebenen Versuchsaufbau folgende Messungen für p- und n-Germanium durch:
  - Messen Sie die magnetische Flussdichte  $B$  in Abhängigkeit vom Spulenstrom  $I_M$ ;  $I_M$  maximal 5,0 A!
  - Messen Sie die Hall-Spannung  $U_H$  in Abhängigkeit von  $B$ ; der Steuerstrom  $I_{St}$  beträgt dabei 25 mA. Messen Sie gleichzeitig den Spannungsabfall  $U_{Pr}$  über die Hall-Probe.
  - Messen Sie  $U_H$  in Abhängigkeit von  $I_{St}$  ( $I_{St}$  maximal 25 mA) bei konstantem mittlerem Magnetfeld.
  - Messen Sie für p-Germanium  $U_H$  in Abhängigkeit von der Temperatur ( $T$  von Raumtemperatur bis 140 °C) bei konstantem mittlerem Magnetfeld und  $I_{St} = 25$  mA. Messen Sie gleichzeitig den Spannungsabfall  $U_{Pr}$  über die Hall-Probe.
- Stellen Sie die Messergebnisse graphisch dar und interpretieren Sie die Kurvenverläufe.
- Berechnen Sie mit den Werten aus Aufgabe 1.2 und 1.3 die Hall-Konstante  $R_H$  für p- und n-Germanium.
- Bestimmen Sie mit Hilfe von  $R_H$  die Ladungsträgerkonzentration  $n$  (bzw.  $p$ ) und die Ladungsträgerbeweglichkeit  $\mu_H$  für p- und n-Germanium.
- Bestimmen Sie aus dem Anstieg der Kurve  $U_{Pr}^{-1} = f\left(\frac{1}{T}\right)$  die Bandlücke  $E_G$  für Germanium. Gehen Sie dabei von der für Eigenleitung gültigen Beziehung zwischen der Leitfähigkeit  $\phi$  und der absoluten Temperatur  $T$  aus. Bei konstantem Steuerstrom ist  $\sigma \propto U_{Pr}^{-1}$ .
- Weisen Sie die beiden unterschiedlichen Leitungsmechanismen in dotierten Halbleitern (Eigenleitung, Störstellenleitung) an Hand Ihrer Messkurven nach.
- Führen Sie analoge Messungen zu Aufgabe 1.1 bis 1.3 für die Metalle Kupfer und Zink aus und berechnen  $R_H$ ,  $n$  und  $\mu_H$ . Der maximale Steuerstrom  $I_{St}$  beträgt hier maximal 20,0 A.
- Stellen Sie die Gesamtheit der Versuchsergebnisse in übersichtlicher Form zusammen. Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse – soweit möglich – mit Tabellenwerten.

Leitungsmechanismen in Metallen und Halbleitern, dotierte Halbleiter, galvanomagnetische und thermomagnetische Effekte, Hall-Effekt: Prinzip, normaler und anomaler Effekt, physikalische Aussagen, technische Anwendungen.



1. Grimsehl, Lehrbuch der Physik, Bd. II, Teubner Verlag, Leipzig, 1988\*
2. Hänsel, H., Neumann, W., Physik, Bd. Elektrizität, Optik, Raum und Zeit, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1993\*
3. Kuhn, W., Physik, Bd. II/Tl.2, Westermann Verlag, Braunschweig, 1993\*
4. Schulze, G.E.R., Metallphysik, Akademie-Verlag, Berlin, 1974\*
5. Metschl, E.C., Hall-Generatoren – Anwendungen, in: Steuertechnik 2, Jg., Nr. 11\*
6. Sommerfeld, A. und Bethe, H.: Elektronentheorie der Metalle, S. 228 – 233\*
7. Gerthsen, Ch., Vogel, H., Physik, Springer Verlag, Berlin, 1995\*\*
8. Ibach, H., Lüth, H., Festkörperphysik, Springer Verlag Berlin, 1988\*\*

\* In der Literaturmappe enthalten.

\*\* Online über die Universitätsbibliothek verfügbar

- ▶ Elektromagnet mit 2 Polschuhen, Stromversorgung
- ▶ Trägerplatten mit Anschlussbuchsen für Hall-Effekt-Messungen
- ▶ Steuerstromversorgung für Halbleiter und Metalle
- ▶ Stromversorgung zum Aufheizen des Ge-Kristalls
- ▶ Teslameter mit Hall-Sonde
- ▶ Mikrovoltmeter für Hall-Spannung und Thermospannung, div. Handmultimeter, Thermometer

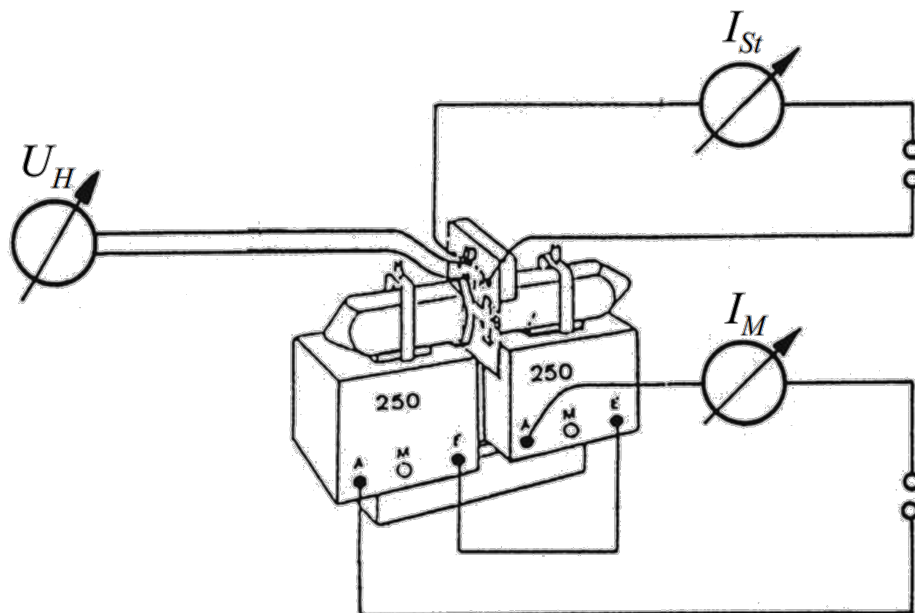
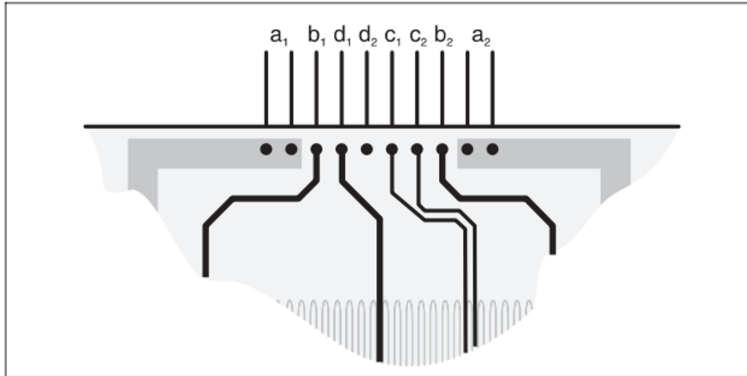


Abbildung 1) Anschluss des Elektromagneten



- $a_1, a_2$  Heizbänder
- $b_1, b_2$  Querstrom durch Ge-Kristall
- $c_1, c_2$  PT100-Temperaturfühler
- $d_1, d_2$  Hall-Spannung

Abbildung 2) Anschlussbelegung Halbleiter-Platinen

- ▶ Am Versuchsplatz befinden sich weiterführende Hinweise zur Versuchsdurchführung, die vor Versuchsbeginn unbedingt zu lesen sind.
- ▶ Die Schaltung ist vom Betreuer des Versuchs überprüfen zu lassen.

Da die Temperatur über den PT100-Temperaturfühler nicht direkt ausgelesen werden kann, erfolgt die Bestimmung der aktuellen Temperatur über den gemessenen Widerstand am Temperaturfühler.

Der PT100-Temperaturfühler besitzt bei einer Temperatur von  $0^\circ\text{C}$  einen Widerstand von  $100\ \Omega$ . Der Widerstand verhält sich dabei linear zur Temperatur, wie aus folgendem Graph ersichtlich wird:

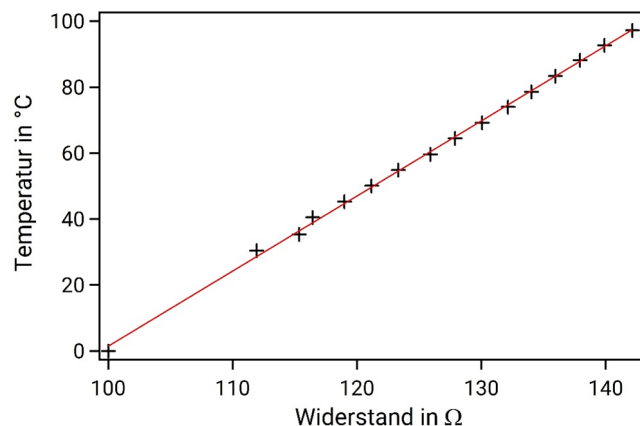


Abbildung 3) Temperatur als Funktion des Widerstandes

Die lineare Anpassung (rote Linie) der Messwerte (schwarze Marker) ergibt einen Anstieg von  $2,194\ \text{K}\ \Omega^{-1}$  bei einer Standardabweichung von  $0,0188\ \text{K}\ \Omega^{-1}$ .

$$T(R) = 2,194\ \text{K}\ \Omega^{-1} \cdot R - 219,4^\circ\text{C} \quad (1)$$