



## 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.

1. Führen Sie mit dem angegebenen Versuchsaufbau folgende Messungen für p- und n-Germanium durch:
  - 1.1 Messen Sie die magnetische Flussdichte  $B$  in Abhängigkeit vom Spulenstrom  $I_M$ ;  $I_M$  maximal 5,0 A!
  - 1.2 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.
  - 1.3 Messen Sie  $U_H$  in Abhängigkeit von  $I_{St}$  ( $I_{St}$  maximal 25 mA) bei konstantem mittlerem Magnetfeld.
  - 1.4 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.
  - 1.5 Messen Sie gleichzeitig den Spannungsabfall  $U_{Pr}$  über die Hall-Probe.
2. Stellen Sie die Messergebnisse graphisch dar und interpretieren Sie die Kurvenverläufe.
3. Berechnen Sie mit den Werten aus Aufgabe 1.2 und 1.3 die Hall-Konstante  $R_H$  für p- und n-Germanium.
4. Bestimmen Sie mit Hilfe von  $R_H$  die Ladungsträgerkonzentration  $n$  (bzw.  $p$ ) und die Ladungsträgerbeweglichkeit  $\mu_H$  für p- und n-Germanium.
5. 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  $\sigma \propto U_{Pr}^{-1}$ .
6. Weisen Sie die beiden unterschiedlichen Leitungsmechanismen in dotierten Halbleitern (Eigenleitung, Störstellenleitung) an Hand Ihrer Messkurven nach.
7. 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 anormaler Effekt, physikalische Aussagen, technische Anwendungen; Quanten-Hall-Effekt.



1. Weißmantel, C., Hamann, C., Grundlagen der Festkörperphysik, J.A. Barth-Verlag, Leipzig, 1995\*
2. Grimsehl, Lehrbuch der Physik, Bd. II, Teubner Verlag, Leipzig, 1988\*
3. Hänsel, H., Neumann, W., Physik, Bd. Elektrizität, Optik, Raum und Zeit, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1993\*
4. Kuhn, W., Physik, Bd. II/TI.2, Westermann Verlag, Braunschweig, 1993\*
5. Schulze, G.E.R., Metallphysik, Akademie-Verlag, Berlin, 1974\*
6. Metschl, E.C., Hall-Generatoren – Anwendungen, in: Steuertechnik 2, Jg., Nr. 11\*
7. Ziman, J. M.: Prinzipien der Festkörpertheorie, S. 201 – 203, S. 235 – 239\*
8. Sommerfeld, A. und Bethe, H.: Elektronentheorie der Metalle, S. 228 – 233\*
9. Gerthsen, Ch., Vogel, H., Physik, Springer Verlag, Berlin, 1995\*\*
10. 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

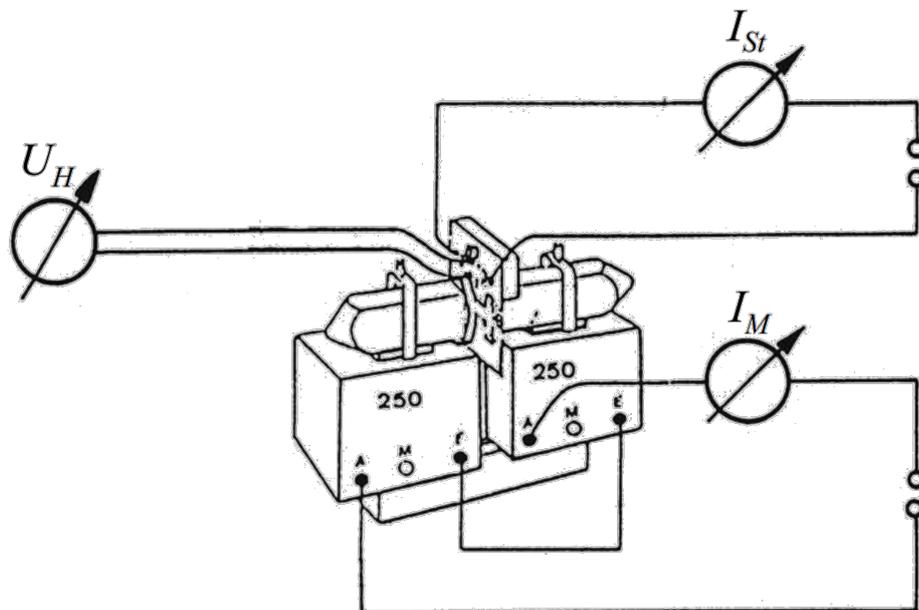
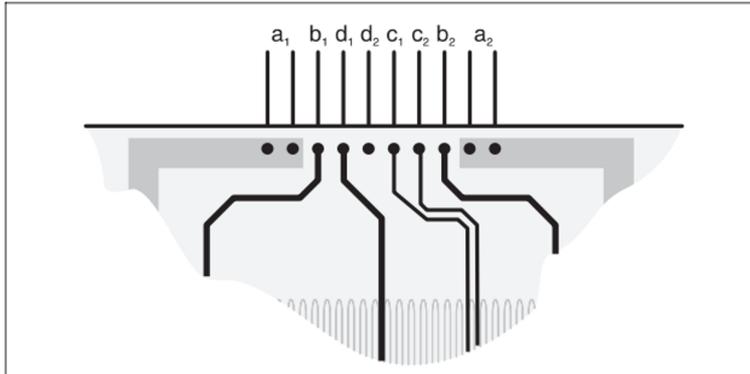


Abbildung 1) Anschluss des Elektromagneten



- $a_1, a_2$  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:

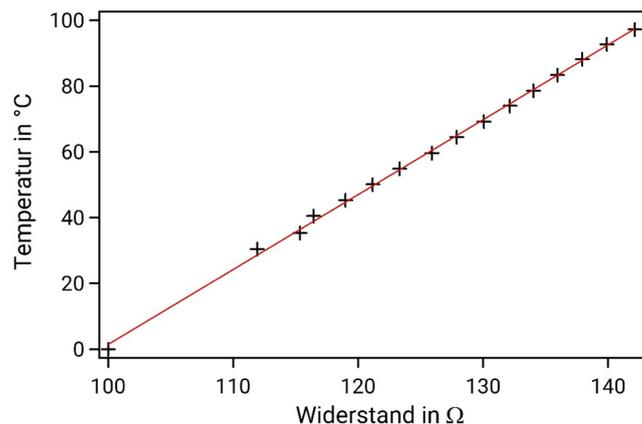


Abbildung 3) Temperatur als Funktion des Widerstandes

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

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