

## Festkörperphysik

Leitungsphänomene

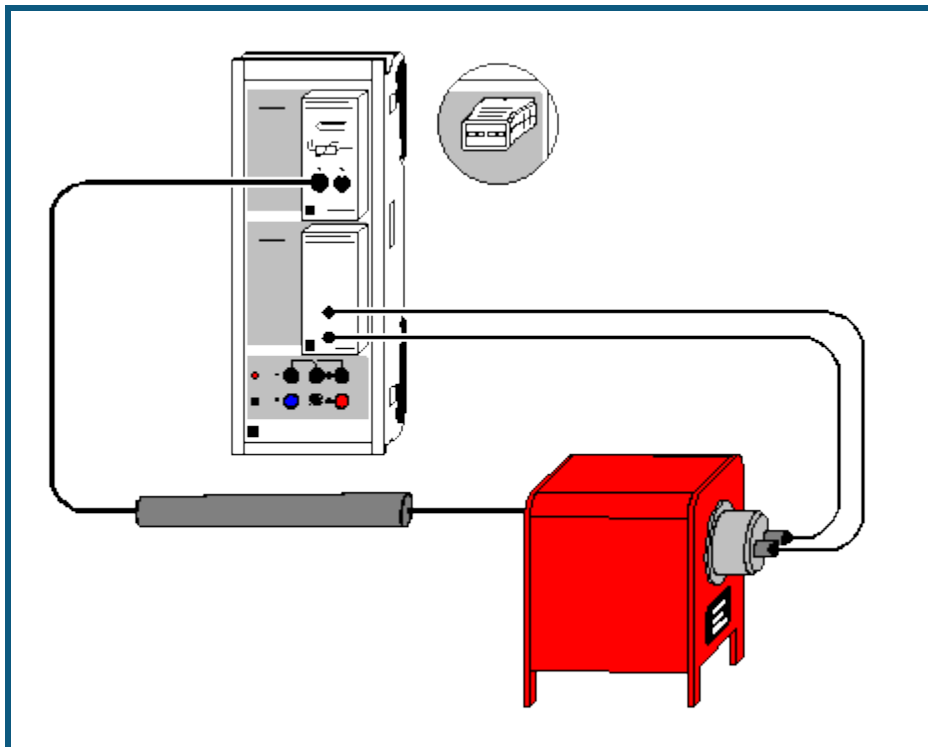
*Elektrische Leitung in Festkörpern*

Messung der  
Temperaturabhängigkeit  
eines  
Halbleiterwiderstandes

### Beschreibung aus CASSY Lab 2

Zum Laden von Beispielen und  
Einstellungen bitte die CASSY Lab 2-Hilfe  
verwenden.

## Elektrische Leitung in Festkörpern



auch für [Pocket-CASSY](#) und [Mobile-CASSY](#) geeignet

### Versuchsbeschreibung

Ein einfacher Test für Modelle zur elektrischen Leitfähigkeit von Leitern und Halbleitern ist die Untersuchung der Temperaturabhängigkeit des Widerstands  $R$ . In elektrischen Leitern nimmt  $R$  bei steigender Temperatur zu, da die Stöße der quasi-freien Elektronen aus dem Leitungsband mit den Atomrümpfen des Leiters eine immer größere Rolle spielen. In Halbleitern dagegen nimmt der Widerstand mit steigender Temperatur ab, weil immer mehr Elektronen aus dem Valenzband in das Leitungsband gelangen und zur Leitfähigkeit beitragen.

Im Versuch werden die Widerstandswerte eines Edelmetallwiderstands und eines Halbleiterwiderstands in Abhängigkeit von der Temperatur gemessen. Für den Edelmetallwiderstand wird im untersuchten Temperaturbereich der Zusammenhang

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \vartheta) \quad (R_0: \text{Widerstand bei } \vartheta = 0 \text{ } ^\circ\text{C})$$

in guter Näherung bestätigt. Für den Halbleiter ergibt die Auswertung eine Abhängigkeit der Form

$$R \propto e^{\Delta E/2kT} \quad (k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K: Boltzmann-Konstante})$$

mit dem Bandabstand  $\Delta E$ .

### Benötigte Geräte

1	<a href="#">Sensor-CASSY</a>	524 010 oder 524 013
1	<a href="#">CASSY Lab 2</a>	524 220
1	<a href="#">Stromquellen-Box</a>	524 031
1	<a href="#">Temperatur-Box</a>	524 045
1	Temperaturfühler NiCr-Ni oder	666 193
1	<a href="#">NiCr-Ni-Adapter S</a>	524 0673
1	Temperaturfühler NiCr-Ni, Type K	529 676
1	Edelmetallwiderstand	586 80
1	Halbleiterwiderstand 5 k $\Omega$	586 821
1	Elektrischer Rohrofen, 230 V	555 81
1	Sicherheitsanschlussdose	502 061



2 Kabel, 100 cm, schwarz  
 1 PC mit Windows XP/Vista/7/8

500 444

### Versuchsaufbau (siehe Skizze)

Die Temperatur des Fühlers im Rohrofen wird von der Temperatur-Box auf Eingang A des Sensor-CASSYs gemessen. Dabei die Messspitze so in die rückwärtige Bohrung des Ofens einführen, dass sich die Messspitze in unmittelbarer Nähe des Widerstandselements befindet. Der elektrische Widerstand wird von der Stromquellen-Box auf Eingang B erfasst.

### Versuchsdurchführung

- Einstellungen laden
- Messung mit  starten (alle 5 K Temperaturerhöhung wird ein Messwertpaar aufgenommen)
- Heizung des Rohrofens einschalten
- Nach Erreichen einer Temperatur von max. 470 K (ca. 200 °C) Messung mit  stoppen
- Rohrofen wieder ausschalten und Widerstand herausnehmen
- Nach Abkühlung des Rohrofens kann die Messung mit einem anderen Widerstand wiederholt werden

### Auswertung

Bei Verwendung des Edelmetallwiderstands (Platin) ergibt sich eine lineare Widerstandserhöhung bei steigender Temperatur. Der Temperaturkoeffizient  $\alpha$  des Widerstands lässt sich leicht aus einer [Geradenanpassung](#) bestimmen. Im Beispiel ergibt sich eine Widerstandserhöhung von 0,407  $\Omega$ /K und ein Widerstand von 100  $\Omega$  bei 0 °C, also  $\alpha = 0,00407$  /K. Dies deckt sich gut mit dem Literaturwert  $\alpha = 0,00392$  /K für Platin.

Der Halbleiterwiderstand nimmt bei steigender Temperatur nicht linear ab. Eine [Freie Anpassung](#) bestätigt den oben angegebenen Zusammenhang  $R \propto e^{\frac{\Delta E}{2kT}}$ . Im Beispiel ergibt sich für den verwendeten Halbleiter  $\Delta E/2k = 4000$  K, also  $\Delta E = 11,0 \cdot 10^{-20}$  J = 0,69 eV (1 eV =  $1,602 \cdot 10^{-19}$  J).

### Hinweise

Die Messung funktioniert auch während der Abkühlphase. Dann ist der Fehler durch den Temperaturunterschied zwischen Temperaturfühler und Widerstand kleiner, weil die Abkühlphase viel länger dauert als die Aufwärmphase.

Bei Verwendung des alten Halbleiterwiderstandes (586 82) bitte die **Einstellungen (Edelmetallwiderstand)** für den korrekten Widerstandsmessbereich verwenden.