

## Halbleitermaterialien (Thermistor)

Lesen Sie die beiden folgenden Abschnitte und machen Sie sich Notizen zu folgenden Problemen:

1. Erläutern Sie den Begriff Halbleiter! Grenzen Sie dabei den Begriff Halbleiter von den metallischen Leitern und Isolatoren ab!
2. Beschreiben Sie das Verhalten der Leitfähigkeit von Halbleitermaterialien bei Temperaturerhöhung! Erläutern Sie in diesem Zusammenhang den Begriff Heißleiter!
3. Erläutern Sie, wie man mit einem so genannten Thermistor (ein spezielles Halbleiterbauelement) die Temperatur elektrisch messen kann!
4. Nennen Sie Einsatzgebiete von Thermistoren sowie Vorteile der elektrischen Temperaturmessung gegenüber der Verwendung herkömmlicher Thermometer!

### Leitfähigkeit bei Halbleitern<sup>1</sup>

#### Wodurch unterscheiden sich Halbleiter von Leitern?

*Festkörper* verhalten sich hinsichtlich der Elektrizitätsleitung sehr unterschiedlich. Metalle wie Kupfer, Silber oder Aluminium leiten den elektrischen Strom sehr gut; man nennt diese Stoffe daher Leiter. Andererseits gibt es Stoffe wie Glas, Kunststoff oder Keramik, die den Strom überhaupt nicht leiten; man nennt solche Stoffe Isolatoren. Es gibt aber noch eine weitere Gruppe von Stoffen, die weder zu den Leitern noch zu den Isolatoren gehören; man nennt sie Halbleiter. Ihre wichtigsten Vertreter sind *Silizium* und *Germanium*. Erinnern wir uns: Die gute Leitfähigkeit von Metallen, besonders bei tiefen Temperaturen, haben wir mit der leichten Ablösbarkeit der Elektronen von den Metallatomen erklärt. Schon bei sehr tiefen Temperaturen sind Leitungselektronen in einem Metall vorhanden. Bei starker Erwärmung des Metalls kommen keine neuen Leitungselektronen hinzu. Vielmehr wird deren Beweglichkeit im Metall eingeschränkt, so dass der Widerstand zunimmt.

Wir wollen in einem Versuch prüfen, wie sich die Leitfähigkeit von einem halbleitenden Stoff ändert, wenn dieser erwärmt wird.

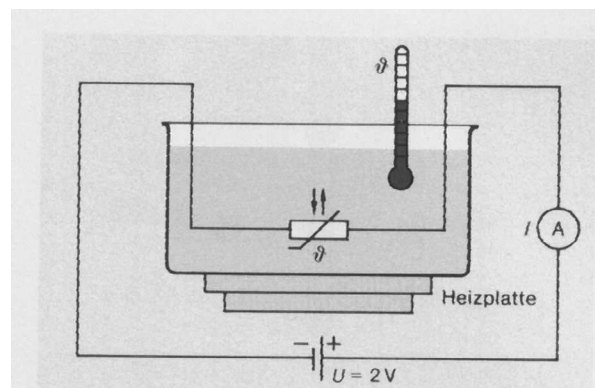


Abb. 5 Versuchsanordnung zur Eichung eines Heißleiters

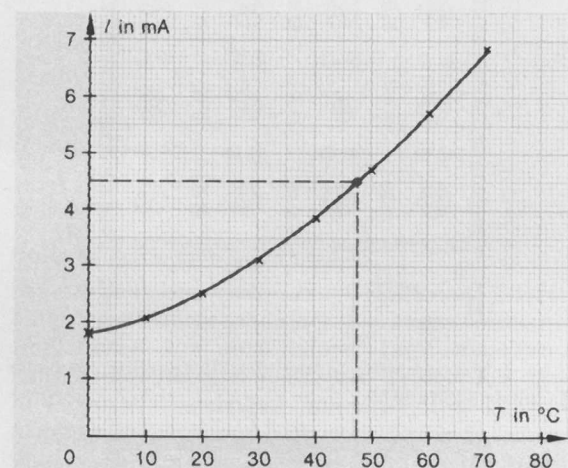


Abb. 6 Kennlinie eines Heißleiters

**Versuch:** Wir tauchen nach Abb. 5 ein Halbleiterbauelement in ein Becherglas, in dem sich schmelzendes Eis befindet. Beim Versuch muss destilliertes Wasser verwendet werden, da normales Leitungswasser den Strom gut leitet. Das Becherglas befindet sich auf einer Heizplatte, mit deren Hilfe der Inhalt des Becherglases erwärmt wird. Ausgehend von der Temperatur des schmelzenden Eises (0°C) wird nach jeweils 10°C Temperaturerhöhung die Stromstärke I bei konstanter

<sup>1</sup> Quelle: Kuhn, W.: Physik Band 1; Westermann-Verlag, Braunschweig 1990

Spannung  $U$  abgelesen. Die Messwerte sind in Abb. 6 graphisch dargestellt. Die Messkurve stellt die  $I$ - $T$ -Kennlinie des benutzten Halbleiterbauelements bei einer angelegten Spannung von 2 V dar.

Die Kennlinie zeigt uns:

**Im Gegensatz zu den Metallen nimmt die Leitfähigkeit eines Halbleiters bei Erwärmung zu.**

Dies bedeutet: Der elektrische Widerstand verringert sich bei Temperaturerhöhung. Bauelemente mit dieser Eigenschaft werden Heißleiter genannt. Sie werden z. B. als *Temperaturmessfühler* verwendet. Mit Hilfe der Kennlinie können wir durch eine Stromstärkemessung die Temperatur ohne Zuhilfenahme eines üblichen Thermometers bestimmen. So beträgt z.B. die Temperatur in der Umgebung des Heißleiters  $47\text{ °C}$ , wenn eine Stromstärke von  $4,5\text{ mA}$  angezeigt wird (Abb. 6). Elektronische Thermometer haben gegenüber den normalen Thermometern den Vorteil, dass das Anzeigergerät von der eigentlichen Messsonde getrennt werden kann. Aufgrund der kleinen Abmessungen des Heißleiters kann der Temperaturfühler auch an schwer zugänglichen Stellen angebracht werden. Moderne Ausführungen von elektronischen Thermometern zeigen die Temperatur digital an, z.B. bei der elektronischen Messung der Körpertemperatur.

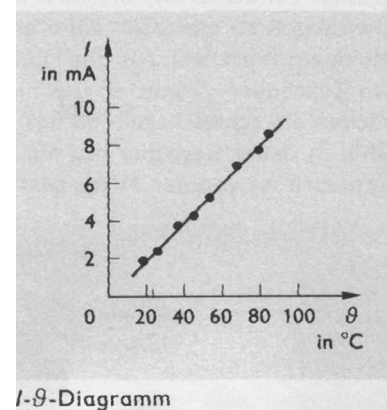
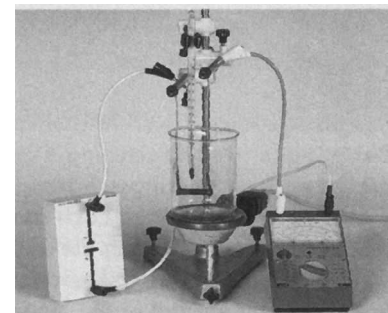
## Der Thermistor<sup>2</sup>

Ihnen ist vielleicht bei einem Auto schon aufgefallen, dass Temperaturen nicht nur mit einem Flüssigkeitsthermometer gemessen werden können. Elektrische Temperaturmessfühler sind besonders dort gut geeignet, wo die Messstelle schwer zugänglich oder weit von einer zentralen Messwarte entfernt ist. Das ist z.B. in Chemiebetrieben oft der Fall.

Mit einem **Thermistor** kann man elektrisch die Temperatur messen. Er ist ein Halbleiterbauelement, bei dem mit steigender Temperatur bei gleicher Spannung die Stromstärke größer wird. Bei höherer Temperatur werden mehr Elektronen aus ihrer Bindung befreit, und damit entstehen auch mehr Löcher. Es stehen also mehr wanderungsfähige Ladungsträger zur Verfügung, die elektrische Leitfähigkeit ist größer.

## Experiment

Ein Thermistor hängt in destilliertem Wasser, dessen Temperatur verändert und mit einem Flüssigkeitsthermometer gemessen werden kann (Bild 1). Der Thermistor wird an eine Spannungsquelle angeschlossen und die Stromstärke bei verschiedenen Temperaturen gemessen. Die Messwerte werden in ein Diagramm eingetragen.



$I$ - $\theta$ -Diagramm

Aus dem Diagramm (Bild 2) erkennt man: Mit steigender Temperatur steigt bei konstanter Spannung am Thermistor die Stromstärke. Temperatur und elektrische Stromstärke sind beim Thermistor einander proportional. Man kann eine Stromstärkeskala in Grad Celsius eichen.

<sup>2</sup> Quelle: Physik Sekundarstufe 1; Volk und Wissen Verlag Berlin 1994