

Physik-Übung * Jahrgangsstufe 9 * Halbleiter und Dioden

Leiter, Halbleiter und Isolatoren

Metalle sind gute Leiter, denn schon bei Zimmertemperatur schwingen die Atome so stark hin und her, dass dabei Elektronen aus den Atomhüllen freigerüttelt werden. Beim Anlegen einer Spannung wandern diese frei beweglichen Elektronen zum Pluspol. Erhöht man die Temperatur, so behindert die zunehmende Bewegung der Atome den Stromfluss; der elektrische Widerstand von Metallen nimmt daher mit der Temperatur zu.

Bei **Isolatoren** sind die Elektronen so fest in den Atomhüllen gebunden, dass sie sich nicht lösen können. Ohne freie Ladungsträger aber gibt es keinen elektrischen Strom.

Bei **Halbleitern** – wie z.B. Silizium – können die Valenzelektronen (äußere Elektronen, die für chemische Bindungen verantwortlich sind) nur bei Zufuhr von sehr viel Energie freigerüttelt werden. Erst bei höherer Temperatur gibt es daher freie Elektronen (und positive „Löcher“), die zu einem elektr. Strom beitragen können. Bei Halbleitern nimmt daher der elektr. Widerstand mit steigender Temperatur ab. (NTC-Widerstand).

Durch **Dotieren** mit Fremdatomen kann man die Leitfähigkeit von Halbleitern gezielt erhöhen. Silizium besitzt 4 Valenzelektronen. Ersetzt man unter 1000 000 Si-Atomen eines durch ein Atom mit 5 Valenzelektronen (z.B. Phosphor), so steht dieses „überschüssige“ Elektron schon bei niedriger Temperatur für die Leitfähigkeit zur Verfügung. Man nennt Phosphor einen **Donator** und das dotierte Silizium einen **n-dotierten Halbleiter**.

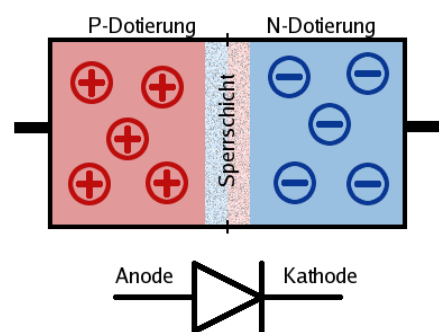
Ersetzt man dagegen unter 1000 000 Si-Atomen eines durch ein Atom mit nur 3 Valenzelektronen (z.B. Bor), so fehlt an dieser Stelle ein Elektron, was einem positiven „Loch“ entspricht. Hüpfen benachbarte Elektronen in dieses Loch, so hinterlässt es selbst ein Loch, und es scheint das positive Loch in die umgekehrte Richtung zu wandern. Man nennt Bor einen **Akzeptor** und das so dotierte Material einen **p-dotierten Halbleiter**.

(Wenn man jedes 10 000 Halbleiteratom durch ein Fremdatom ersetzt, so spricht man von starker Dotierung.)

Diode

In einer Diode grenzen eine p-dotierte und eine n-dotierte Halbleiterschicht aneinander.

Ohne angelegte Spannung wandern einige Elektronen aus der n-Schicht in die p-Schicht. Die Elektronen füllen die Löcher auf und es entsteht daher eine Schicht, in der sich keine freien Ladungsträger mehr befinden. Diese Schicht nennt man Sperrschicht. Durch die Wanderung der Elektronen baut sich an der Sperrschicht eine Spannung (Diffusionsspannung) auf.



Diode in Sperrrichtung

Legt man an die p-Schicht den Minuspol einer Batterie, so vergrößert man die Sperrschicht. Der Widerstand der Diode wird größer.

Diode in Durchlassrichtung

Legt man an die p-Schicht den Pluspol einer Batterie, so verringert man die Breite der Sperrschicht. Übersteigt die angelegte Spannung die Schwellenspannung der Diode (d.h. die Diffusionsspannung wird gerade kompensiert), so verschwindet die Sperrschicht vollständig und der Stromfluss kann einsetzen. Der elektr. Widerstand ist nun sehr gering und die Stromstärke nimmt extrem zu, wenn man die Spannung nur minimal weiter erhöht.

Die Diode darf daher in Durchlassrichtung nur mit einem Vorschaltwiderstand betrieben werden, damit die Stromstärke nicht zu groß wird und die Diode zerstört.