

## 1 Die Diode

In einem Halbleiterkristall (z.B. Siliziumkristall) können die Elektronen fast nicht fließen, da sie in den Elektronenpaaren des Kristallgitters sehr fest gebunden sind. Daher ist solch ein Kristall zumindest bei Raumtemperatur ein sehr schlechter Leiter.

Um Elektronenfluss zu ermöglichen, müssen im Kristallgitter entweder mehr oder weniger Elektronen als zur Symmetrie benötigt vorhanden sein. Um diesen Zustand herzustellen, fügt man einzelne Atome in das Gitter ein, auf deren Außenschalen sich entweder ein Elektron mehr oder ein Elektron weniger befinden. Dadurch entstehen entweder im Kristallgitter nicht gebundene Elektronen oder fehlende Elektronen („Löcher“), die sich mehr oder weniger frei im Kristall bewegen können und diesen so zu einem Leiter machen. Einen solchen Halbleiterkristall mit einzelnen ausgetauschten Atomen nennt man *dotierten* Kristall. Die folgenden Bilder zeigen einen so genannten *p-dotierten* Kristall mit Löchern (Kreise) im Elektronengitter und einen *n-dotierten* Kristall mit überschüssigen Elektronen (schwarze Punkte):

Verbindet man einen p-dotierten Halbleiter mit einem n-dotierten Halbleiter, so entsteht eine *Diode*. Dieses Bauteil hat die Eigenschaft, die elektrischen Ladungen in einer Richtung durchzulassen, ihnen aber den Weg in der anderen zu sperren. Dies geschieht durch Ausdehnung bzw. Verkleinerung der so genannten *Verarmungszone* an der Verbindungsstelle zwischen p- und n-Halbleiter. Am Minuspol herrscht Elektronenüberschuss. Dieser zieht die positiv geladenen „Löcher“ an und stößt die überschüssigen Elektronen ab und verkleinert bzw. vergrößert so die Verarmungszone. In der folgenden Zeichnung ist eine Diode ohne angelegten Strom, eine mit angelegtem Strom in Sperrichtung bzw. Durchlassrichtung dargestellt:

Dioden kommen z.B. zum Einsatz, wenn Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt werden soll.

Der Durchschalteffekt von Dioden ist erst ab etwa 0,6V in Durchlassrichtung angelegter Spannung festzustellen, d.h. erst ab dieser Spannung zwischen p- und n-Halbleiter fließt ein Strom. Dadurch ergibt sich die im Physikbuch auf S. 273 gezeichnete so genannte Kennlinie der Diode.

## 2 Der Transistor

Ein Transistor besteht im Prinzip aus zwei gegeneinandergeschalteten Dioden. Die drei Anschlüsse heißen *Basis (B)*, *Kollektor (C)* und *Emitter (E)*:

Bei den im Buch besprochenen (npn-)Transistoren befinden sich die n-Halbleiter am Kollektor und am Emitter, der p-Halbleiter an der Basis. Die *Diodenstrecken* zwischen B und C sowie zwischen B und E können normal genutzt werden.

Der eigentliche Nutzen eines Transistors ergibt sich allerdings aus dem *Transistoreffekt*: legt man zwischen B und E eine Spannung von über 0,6V auch bei nur kleinem Strom ( $I_B$ , Schaltstrom) an, so kann zwischen Kollektor und Emitter - wo normalerweise praktisch kein Strom fließen kann (sehr hoher Widerstand) - ein ungefähr 100-mal größerer Strom ( $I_C$ ) fließen (siehe S. 274, 1c). Die vom Emitter kommenden Elektronen durchqueren dabei die sehr dünne Basisschicht (von der sie ursprünglich angezogen wurden) und geraten in die ebenfalls positiv geladene Kollektorschicht.

Transistoren können deshalb zum Verstärken schwacher Signale und zum Schalten größerer Ströme mit einem geringen Strom verwendet werden. Beispiele finden sich im Physikbuch auf den Seiten 276 - 279.

### 3 Radioaktivität

Mit der Schreibweise  ${}^A_ZX$  gibt man die Kernladung (Anzahl der Protonen)  $Z$  und die Nukleonenzahl (Anzahl der Protonen und Neutronen im Kern)  $A$  der Elementes  $X$  an. Dabei hat ein bestimmtes Element immer die gleiche Kernladungszahl aber u.U. unterschiedlich viele Neutronen und damit eine unterschiedliche Nukleonenzahl. Atome mit gleicher Protonenzahl aber unterschiedlicher Nukleonenzahl sind verschiedene *Isotope* des selben Elementes. Manche dieser Isotope sind radioaktiv, andere nicht.

Radioaktive Isotope zerfallen und senden dabei Strahlung aus. Es gibt drei unterschiedliche Strahlungsarten:

- $\alpha$ -Strahlung besteht aus vom Atomkern abgegebenen Helium-Kernen (2 Protonen, 2 Neutronen) ohne Elektronenhülle. Diese Strahlung ist daher positiv geladen und kann mit Magneten und elektrisch geladenen Platten abgelenkt werden.
- $\beta^-$ -Strahlung besteht aus Elektronen, die entstehen, wenn sich ein Neutron in ein Proton und ein Elektron aufspaltet. Diese Strahlung ist daher negativ geladen und kann mit Magneten und elektrisch geladenen Platten abgelenkt werden.
- $\gamma$ -Strahlung ähnelt Licht. In der Protonen- und Nukleonenzahl des Kerns gibt es bei ihrer Entstehung keine Veränderungen, die Strahlung selbst ist elektrisch neutral.

Um zu bestimmen, in welche Richtung  $\alpha$ - oder  $\beta^-$ -Strahlung von einem Magneten abgelenkt wird, kann man die Drei-Finger-Regel anwenden: für negativ geladene  $\beta^-$ -Strahlung zeigt - wie beim el. Strom - der linke Daumen in Richtung der Strahlung, der linke Zeigefinger vom Nordpol zum Südpol und der abgewinkelte linke Mittelfinger gibt die Ausschlagsrichtung an. Für die positiv geladene  $\alpha$ -Strahlung muss das selbe mit der rechten Hand gemacht werden.



Es wird  $\alpha$ -Strahlung ausgesendet. Das entstandene Radon 222 zerfällt nun weiter durch  $\alpha$ -Zerfall. Was ist das Zerfallsprodukt?



Es wird  $\beta^-$ -Strahlung ausgesendet.



Es wird  $\beta^-$ -Strahlung ausgesendet.