

Die Halbleiterdiode als Photoelement

Gegenstand:

Man findet, nicht nur in Schul-, sondern gelegentlich auch in Hochschulbüchern, die Behauptung, in einem Halbleiterphotoelement stelle der elektrische Potenzialgradient in der Raumladungsschicht eines pn-Übergangs den Antrieb für den elektrischen Strom dar:

“Diese Trennung der Elektronen und Löcher durch das innere elektrische Feld der Verarmungszone bildet den Generatoreffekt.”

“Auf Grund von elektrischen Kräften werden die freigesetzten Elektronen in die n-Schicht und die entstehenden Löcher in die p-Schicht getrieben.”

Mängel:

Bei oberflächlicher Betrachtung erscheint die Behauptung plausibel. Der elektrische Strom, den das Photoelement verursacht, braucht einen Antrieb. Als Antrieb für einen elektrischen Strom kennen wir Physiker das elektrische Feld, also ein elektrisches Potenzialgefälle. Ein solches existiert in der Photodiode, und es hat auch die für die Erklärung benötigte Richtung. Also, schließt man, wird es wohl dieses elektrische Potenzialgefälle sein, das für den Strom verantwortlich ist.

Tatsächlich kann der Antrieb für einen stationären elektrischen Strom aber gar nicht ein elektrisches Potenzialgefälle sein. Folgt man nämlich einem (positiven) Ladungsträger in dem Stromkreis auf seinem Weg “im Kreis herum”, so geht es gerade genauso viel “bergauf” wie “bergab”. Da es nun im Verbraucherwiderstand den Potenzialberg hinunter geht, muss es in der Quelle netto bergauf gehen. Man erkennt eine elektrische Energiequelle gerade daran, dass das elektrische Potenzial am “Ladungsausgang” höher ist als am “Ladungseingang”.

Dass es innerhalb der Energiequelle zwischendurch auch mal den Potenzialberg hinab geht, ändert an dieser Feststellung nichts. In einem elektrischen Stromkreis macht das elektrische Potenzial an jeder Stelle, an der das Material des Leiters wechselt, einen Sprung – auch in einem Stromkreis ohne Batterie. Geht man in einem Stromkreis einmal im Kreis herum, so geht es diese Potenzialstufen (die von der Größenordnung Volt sind) genauso viel hinauf wie hinunter. Darum brauchen wir uns gewöhnlich auch gar nicht um sie zu kümmern.

Herkunft:

Auch hier der verzweifelte Versuch, die Funktionsweise eines Bauelements mit den vertrauten Werkzeugen der Elektrizitätslehre zu erklären, obwohl eigentlich schon die Elektrizitätslehre zeigt, dass das Argument falsch sein muss.

Entsorgung:

Der Antrieb für einen Strom elektrischer Ladungsträger kann, aber muss nicht immer ein elektrischer Potenzialgradient sein. Genauso wie in jeder elektrochemischen Zelle werden die elektrischen Ladungsträger im Halbleiterphotoelement durch ein chemisches Potenzialgefälle angetrieben.