

## Moderne Lichttechnik mit LEDs

Im Abschn. 7.4.5 wird die Diode als Bauelement mit *einem* pn-Übergang beschrieben; sie ist also ein Halbleiter mit dem Bandabstand  $W_g$  zwischen dem Leitungsband, in dem sich Elektronen frei bewegen können, und dem Valenzband (Bild 7.14).

Liegt am pn-Übergang eine Spannung  $U_F$  an, deren Richtungssinn entgegengesetzt zum Richtungssinn der Diffusionsspannung  $U_J$  ist, so fließt ein Strom  $I_F$  und bewirkt, dass Elektronen im n-Leiter mit Löchern im p-Leiter rekombinieren; dabei gelangt jedes Elektron vom Leitungsband ins Valenzband und gibt die Energie  $W_g$  ab. Bei einem sog. direkten Halbleiter wie z. B. bei GaAsP (Galliumarsenidphosphid) wird diese Energie in Form eines Lichtquants mit der Wellenlänge  $\lambda$  (griech. Buchstabe lambda) abgestrahlt:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{c h}{W_g}$$

Dabei ist  $c$  die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum (s. Seite 338) und  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  Js das PLANCKSche Wirkungsquantum.

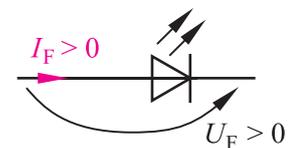
Die Wellenlänge  $\lambda$  ist von der Dotierung des Halbleiters abhängig. So kann z. B. bei GaAsP der Bandabstand  $W_g = 1,92$  eV betragen; mit der Energieeinheit Elektronvolt ( $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$  J) ergibt dies die Wellenlänge  $0,646 \mu\text{m}$ , bei der das Licht mit der Farbe Rot im sichtbaren Bereich liegt.

Für andere Farben werden geeignete Halbleitermaterialien verwendet; so kann z. B. mit Galliumphosphid GaP gelbes oder grünes Licht und mit Indiumgalliumnitrid InGaN kann blaues oder grünes Licht erzeugt werden.

Ist durch geeignete Gehäusematerialien dafür gesorgt, dass das Licht nach außen dringen kann, so wird eine solche Diode als **Lumineszenzdiode** (**light emitting diode, LED**) bezeichnet; in der Umgangssprache sagt man dazu auch **Leuchtdiode**.

Eine LED wird zweckmäßig an einer Konstantstromquelle betrieben. In einfachen Fällen genügt bereits ein ausreichend bemessener Vorwiderstand; so reicht z. B. bei LED-Taschenlampen schon der Innenwiderstand der Batterien aus.

Die Lichtausbeute üblicher LEDs liegt derzeit bei  $30 \dots 80$  lm/W und ist deutlich höher als bei Glühlampen mit  $15$  lm/W. Die Ausbeute ist stark von der Lichtfarbe abhängig, bei warmweißen LEDs liegt sie deutlich unter der von kaltweißen.



Schaltzeichen: Lumineszenzdiode LED

Die rote Grenze des sichtbaren Spektrums liegt für Vakuum bei  $\lambda = 0,77 \mu\text{m}$  und die violette Grenze bei  $0,36 \mu\text{m}$ .

Für weiße LEDs können Leuchtdioden verschiedener Farben kombiniert werden; in den meisten Fällen werden blaue LEDs mit einem Fluoreszenzfarbstoff versehen, der das blaue in langwelliges Licht umwandelt.

Ergänzung zum Buch:  
Flegel/Birnstiel/Nerreter  
**Elektrotechnik für Maschinenbau  
und Mechatronik**  
ISBN 978-3-446-41906-3  
Carl Hanser Verlag München

aktualisiert: 12.3.2012