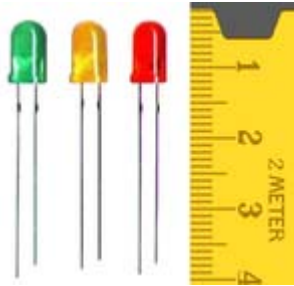


Leuchtdiode



Schaltzeichen einer Leuchtdiode



Eine **Leuchtdiode** (auch Lumineszenzdiode, kurz **LED** für Light Emitting Diode bzw. lichtemittierende Diode) ist ein elektronisches Halbleiter-Bauelement. Fließt durch die Diode Strom in Durchlassrichtung, so strahlt sie Licht ab.

Technologie



blaue LED aus InGaN

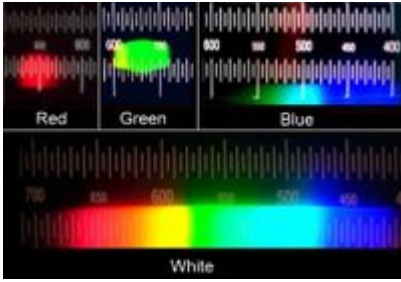
Durch die gezielte Auswahl der Halbleitermaterialien und der Dotierung können die Eigenschaften des erzeugten Lichtes variiert werden. Vor allem der Spektralbereich (das entspricht im sichtbaren Bereich der Farbe) und die Effizienz lässt sich so beeinflussen:

Aluminiumgalliumarsenid (AlGaAs) – rot und infrarot, bis 1000 nm Wellenlänge

- Galliumaluminiumarsenid (GaAlAs) – z. B. 665 nm, rot, LWL bis 1000 nm
- Galliumarsenidphosphid (GaAsP) und Aluminiumindiumgalliumphosphid (AlInGaP) – rot, orange und gelb
- Galliumphosphid (GaP) – grün
- Siliziumcarbid (SiC) – erste kommerzielle blaue LED; geringe Effizienz
- Indiumgalliumnitrid (InGaN)/Galliumnitrid (GaN) – UV, blau und grün
- Weiße LEDs sind meist blaue LEDs mit einer Phosphorschicht die als Lumineszenz-Konverter wirkt (siehe Abschnitt Weiße LED)

Bei der Herstellung der LED-Halbleiter werden verschiedene Epitaxie-Verfahren eingesetzt.

Eigenschaften



Spektralanalysen einer roten, grünen, blauen und weißen Leuchtdiode.

Anders als Glühlampen sind Leuchtdioden keine Temperaturstrahler. Sie emittieren Licht in einem begrenzten Spektralbereich, das Licht ist nahezu monochrom. Deshalb ist z.B. der Einsatz in Signalanlagen im Vergleich zu anderen Lichtquellen, bei denen Farbfilter den größten Teil des Spektrums herausfiltern, besonders effektiv.

Als **Lebensdauer** der LED wird die Zeit, nach der die Lichtausbeute der LED auf die Hälfte des Anfangswertes abgefallen ist, bezeichnet. Leuchtdioden werden nach und nach schwächer, fallen aber i. d. R. nicht plötzlich aus. Leuchtdioden sind unempfindlich gegen Erschütterungen. Sie haben keinen Hohlkörper, der implodieren kann. Die Lebensdauer hängt von dem jeweiligen Halbleitermaterial und den Betriebsbedingungen (Wärme, Strom) ab. Die angegebene Lebensdauer reicht von einigen 1.000 Stunden bei 5-Watt-LED bis zu über 100.000 Stunden bei mit niedrigen Strömen betriebenen LED. Hohe Temperaturen (z. B. durch hohe Ströme) verkürzen die Lebensdauer der LED drastisch.

Die hohe Schaltgeschwindigkeit der LED ist z. B. bei dem Einsatz in der Optoelektronik wichtig. Die Modulationsfrequenz beträgt bis zu 100 MHz.

Leuchtdioden besitzen eine exponentiell ansteigende Strom-Spannungs-Kennlinie. Im Betrieb muss der Strom durch ein weiteres Bauelement begrenzt werden, im einfachsten Fall durch einen Widerstand oder durch eine Konstantstromquelle. Damit ist einer mehr oder weniger starken und zudem meist ungewollten Veränderung des Nennstroms (und somit auch Änderungen der Leuchtstärke) bis hin zur Zerstörung des Leuchtmittels wirksam vorgebeugt. Die Stromaufnahme variiert von Modell zu Modell zwischen 2 mA (z. B. miniaturisierte SMD LED), 20 mA (z. B. 5-mm-LED) bis ca. 700 mA oder mehr bei LED für Beleuchtungszwecke. Die Durchlassspannung (abgekürzt U_f bzw. V_f) reicht dabei von etwa 1,3 V (Infrarot-LED) bis ca. 4 V (InGaN-LED: grün, blau, UV).

Einsatzbereiche

Nachdem die LED lange Zeit aufgrund geringer Lichtausbeute und fehlender Verfügbarkeit aller Lichtfarben hauptsächlich als Indikationslampen, in Siebensegment- und Punktmatrixanzeigen eingesetzt wurden, erschließen sich der LED nun weite Einsatzbereiche z. B. auch in der Beleuchtungstechnik. Einige Einsatzbereiche sind:

- Leuchtmittel, um Glühlampen oder Halogenlampen zu ersetzen, z. B. in gesockelter Ausführung (siehe Bilder unten).

- Laufschriftanzeigen zur Informationsübermittlung in der Öffentlichkeit, Wechselkennzeichen im Straßenverkehr.
- Statusanzeigen, beispielsweise Betriebsbereitschaft bei Geräten aller Art.
- Infrarot-LED in Fernbedienungen, vor allem im Bereich der Unterhaltungselektronik.
- LED-Bündel in Verkehrsampeln (statt gewöhnlicher Glühlampen mit Farbfiltern. Hier macht sich neben der längeren Lebensdauer auch die schnellere Ansprechzeit gegenüber Glühlampen bemerkbar.
- im Automobil-Bereich, insbesondere als drittes Bremslicht, zunehmend auch vollständige rückwärtige Fahrzeugbeleuchtung und Blinker sowie ab 2007 auch als Frontscheinwerfer.
- Fahrradbeleuchtung, vornehmlich als Rücklicht, zunehmend aber auch als Scheinwerfer.
- Siebensegmentanzeigen an Taschenrechnern und Messgeräten (dort inzwischen weitgehend abgelöst durch Flüssigkristallanzeigen).
- rote und gelbe LEDs für Anzeigen in Bereichen, wo die Dunkeladaptation des Auges nicht beeinträchtigt werden darf (Flugzeug-Cockpits, Schiffsbrücken, Sternwarten, im nächtlichen Geländeeinsatz (Militär oder Tierbeobachtung)).
- Mobile Beleuchtungsanwendungen, wie Taschenlampen, zunehmend auch im Automobilbereich.
- als Teil von Bewegungssensoren, beispielsweise bei Zeigergeräten in der EDV oder für Lichtschranken.
- zur Belichtung der Tonerwalze bei LED-Druckern.
- zur Displayhinterleuchtung (Mobiltelefon, Monitore). Dieser Bereich macht einen großen Teil des Marktes der LED aus (tageslichtfähige) TV-Großdisplays (z. B. in Stadien).
- für Beleuchtungszwecke, hauptsächlich Beleuchtung eng abgegrenzter Bereiche (Spotlicht).
- RGB-Effektbeleuchtung mit änderbaren Lichtfarben.
- im Medizinbereich (z. B. UV-LED zum Polymerisieren von Kunststoffen in der Zahntechnik).
- als Spannungsreferenz (statt Z-Dioden). Die LED wird dabei in Flussrichtung betrieben.
- als Blitzlicht in kompakten Digitalkameras.
- in Großbildschirmen, wobei jedes RGB-Tripel aus drei LED geformt wird.
- in Videoprojektoren (Beamer): Hier wird das Licht zeitlich nacheinander durch rote, grüne und blaue LEDs generiert und das Bild durch optisch Modulation (LCOS, DLP) erzeugt.
- als Energieanzeigelicht bei vielen Handhelds.
- als Fassadenbeleuchtung von Gebäuden