

Mehr Licht mit Leuchtdioden

J. Wolff, Potsdam

Leuchtdioden (LED) gibt es seit vielen Jahren. Sie werden nicht nur in der Optoelektronik angewendet, sondern sie gehören heute auch zu den üblichen Lichtquellen für Anzeige und Display-Technik. Durch stetige Entwicklung haben diese extrem langlebigen und robusten Halbleiter-Lichtquellen Lichtausbeutewerte erreicht, mit denen sie nunmehr Glühlampen übertreffen. Ihre vorteilhaften Eigenschaften eröffnen ihnen gegenwärtig neue Anwendungen bis hin zur Allgemeinbeleuchtung.

Leuchtdioden und ihr Weg zu weißem Licht

Vor etwa 30 Jahren gelang es, der Lichterzeugung aus pn-Übergängen von Halbleitern eine technische Gestalt zu geben und Leuchtdioden (light emitting diode – LED) als Produkt zu entwickeln. Jahrelang gab es jedoch nur farbige Leuchtdioden, zunächst rote, dann auch grüne und gelbe und schließlich auch blaue LEDs.

Relativ schmale spektrale Emissionsbanden und niedrige Lichtstärke- und Lichtausbeute-Werte beschränkten ihre Anwendung lange Zeit auf Optoelektronik und Anzeigezwecke. In diesen Anwendungszweigen zeigten sie eine hohe Zuverlässigkeit. Ihre technischen Parameter, insbesondere ihre Lichtausbeute (Bild 1), wurden ständig weiterentwickelt.

Für weißes Licht auf LED-Basis gibt es derzeit zwei Wege:

- Durch Mischung des Lichtes von rot-, grün- und blauleuchtenden LEDs mittels

vorgeschalteter Streuscheibe erhält man weißes Licht. Bei der Farbwiedergabe ist die Schmalbandigkeit des gemischten roten, grünen und blauen Lichtes zu beachten: die Remission von Körperfarben kann nur die angebotenen engen Spektralbereiche enthalten.

- Durch eine Leuchtstoffschicht auf einer blauleuchtenden LED wird ein Teil des blauen Lichtes in gelbes Licht umgewandelt. So entsteht eine weißleuchtende LED (Bild 2) mit relativ hoher Farbtemperatur von 7000 – 8000 K. Mit ihrer hohen Farbtemperatur wirkt zwar die Lichtfarbe relativ bläulich-kalt, aber wegen des breitbandigen Spektrums ist die Farbwiedergabe mit $R_a = 85$ recht gut.

Heute werden für Leuchtdioden Lebensdauerwerte von etwa 100.000 h und mehr angegeben. Ihre Strahlung enthält kein UV. Zudem sind sie besonders robust und stoßfest, z. B. hinreichend für Rolltreppen. Sie können an Schutzkleinspannungen betrieben werden und sind dimmbar. All diese Eigenschaften und ihre geringe Eigenerwärmung durch niedrigen Energieverbrauch machen sie geeignet für den Einbau in die verschiedensten Beleuchtungssysteme der Innen- und Außenanwendung.

LED-Systeme und -Komponenten

Auf der Grundlage des LED-Angebotes von Hewlett Packard, einem der langjährig erfahrenen und führenden Hersteller auf dem amerikanischen Markt, stellt die Fa. Insta, Lüdenscheid Systemteile und Komponenten zur Verfügung (Bild 3).

Mit der 5-W-Platine mit 61 farbigen LEDs und Streuscheibe für weißes Licht machte das Unternehmen bereits auf der Hannover-Messe 1998 auf sich aufmerksam (ep 8/98 S. 749). Diese Platine hat mit 51 mm den gleichen Durchmesser wie die Nieder-volt-Halogenglühlampe mit Kaltlichtspiegel QR-CB 51 und kommt dadurch für einen direkten Austausch in Betracht. Mit dem 60°-Abstrahlwinkel der einzelnen LEDs bündelt die LED-Platine ihr Licht in 1 m Abstand zu einer Beleuchtungsstärke von 35 lx. Mit einer neuen Bauform (Bild 4) werden jeweils Gruppen von sieben LEDs zu Platinen zusammengestellt. Dabei kann durch SMD-LEDs gegenüber konventionellen LEDs die Bauhöhe von 16 mm auf 4 mm reduziert werden.

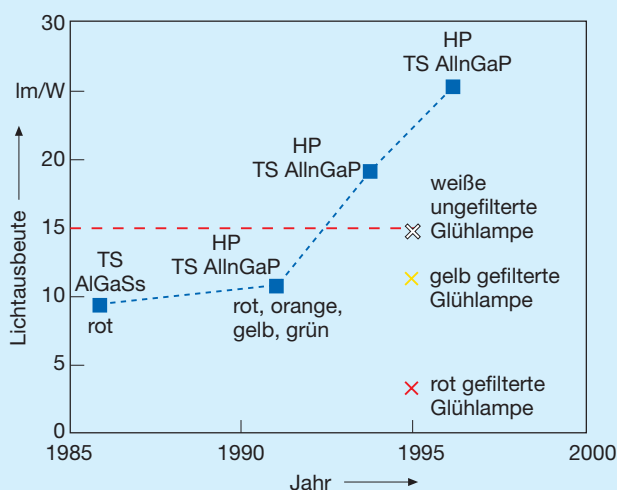
Light-Point-Module versorgen 14 einzelne LEDs (farbig oder weiß). An ein Schaltenteil können bis zu sieben Light-Point-Module angeschlossen werden, insgesamt also 98 LEDs beispielsweise eines Sternenhimmels oder einer entsprechenden Anlage. Damit stehen durchaus kostenmäßig attraktive Alternativen zu Lichtfaseranlagen mit zentraler Lichtquelle zur Verfügung.

Beleuchtung von Displays und Hinweisschildern

LED-Lichtleisten, ausgelegt für 12 V DC, werden bereits für eine Fülle von Leuchtschildern, Zeichen- und Piktogramm-Beleuchtungen sowie Hinterleuchtungen verwendet. Die Lichtleisten, mit einer Reihe farbiger LEDs besetzt, strahlen ihr Licht in die Kanten einer lichtleitenden oder vor-

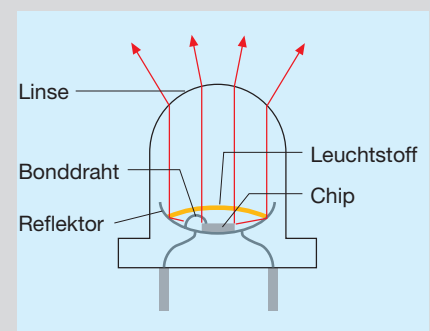
Autor

Dr. Joachim Wolff ist freier Fachjournalist in Potsdam.



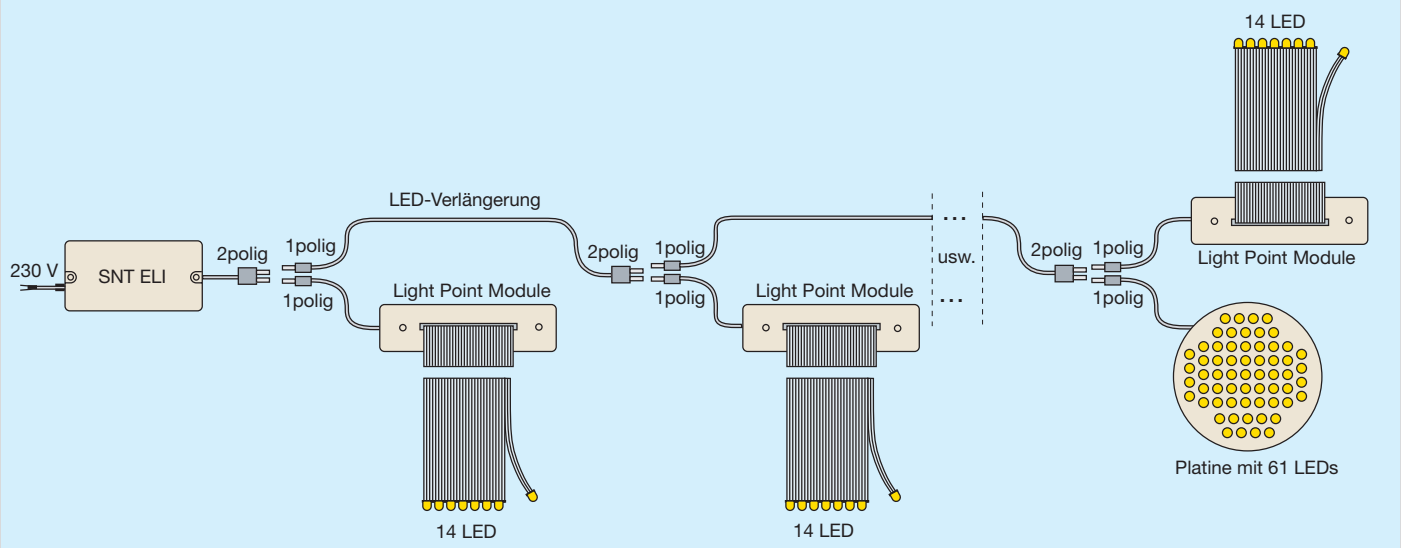
1 Seit über 5 Jahren übertreffen Leuchtdioden in ihrer Lichtausbeute die Glühlampen

(Quelle: Insta/Hewlett Packard)



2 Schema einer „weißen“ Leuchtdiode mit blau-leuchtendem LED-Chip

(Quelle: Insta)

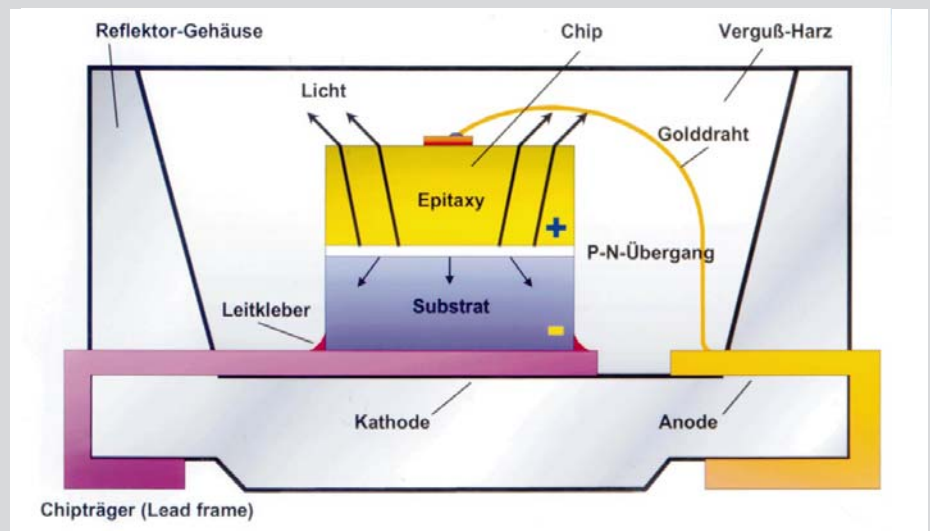


③ System-Komponenten für den Aufbau von LED-Anwendungen: Platinen mit 62 LEDs, Light-Point-Module mit 14 Einzel-LEDs, Schaltnetzteile, steckbare LED-Verlängerungsleitungen (Quelle: Insta)



④ Platine mit 7 x 7 konventionellen LEDs in Bauhöhe 16 mm (Foto: Insta)

⑤ Rote und blaue LEDs geben der Erdenbauleuchte variable Farbeffekte (Foto: We-ef)



⑥ Schematischer Aufbau einer TOPLED (Foto: Osram)

Begriffe

Farbetemperatur: durch einen leuchtenden Körper verursachte Farbempfindung – entspricht der Temperatur, die ein schwarzer Strahler annehmen müßte, um die gleiche Farbempfindung wie der zu kennzeichnende Strahler auszulösen.

Farbwiedergabe: Auswirkung der Strahlung einer Lichtquelle auf den Farbeindruck von Objekten

Beleuchtungsstärke: Verhältnis von Lichtstrom zu beleuchteter Fläche

SMD-LED: Surface Mounted Device-LED

wärtsstreuenden Kunststoffplatte ein. Dabei können eingearbeitete Zeichen erleuchtet oder auch ausgearbeitete Schablonen oder Bilder hinterleuchtet werden. Durch die Lichtstreuung in der Platte kann auch Licht verschiedenfarbiger LEDs zu neuen Farbtönen gemischt werden. Über fluoreszierende Beimischungen lassen sich in der Streuplatte sogar andere Farben als die der einstrahlenden LEDs erzeugen. Feste Verklebung ermöglicht Abdichtung und Schutz für Innen- und Außenanwendung. Auf diese Weise konnten mit den Lichtleisten so unterschiedliche Systeme wie Displays für Einkaufspassagen, Straßen- und Hausnummern-Schilder, Orientierungshilfen und Wegeleuchte für ein Kino und für Bahnsteigkanten realisiert werden.

Wegeleuchte für den Außenbereich

Eine Erdenbauleuchte (Bild ⑤) von der Fa. We-ef, Bispingen, nutzt den Effekt farbiger LEDs im Außenbereich, um in Passagen oder Innenhöfen eindrucksvolle Farbakzente zu setzen. Die eingesetzten 166 wahlweise roten, grünen, gelben und/oder blauen LEDs geben der diffus leuchtenden Fläche ein gleichmäßiges Licht. Sie werden mit 1-10 V betrieben, sind dimmbar und können auch mit einem Steuermodul für Bussysteme ausgestattet und angesteuert werden. Der Energieverbrauch liegt bei max. 10 W. Die extrem hohe Lebensdauer von mehr als 200.000 h sichert einen niedrigen Wartungsaufwand.

In Lichtsignal- und Lichtleitanlagen für den Straßenverkehr können LEDs die Betriebs- und Wartungskosten wesentlich senken. Während Glühlampen in Verkehrssignalanlagen etwa jährlich einmal ausgetauscht werden müssen, rechnet man bei LEDs mit einer Einsatzdauer von etwa sieben Jahren. Gleichzeitig erreichen rote LEDs höhere Lichtausbeutewerte als rote Glühlampen. Außerdem kann ihre Lichtausstrahlung gebündelt werden, so daß wesentliche Energiekosten-Einsparungen zu Buche schlagen. Die Umstellung roter Verkehrssignalanlagen auf LEDs ist zwar zunächst mit relativ hohen Anlagekosten verbunden, jedoch rechnet man in den USA durch die hohen Betriebs- und Wartungskosten-Einsparungen mit Amortisierungszeiten von weniger als zwei Jahren. Demzufolge wird in der weiteren Entwicklung eine Umstellung aller Verkehrssignalanlagen auf LEDs innerhalb der nächsten zehn Jahre erwartet.

Mit höheren Lichtstärken zu neuen Anwendungen

Wie im ep, Heft 1/99, S. 5, berichtet, haben Osram und Siemens Halbleiter ein Joint-venture-Unternehmen gegründet: Osram Opto Semiconductors GmbH & Co OHG mit Sitz in Regensburg. Als umsatzträchtigste Produktparte gelten LEDs. Das Produktsortiment umfaßt außerdem IR-Bauelemente, PowerLaser, Displays u.a. Für TopLED, erste Generation der weißen LED in SMD-Technologie aus diesem Unternehmen, erreichte eine Lichtstärke von 20 mcd. Die Grundlage ist die blaue LED mit gelb-emittierendem Leuchtstoff. Ihre Vorzüge zeigen sich bei extremen Betriebsbedingungen, energiekritischen Anwendungen und bei aufwendiger Lichtquellen-Auswechselung. Im Einsatz ist sie bereits im neuen Audi Sportcoupé TT.

Die zweite Generation war für Anfang 1999 mit Lichtstärkewerten von 60 - 80 mcd angekündigt. Für weiße Leuchtdioden werden Anwendungen für Informationstafeln, Notausgang-Beleuchtung, vielen Anzeige-Beleuchtungen, in Fahrzeugen und für Leseleuchten anstelle von kleinen Glühlampen erwartet. Den schematischen Aufbau einer TOPLED zeigt Bild ⑥.

Lichtstärkewerte um 500 mcd erreicht Power-TOPLED, eine neue Hochstrom-Leuchtdiode im SMD-Gehäuse. Es gibt sie in ambergelb und gelb, später auch in orange und superrot. Leuchtdioden der CHIPLED-Baureihen sind auf kleinere Baugrößen ausgelegt und für Handys und „Handheld“-Computer vorgesehen.

Gegenwärtig ist bei Halbleiter-Lichtquellen ein Entwicklungsschub zu beobachten, der bei Leuchtdioden zu deutlich erhöhten Lichtstärke- und Lichtausbeute-Werten führt. Da sie zunehmend mit konventionellen Lichtquellen konkurrieren, ist ihr Weg in die Allgemeinbeleuchtung vorgezeichnet. 