

# Allgemeinbeleuchtung mit LED

R. Baer, Berlin

Die forcierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Licht emittierenden Dioden (LEDs) ermöglicht in immer stärkerem Maße deren Einsatz in der Allgemeinbeleuchtung, wie viele Anwendungsbeispiele auf der Light + Building 2002 gezeigt haben. Ihre Anwendung für die Signalanzeige, also in Leuchten für Leuchtzwecke, erfolgt bisher schon in vielfältiger Weise.

## 1 Stand der Technik

### 1.1 Entwicklungen bei den LEDs

Die günstigen technischen Eigenschaften wie geringe Lichtquellengröße, hohe Lebensdauer, Betrieb an geringer Spannung, flackerfreier Betrieb, geringer Lichtstromrückgang während der Lebensdauer, hohe Schalt- und Stoßfestigkeit und Licht ohne UV- und IR-Anteil prädestinieren diese Lichtquellenart förmlich für die Beleuchtungsanwendung.

„**Weißes Licht**“. Schwachpunkte sind zurzeit noch die Farbwiedergabeeigenschaft der weißen LEDs und die Lichtausbeute. Weißes Licht kann mit zwei Methoden erzeugt werden: Einerseits durch die additive Farbmischung mit roten, grünen und blauen (R-G-B) LEDs und andererseits durch Nutzung von Lumineszenzfarbstoffen. Hierbei wird bei blauen und blau-grünen LEDs ein Strahlungsanteil durch den Leuchtstoff als gelb-orangeres Licht emittiert. Die Überlagerung beider Strahlungsanteile ergibt weißes Licht.

Trotz hoher Leuchtdichte entsteht speziell bei weißen LED-Modulen noch immer der Eindruck von farblich unterschiedlichem Licht. Durch verbesserte Test- und Sortierverfahren ist es aber jetzt möglich, das jeweilige Spektrum enger zu fassen, so dass Farbgruppen entstehen, deren LEDs sich spektral kaum unterscheiden und damit LED-Module möglich werden, die homogenes weißes Licht aufweisen.

**Farbtemperaturbereich.** Die weißen LEDs liegen im Farbtemperaturbereich von 4000 K bis 7000 K, der Farbwiedergabeindex liegt bei  $R_a = 70$  (Farbwiedergabestufe 2B).

**Lichtausbeute.** Bei der Lichtausbeute erreichte die Industrie in den vergangenen Jahren eine Verdopplung der Werte alle zwei Jahre. Wie auf der Light + Building gezeigt, liegt die Lichtausbeute der LEDs in-

zwischen deutlich über 20 lm/W. Sie ist stark von der Lichtfarbe und der LED-Bauform abhängig. In der Serienfertigung werden derzeit standardmäßig über 30 lm/W für rote und gelbe LEDs erreicht, im Labor sind schon bis zu 100 lm/W erzielt worden. Weiße LEDs auf Lumineszenzkonverter-Basis bringen es auf 15 bis 25 lm/W, bei Laborwerten von 50 lm/W.

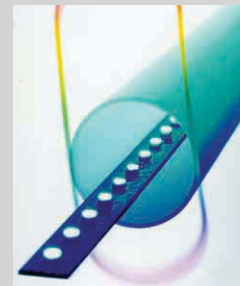
„**Farbiges Licht**“. Besonders für farbveränderliche Anzeigen für Displays, Informationsanzeigen und Beleuchtungsmodule lassen sich auf der Basis des R-G-B-Spektrums die Halbleiterlichtquellen gut einsetzen, da eine vielfache Farbnuancierung durch die elektronische Ansteuerung erzielt werden kann.

### 1.2 Neuheiten der Lampenindustrie

**Breites Einsatzspektrum.** Von der Akzentuierung von Möbeln, Vitrinen und Displays über die wirkungsvolle Betonung von Konturen (z. B. Werbeflächen an Gebäuden) bis hin zur Lichteinkopplung in transparente und lichtstreuende Materialien (wie strukturiertes Plexiglas) erstreckt sich das breite Einsatzspektrum des LED-Modul Linearlight von Osram. Es ist 448 mm lang und mit nach oben abstrahlenden 32 Power Top-LEDs in rot, gelb, grün, blau oder weiß bestückt. Das Modul lässt sich in kleine Einheiten mit 56 mm Länge mit jeweils vier LEDs aufteilen (Bild 1). Mit nur 5 mm Bauhöhe passt es auch in flache Auf- und Einbauten.

Der LED-Typ powerLED von TRIDONIC.ATCO, Dornbirn weist eine Leistungsaufnahme von bis zu 4,8 W bei einer Lichtausbeute von 40 lm/W auf. Diese LED-Module gibt es in drei Bauformen mit farbigem und weißem Licht.

Die Lumileds Lighting, San Jose, ein Gemeinschaftsunternehmen von Philips Lighting und Agilent Technologies, stellte einen neuen LED-Typ Luxeon™ vor, der es bis zu einer Lichtausbeute von 105 lm/W bringen soll. Diese Lichtleistung macht LEDs zu einer praxisrelevanten Lichtquelle für die Allgemeinbeleuchtung. Luxeon-LEDs haben eine Lebensdauer von bis zu 100000 h und bieten darüber hinaus die Möglichkeit einer kontinuierlichen Helligkeitsregelung, Sofortbeleuchtung, präziser Lichtstär-



1 LED-Modul Linearlight Colourmix  
Foto: Osram



2 LED-Modul LEDLUX® auf Netzspannungsbasis  
Foto: Insta Elektro

keverteilung und eine minimale Blendwirkung. Sie sind in den Farben weiß, grün, blau, zyan, rot, rotorange und bernstein verfügbar.

**LEDs für Netzspannung.** Insta Elektro GmbH, Lüdenscheid zeigte mit LEDLUX® erstmalig LED-Module auf Netzspannungsbasis (Bild 2). Diese sind mit einem integrierten Netzteil ausgerüstet und in fünf verschiedenen Lichtfarben erhältlich. Neben den Grundversionen, die mit 18 oder 24 LEDs bestückt sind, stehen auch weitere Varianten zur Verfügung. Durch die voll gekapselte Elektronik und eine rückseitige Klemme für die Anschlussverdrahtung ist die LED-Einheit einfach zu montieren und anzuschließen und in Downlights, Boden- und Wandeinbauleuchten sowie Orientierungsleuchten universell einsetzbar.

**28-V-Einbau-Vorschaltgerät.** Für alle mit 28 V DC zu versorgenden LEDs kann das Einbau-Vorschaltgerät SNT ELI 0-20 W mit bis zu 20 W Leistung eingesetzt werden. Je nach Lichtfarbe können dadurch 182 bis 350 einzelne LEDs in unterschiedlichen Lampen-Bauformen (z. B. LED-Zeilen) betrieben werden. Ein integrierter 1-bis-10-V-Steuereingang ermöglicht die Puls-Weiten-Modulation zur Dimmung der angeschlossenen LED-Lampen. An das SNT ELI 0-20 W kann ein elektronisches Potentiometer (1-10 V) mit Schalter zur zentralen Schaltung der Beleuchtung angeschlossen werden.

## 2 Leuchten mit LED-Bestückung

Die schon erwähnten günstigen technischen Eigenschaften der LEDs räumen den LED-Leuchten zunehmende Anwendungsperspektiven ein.

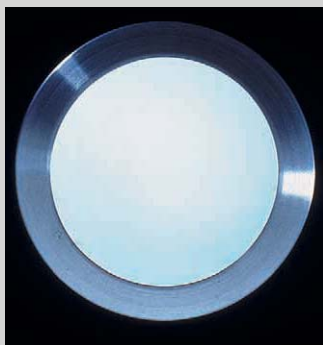
### 2.1 Wand- und Bodeneinbauleuchten

Bei Wand- und Bodeneinbauleuchten ergibt sich ein hoher Gestaltungsspielraum durch die Lichtfarbe und die geometrische Form der Leuchten.

**Dekorationsbeleuchtung.** Die LED-Unicolor-Leuchten Ledos von Zumtobel-Staff mit der geringen Einbautiefe von 65 mm, verschiedenen Lichtfarben und unterschiedlichen Abstrahloptiken ermöglichen

Autor

Dipl.-Ing. Roland Baer ist beratender Ingenieur und freier Fachjournalist im Bereich Lichttechnik aus Berlin.



3 LED-Leuchtscheibe Lumis

Foto: Ansoerg



4 Pendelleuchte LED'S FLY®

Foto: LUDWIG Leuchten



5 LED-Parabol-Farbwechsler

Foto: SILL



6 Rettungszeichenleuchte SPIRIT

Foto: CEAG Sicherheitstechnik

eine kreative Orientierungs- und Dekora-tionsbeleuchtung. Neben der Funktion eines dekorativen Gestaltungselements dienen auch die LED-Orientierungsleuchten von Erco Leuchten, Lüdenscheid als Wege-führungs- und Sicherheitslicht in abgedun-kelten Räumen und Fluren.

**Orientierungsleuchten.** Die Leuchten der Produktserie Lumis von Ansoerg, Mühl-heim für den Einbau in Wand, Decke oder Boden beleben die Gestaltung von Shops, Kinos, Theatern, Büros und öffentlichen Gebäuden (Bild 3). Als Punkte, Kacheln oder Linien in den Farben blau, gelb, grün, rot oder weiß lenken sie Aufmerksamkeit auf Präsentationsflächen, geben Orientie-rung in Fluren oder Treppenhäusern oder zeichnen reizvolle Lichtbilder. Die Leuch-ten können sowohl im Innen- als auch im Außenraum eingesetzt werden. Die Be-schaffenheit des Abdeckglases bestimmt die Lichtwirkung der LED-Punkte. Eine matte Glasfläche erzeugt eine gleichmäßi-ge homogene Leuchtdichte, die Klarglasabdeckung erhöht die Leuchtdichte und eignet sich somit zur punktuellen Beleuchtung.

## 2.2 Bürobeleuchtung

Ein umfangreiches Programm von Schreib-tisch-, Steh-, Pendel, Wand- und Bodenein-bauleuchten bietet Ludwig Leuchten, Meh-ring. Die Pendelleuchte LED'S FLY® (Bild 4) ergänzt die Schreibtischleuchte S1 mit ähnlicher Konstruktion. Die zwei mit 90 LED bestückten Leuchtköpfe aus Alumi-nium sind jeder für sich um 120° schwenk-bar. Die Leuchte ist zwischen 50 cm und 150 cm stufenlos höhenverstellbar. Den ges-talterischen und lichttechnischen Anfor-derungen kann somit problemlos Rechnung getragen werden. Die Leuchte blendet nicht, entwickelt wenig Wärme und ver-sacht keine UV-Strahlung. Bei einem sehr geringen Energieverbrauch von nur 2 x 9 Watt und hoher Lebensdauer des Leuch-tmittels lässt sich eine hohe Wirtschaftlich-keit erzielen. Bei einer Lichtpunkthöhe von

500 mm über der Tischfläche werden für eine Arbeitsfläche von 0,6 m x 0,5 m eine mittlere Beleuchtungsstärke von  $E_m = 470 \text{ lx}$  bei einer Gleichmäßigkeit von  $E_{\min} : E_m$  von 0,74 erzielt.

## 2.3 Akzentbeleuchtung

Besonders gut lassen sich LEDs auch in li-nienförmigen Leuchten anordnen, die so-wohl als funktionelle Beleuchtungselemen-te als auch als kreative Gestaltungselemen-te angewendet werden können. So werden beispielsweise von Waldmann Lichttechnik LED-Schutzrohrleuchten mit Glas- oder Kunststoffrohr als konfektionierte Einhei-ten in der Schutzart IP 67 angeboten. Der Hersteller NORKA, Hamburg bietet die LED-Mini-Rohrleuchte LUZERN 16 mit max. 2 x 32 LEDs und einer Anschlusslei-stung von 8 W in einem Kunststoffrohr mit 16 mm Durchmesser aus glasklarem PMMA an. Von Philips-AEG-Licht ist das System LedLine im Markt. Die LedLine-Module, ein lineares Flutlicht, sind ein uni-versell einsetzbares Lichtwerkzeug für architektonische Anwendungen. Das beginnt bei einzelnen Lichtlinien und reicht bis zu leuchtstarken Lichtwänden. Die LedLine-LEDs haben die Helligkeit konventioneller Lampen. Jeweils zwölf sind auf einer Lei-terplatte zusammengefasst, die in ein IP-65-Modul aus Aluminium eingesetzt wird und eine optische Einheit ergibt. Dabei hat man die Auswahl zwischen weißen, roten, blau- en, grünen und gelben Farben. Auf Grund der unterschiedlichen Modullängen von 30 cm bis 120 cm kann die Installation exakt auf die architektonische Struktur von Ge-bäuden zugeschnitten werden. Fachgerecht angebracht, sorgen die extrem engen Licht-kegel der LEDs für eine gleichmäßige Be-leuchtung und verhindern durch ihren ge-ringen Abstand zur beleuchteten Oberflä- che störendes Streulicht.

## 2.4 Farbwechsler

Die Franz Sill GmbH, Berlin brachte den LED-Parabol-Farbwechsler 021/022 (Bild

5) für Anstrahlungen auf den Markt. In ei-nem Parabolstrahlergehäuse sind LED-Platinen mit jeweils 360 oder 900 LED in den Farben blau, grün, rot eingebaut. Mit einem Steuermodul lassen sich die drei Lichtfarben so ansteuern, dass eine Farb-wechselfolge stattfindet oder Farbverläufe über eine Programmierung abrufbar sind.

## 2.5 Kennzeichenleuchten

**Fluchtwegbeleuchtung.** Ein weiteres Ein-satzgebiet von LEDs sind Kennzeichen-leuchten, wie die Rettungszeichen-Schei-benleuchte SPIRIT (Bild 6) von CEAG Sicherheitstechnik GmbH, Soest. Hier er-möglicht die LED-Technik ein filigranes Design und somit den Einsatz dort, wo eine architektonisch anspruchsvolle Umge-bung besonders hohe Maßstäbe setzt. Darüber hinaus gewährleistet der im Netzgerät inte-grierte CG-S-Baustein neben einer siche-ren, zuverlässigen und kostengünstigen Einzelüberwachung auch die beliebige Schaltbarkeit jeder einzelnen Leuchte. Die elegante Transparenz der Leuchte setzt neue Akzente in der modernen Notlicht-Architektur und ermöglicht eine sinnvolle Integration der Fluchtwegkennzeichnung in nahezu jedes anspruchsvolle Gebäude-konzept.

**Flugplatzbefeuerung.** Hohe Betriebskos-teneinsparung erzielt die LED-Technik z. B. bei der Flugplatzbefeuerung. Das von Thorn, Essex entwickelte System erfüllt die Abnahmebedingungen der Luftfahrtbehör-de. Die oberhalb des Bodenniveaus instal-lierten LED-Leuchten, bestehend aus ei-nem optischen System mit definiertem Ab-strahlungswinkel, bestückt mit 6 LEDs der Farben blau, grün, rot, gelb und weiß in ei-nem Aluminiumdruckgussgehäuse, können als Begrenzungslicht für Start- und Landebahnen, als Rundumleuchte oder diame-tral strahlende Leuchte eingesetzt werden. Beim Einsatz als Rollfeldmarkierung sind die Leuchten mit vier LEDs ausgestattet und ermöglichen eine getrennte Beleuch-tung in beiden Anflugrichtungen ■