

Konkurrenz für die LED

Der Paradigmenwechsel von der Glühlampe hin zu alternativen Lichtquellen ist in Europa inzwischen gesetzlich besiegelt. Dies macht die LED zunehmend als Lichtquelle für die allgemeine Beleuchtung interessant, gilt sie derzeit doch als das am einfachsten einsetzbare neue Leuchtmittel mit hohem Wirkungsgrad und vielen technischen Optionen. Die von der Firma Global LightZ entwickelte e³-Technologie könnte ihr hier jedoch den Rang streitig machen.

Das Grundprinzip der e³-Technologie (*energy-efficient excitation* = energieeffiziente Anregung) ist die Ionisierung gasförmiger Teilchen. Die e³-Leuchtröhren fallen damit in die Kategorie der Niederdruck-Entladungslampen. Anders als herkömmliche Leuchtstoffröhren sind die e³-Lampen nicht nur ca. 3 mm dünn, sondern ordnen die ionisierten Teilchen auch immer wieder zu kurzzeitig stabilen (vorgegebenen) atomaren Strukturen, die es e³ dann erst ermöglichen, das gewünschte Licht zu erzeugen. Sie können in unterschiedlichsten Formen produziert werden und kommen v.a. in Industrie- und Fahrzeugdisplays und Digital-Signage-Anwendungen seit über 10 Jahren zum Einsatz. Doch e³-Lampen bieten sich auch für die allgemeine Beleuchtung an. Mit ihrer langen Lebensdauer (rund 50.000 Stunden), den geringen Abmessungen und der niedrigen Systemkomplexität weisen sie wichtige Merkmale der LED auf. Darüber hinaus liefern e³-Lampen praktisch blend- und schattenfreies Licht, da sie nicht punktförmig abstrahlen. Ein weiterer Vorteil von e³-Lichtquellen gegenüber LEDs ist die geringere Hitzeentwicklung am Gehäuse. 2009 stellte die koreanische Dankook University auf einer Fachtagung in China eine Studie vor, die belegt, dass LEDs bis zu 95 Prozent ihrer Energie durch Hitzeleitung oder -konvektion an die Umgebung abgeben. Bei den getesteten e³-Lichtquellen hingegen lag dieser Wert bei maximal 54 Prozent (Bild 1).

Energie- und Kosteneffizienz

Zur zentralen Frage der Effizienz hat Global LightZ eine Studie erstellt, die unterschiedliche Lichtquellen in einer praktischen Anwendungssituation gegenüberstellt (Bild 2). Alle Lichtquellen wurden im selben standardisierten Testaufbau eingesetzt. Dabei wurden technische Daten so weit wie möglich von Global LightZ selbst bzw. einem beauftragten Messlabor gemessen. Wo dies nicht möglich war, wurde auf die Angaben der jeweiligen Hersteller zurückgegriffen.

In der Studie sind neben dem elektrischen Wirkungsgrad auch die wirtschaftlichen Aspekte der Anschaffungs- und Betriebskosten berücksichtigt. Die Preise der Lichtquellen wurden dabei den Katalogen der jeweiligen Hersteller entnommen, die zum Zeitpunkt der Messung gültig waren. Im Beispielfall beträgt die Leistungsaufnahme einer e³-

Lichtschiene 14 W, während die verwendete LED – verwendet wurde eine gängige Glühbirnen-Ersatzversion eines namhaften Herstellers – mit 7,5 W auskommt. Allerdings werden im konkreten Fall vier LEDs gebraucht, während nur eine e³-Lampe eingesetzt werden muss. Bei der effektiven Lichtausbeute fällt die LED im Versuch deutlich zurück: Während sich für die LEDs (ebenso wie für Energiesparlampen) eine Lichtabgabe von 40 lm/W ergibt, sind es bei der e³-Lichtquelle 57 lm/W (jeweils für Lichtquellen vergleichbarer Lichtqualität und Farbwiedergabe).

Bei all ihren Vorteilen sind LEDs in der Anschaffung immer noch deutlich teurer als andere Leuchtmittel. Dies gilt auch für e³-Lichtquellen. Im erwähnten Beispiel kostet eine der verwendeten LEDs 120 Euro, während die e³-Lichtschiene immerhin noch mit 100 Euro zu Buche schlägt. Da aber mehrere LEDs zum Einsatz kommen, liegt die e³-Lösung letztlich bei nur knapp einem Fünftel der Kosten für die LED-Variante (jeweils für gleiche Lichtmenge in Lumen).

Die Preise für LED-Backlight-Units vom Typ Edge sind im Lauf des Jahres 2009 laut einer Studie des Branchenforschungsinstituts DisplaySearch von fast 200 auf etwa 130 Dollar gefallen. Dies lässt für die Zukunft ein Sinken der Anschaffungskosten für LEDs generell erwarten. Allerdings beziehen sich die erwähnten Stückkosten von 100 Euro für die e³-Lampe noch auf einen Prototyp für den Einsatz in der Allgemeinbeleuchtung. Bei Serienfertigung ist also auch bei diesem Leuchtmittel mit deutlichen Skaleneffekten zu rechnen. Global LightZ bietet interessierten Kooperationspartnern ein Lizenzmodell an, in dessen Rahmen sich existierende Produktionsanlagen relativ einfach von CCFL-, Energiesparlampen- oder Leuchtstofflampen-Fertigung auf die Massenherstellung von e³-Leuchtmitteln umstellen lassen.

Eine betriebswirtschaftlich sinnvolle Betrachtung der Kosteneffizienz muss jedoch auch die Lebensdauer der Produkte berücksichtigen. Aufgrund der Erfahrungen mit dem Einsatz von e³ in industriellen Displays und anderen Investitionsgütern kann die durchschnittliche Lebensdauer dieser Lichtquellen mit 50.000 Stunden angesetzt werden.

Summiert man die benötigte Leistung über diesen Zeitraum, so erhält man einen Verbrauch über die gesamte Lebenszeit von 700 kWh. Bei angenommenen Stromkosten von 15 Cent pro kWh ergeben sich in der Summe mit den Anschaffungskosten letztlich Gesamtbetriebskosten von 205 Euro. Für die LED-Lösung errechnen sich über denselben Zeitraum 592,50 Euro. Betrachtet man die Kosten pro 1 Lumen effektiver Lichtausbeute, so schneidet die LED mit 1,97 Euro auch gegenüber konventionellen Leuchtmitteln schlecht ab. Zum Vergleich: 1 Lumen Glühbirnenlicht kostet nach dieser Berechnung 57 Cent, bei der Energiesparlampe liegen die Kosten dagegen nur bei 26 Cent. Die e³-Lampe liegt mit 25 Cent sogar noch leicht unter diesem Wert.

Messverfahren

Bei der Bewertung von e^3 gegenüber LEDs muss berücksichtigt werden, dass die verglichenen Werte durch unterschiedliche Messverfahren zustande kommen und ein direkter Vergleich nicht immer kommentarlos möglich ist. So wurden die Effizienzmessungen für die e^3 -Lampen bei Global LightZ in einem Kugel-Spektrophotometer (Ulbricht-Kugel) bei einer Raumtemperatur von 25 °C vorgenommen. Entscheidend ist: Alle Messungen erfolgen bei Volllast.

Dagegen werden Messungen an LEDs üblicherweise bei einer Temperatur von 20 °C bei niedrigen Leistungen und kurzen Pulsen vorgenommen. Dadurch können sich Leistungsdaten ergeben, die denen der e^3 -Lichtquellen überlegen sind. Die LED wird dieses Niveau unter Volllast aber in der Regel nicht halten können, sodass die Werte der LED in der Praxis deutlich schlechter ausfallen können. Bei Einsatz von e^3 -Technologie ist hingegen eher mit dem umgekehrten Effekt zu rechnen.

Qualitative Vorteile

Festzuhalten bleibt: In der Gegenüberstellung mit der LED weist die e^3 -Technologie ähnlich gute oder bessere Effizienzwerte auf. Sie kann aber noch auf weiteren Gebieten punkten, beginnend beim grundlegenden Layout der Lichtquelle: Im Unterschied zur LED ist die e^3 -Röhre typisch linien- und nicht punktförmig; da die Abstrahlung des Lichts entlang der Achse extrem gleichmäßig erfolgt (Bild 3), ist das von ihr abgegebene Licht außerdem praktisch blend- und schattenfrei. In Verbindung mit seinem sehr hohen Colour-Rendering-Index (CRI) bietet sich e^3 -Licht somit für alle Umgebungen an, in denen eine Verfälschung der Objektfarben durch Kunstlicht vermieden werden muss. Für Farbtemperaturen zwischen 2000 und 8000 K liegt der CRI von Global-LightZ-Produkten standardmäßig bei mindestens 82. Je nach Aufwand und Kosten ist jedoch ein CRI von mehr als 95 möglich. Aktuelle „High Colour Rendering“-LEDs erreichen dagegen nur einen CRI-Wert von 90.

Was die physikalischen Grundlagen der Simulation von natürlichem Licht betrifft, geht die e^3 -Technologie im Vergleich zur LED einen einfacheren Weg: Anstatt das Tageslichtspektrum von den Rändern des RGB-Farbraums aus Rot, Grün und Blau zu mischen, adressieren e^3 -Lichtquellen die entsprechenden Werte der Planckschen Kurve direkt (Bild 4). Auf der Light + Building 2010 (Stände 4.0 B31 und 5.0 A04) wird erstmals eine e^3 -Version vorgestellt, bei der das gesamte Lichtspektrum von ca. 2000 K bis 20.000 K stufenlos einstellbar ist. Dies ermöglicht individualisierte Lichteffekte oder die Simulation natürlicher Lichtverläufe, wie sie bisher nur von den dynamischen Lichtprodukten großer Anbieter wie Philips bekannt sind. Für diese Produkte werden derzeit aber vorwiegend noch Leuchtstoffröhren oder Halogenlampen als Lichtquellen benutzt; die elektrische Leistungsaufnahme ist relativ hoch und der Aufbau voluminös. Somit steht der Trend zu dynamischem Licht in einem Zielkonflikt mit dem Trend zu mehr Energieeffizienz. Die Integ-

ration von e³-Lichtquellen in Consumer-Lighting-Produkte könnte eine Lösung für dieses Dilemma bieten – bei zusätzlich drastisch verbesserter Design-Freiheit.

Dipl.-Ing. Stefan Liesenfeld