

# So viel Licht wie nötig – so wenig Strom wie möglich

## DIGITALE LICHTQUELLEN MACHEN BELEUCHTUNGEN EFFIZIENTER

Die Lichtausbeute herkömmlicher Leuchtmittel lässt zu wünschen übrig. In der aktuellen Energiespardiskussion bekommt die LED daher einen immer höheren Stellenwert. Für lange Lebensdauer und höhere Effizienz ist sie bereits bekannt, aber jetzt lässt sich bei der »XED« auch der Farbort genau bestimmen. – Ein weiteres wichtiges Argument für die Akzeptanz XED-basierter Lichtquellen und für das Energiesparen im Alltag.

### STEFAN TASCH

Eine kürzlich vom US-Energieministerium durchgeführte Studie [1] besagt, dass in Zukunft 85 Prozent der Beleuchtungen mit Leuchtmitteln, die auf anorganischen Leuchtdioden (LED) basieren, ausgestattet sein werden. Weltweit werden 19 Prozent der Energie für Beleuchtungen verbraucht. Mit LED-basierten Leuchtmitteln lässt sich aufgrund einer höheren Lichtausbeute Energie sparen und somit die CO<sub>2</sub>-Belastung sowie die daraus folgende globale Erwärmung reduzieren.

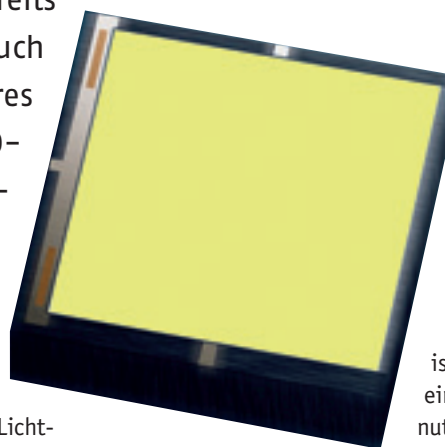
### Höhere Lichtausbeute reduziert Energieverbrauch

Die Lichtausbeute beschreibt das Energiesparpotenzial eines Leuchtmittels. Sie errechnet sich aus dem Wert der erzeugten Lumen (proportional zur Anzahl und Sichtbarkeit der Photonen) pro verbrauchter elektrischer Energie in W (proportional zum Strom oder zur Anzahl der injizierten

Elektronen). Handelsübliche weiße LEDs haben derzeit eine Lichtausbeute von etwa 50 lm/W. Dieser Wert ist bereits mehr als dreimal so hoch wie der von Glühlampen und mehr als doppelt so hoch wie der von Halogenlampen, welche mit einer Glühlampentechnologie arbeiten, die auf Temperaturabstrahlung basiert.

Hersteller von LED-Kuben reden bereits von Laborwerten > 150 lm/W für weiße Leuchtmittel auf LED-Basis. Daher ist es realistisch, dass in ein paar Jahren weiße LEDs mit solchen Werten erhältlich sein werden. Das bedeutet, dass sie um mehr als 50 Prozent effizienter wären als jedes andere heute existierende Leuchtmittel. Die tatsächliche Ausbeute von Glühlampentechnologien, die auf den effizientesten weißen elektrischen Entladungslampen (Leuchtstoffröhren oder Natriumlampen) basieren, liegt bei < 100 lm/W.

Die Lichtausbeute ist jedoch nur ein wichtiger Parameter. Ebenso bedeutend



1 Intelligent gesteuertes Licht ist effizienter

ist es, Licht intelligent einzusetzen. Im Alltag nutzen viele Beleuchtungskörper das Licht nicht effizient.

Das liegt unter anderem daran, dass das Glühlampenlicht mit großen, teuren Reflektoren in den Beleuchtungskörpern optisch gelenkt werden muss. Das in unerwünschte Richtungen abstrahlende Licht geht nicht nur verloren oder wird absorbiert, sondern kann sogar störend wirken und zur Lichtverschmutzung führen.

### Mikrooptiken lenken das Licht effizienter

Leuchtmittel auf LED-Basis bestehen aus zahlreichen Punktlichtquellen (LED-Chips), die mit Mikrooptiken kombiniert werden können. Diese Optiken lenken das Licht effizient und nur in die gewünschte Richtung. Dies ist aber nur eine Eigenschaft von intelligenten Leuchtmitteln. Außerdem ist wichtig, dass Licht nur dort erzeugt wird, wo es gebraucht wird, und



### Die nanoXED im Größenvergleich

auch nur dann, wenn es gebraucht wird. Häufig brennt Licht an Orten, an denen sich niemand aufhält. Intelligentes Licht ist nicht statisch, sondern erkennt die Lichtmenge und passt sich dynamisch an die Lichtverhältnisse und/oder die Anwesenheit von Personen an.

Der Energieverbrauch hängt aber nicht nur vom Leuchtmittel selbst ab, sondern auch von den häufig erforderlichen Konvertern. Auch bei Leuchtmitteln, die im Prinzip effizienter sind (Entladungslampen), muss der Konverter eine hohe Wechselspannung für den Antrieb erzeugen und verbraucht daher einen wesentlichen Teil der elektrischen Energie. Je nach Konverter-Technologie, zum Beispiel bei Konvertern, die auf der Magnettechnologie basieren, verbraucht der Konverter bis zu 30 Prozent. Die auf elektronischer Technologie basierenden Konverter sind wesentlich effizienter.

Leuchtmittel auf LED-Basis dagegen lassen sich mit konstantem Gleichstrom betreiben, der mit Verlusten von < 10 Prozent erzeugt werden kann. Im Prinzip lassen sie sich einfach mit Gleichspannung aus Solarzellen kombinieren und erreichen eine Lebensdauer von > 50 000 h. Diese Leuchtmittel sind jedoch auf dem allgemeinen Beleuchtungsmarkt nur in Nischenanwendungen erhältlich, vor allem aufgrund des Designs und der aufwendigen Wartung. Bei der Vermarktung sind der Preis und die Verfügbarkeit die größten Hürden. Während die Preise mit zunehmendem Produktionsvolumen sinken, bleibt die Verfügbarkeit von LED-Halbleitern ein Problem. Letztere wird nämlich vom Durchsatz der verschiedenen LED-Fertigungen bestimmt, die im Moment aufgrund der Patentschutzsituation betreffend GaN-LEDs von einigen wenigen Unternehmen kontrolliert werden.

### Exakte Farbtemperatur erhöht die Akzeptanz

Neben dem LED-Chip selbst liegt eine weitere Schwierigkeit in der Herstellung der weißen LEDs, die mittels Farbkonversion aus blauen LEDs produziert werden. Diese Farbtechnologie ist immer noch ein Hindernis bei der Herstellung guter LED-ba-

sierender Leuchtmittel. Entscheidend für die Qualität sind die Konversionsmaterialien und eine angemessene Kontrolle des Farbkonversionsprozesses.

Für weiße LEDs werden heute vor allem zwei Konversionsmaterialien verwendet: zum einen YAG:Ce, das am häufigsten verwendete Material, und zum anderen Orthosilikate:Eu. Das Luminophor YAG kann effizient im blauen Spektralbereich aktiviert werden und strahlt ein gelb-orangefarbenes Licht aus, was zusammen LEDs im kaltweißen und neutralweißen Bereich ergibt. Möchte ein Kunde eine bestimmte Farbtemperatur erwerben, muss der Leuchtmittelhersteller einen Binning-Prozess

### KONTAKT

LEXEDIS Lighting GmbH,  
A-6850 Dornbirn,  
Tel. +43 (0) 55 72 /3 90 -12 16,  
Fax +43 (0) 55 72 /3 90 -9 12 16,  
[www.lexedis.com](http://www.lexedis.com)

durchführen. Die Produktion von Weißlichtpaketen ergibt eine breite Verteilung weißer Farbtöne, die später in einzelne Bins eingeteilt (Binning) und dann dem Kunden innerhalb bestimmter Toleranzgrenzen angeboten werden.

Binning ist für den Kunden problematisch, wenn er nicht die gewünschte weiße Farbtemperatur, sondern nur eine bestimmte Binning-Kombination bestellen kann. Außerdem schränkt es die Verfügbarkeit von Weißlichtpaketen auf LED-Basis ein, da auch weiße Farben, die kein Kunde braucht oder haben will, produziert werden. Bei der Herstellung anderer Glühlampentechnologien werden die außerhalb des Standards liegenden Farbtemperaturen entsorgt.

Lexedis bietet definierte Farbtemperaturen von 6500 K (tageslichtweiß), 4000 K (neutralweiß), 3500 K und 3000 K (warmweiß) innerhalb enger Toleranzgrenzen an. Diese definierten Farbtemperaturen werden durch einen Prozess mit hoher Fertigungssteuerung erzielt, der von Tridonic-Atco entwickelt und von Lexedis verbessert wurde. Bei den für die Farbkonversion verwendeten Materialien handelt es ▶

► sich um Barium-Strontium-Orthosilikat:Eu-Phosphore (BOSE), die in Emissionsfarben von 505 bis 615 nm erhältlich sind. Durch angemessene Kombination dieser Phosphormaterialien lässt sich die gewünschte Farbtemperatur exakt einstellen.

Lexedis hat die »nanoXED« im November 2006 auf den Markt gebracht. Sie befindet sich innerhalb der Toleranzwerte der MacAdams-Ellipse 6 [2]. Das durchschnittliche menschliche Auge kann Farben innerhalb der MacAdams-Ellipse 6 nicht unterscheiden, aber man sollte bedenken, dass jede Farbwahrnehmung individuell ist und auch von der jeweiligen Beleuchtungssituation abhängt. Die nanoXED eignet sich für Beleuchtungszwecke und weist einen Farbwiedergabeindex von  $> 85$  für neutralweiße und warmweiße Farbtemperaturen auf. Das wird durch die Kombination verschiedener Phosphore der BOSE-Reihe erreicht. Der Wärmewiderstand ( $R_{th}$ ) bestimmt die Effizienz und Betriebskosten, denn aus ihm resultiert die Größe der erforderlichen Kühleinheit. Bei der nanoXED erreicht man den  $R_{th} < 12K/W$  durch ein

Paket, das auf hochwärmeleitendem einkristallinem Silizium basiert. Da die Verpackungsdichte hoch sein muss, um die erforderliche Lichtmenge liefern zu können, ist die Größe des Leuchtmittels wichtig. XEDs sind nur  $2,5 \times 2,5 \times 0,6 \text{ mm}^3$  groß. Lexedis geht davon aus, dass sich mit der XED-Technologie Leuchtmittel auf LED-Basis auf dem Markt stärker durchsetzen werden. ■

### Fazit: Klein, sparsam und perfekt in der Farbe

**Lexedis, ein Joint-Venture-Unternehmen des LED-Herstellers Toyoda Gosei und des Beleuchtungsunternehmens TridonicAtco, hat im November 2006 die nanoXED vorgestellt. Das Leuchtmittel hat einen Wärmewiderstand von  $R_{th} < 12K/W$ , einen Farbwiedergabeindex von  $> 85$  für neutralweiße und warmweiße Farben mit exakt definierbaren Farbtemperaturen sowie eine Größe von  $2,5 \times 2,5 \times 0,6 \text{ mm}^3$ . Die Lichtausbeute einer XED 6500 K be-**

**trägt bei 200 mA 45 lm/W. Höhere Lichtausbeute, längere Lebensdauer, aber auch die Möglichkeit, die Lichtmenge und die Einschaltdauer intelligent zu steuern, könnten weltweit zum Energiesparen beitragen.**

### LITERATUR

- 1 U.S. DOE – Energy and Renewable Energy, »Light Emitting Diodes (LEDs) for General Illumination«: Optoelectronics Industry Development Association, Oct. 2002; »Energy Savings Potential of Solid State Lighting in General Illumination Applications«; Navigant Consulting, 2003; »The case for a National Research Program on Semiconducting Lighting«; Hewlett-Packard and Sandia National Laboratories, 1999
- 2 MacAdams-Ellipse mit SDCM »Standardabweichung der Farbanpassung« und »Color Measurements – Theme and Variation« [Farbmessungen – Thema und Variation], Springer Verlag, Berlin 1981

### AUTOR

Dr. STEFAN TASCH ist Geschäftsführer von Lexedis Lighting in Jennersdorf, Österreich.