Wahl der Mittel

Autor(en): **Wouter, Volker**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **136 (2010)**

Heft 47: **Lichtbedarf**

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-130747

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

WAHL DER MITTEL

LED werden mittlerweile auch für die Grundbeleuchtung im Zweckbau eingesetzt. Doch die Frage stellt sich, ob LED in jedem Fall die bessere Alternative zu bewährten Leuchtmitteln sind – nur die Betrachtung über die gesamte Nutzungsdauer bringt einen gerechten Vergleich. Wenn die Vorteile der LED nicht genutzt werden, können sie unter wirtschaftlichen Aspekten die falsche Wahl sein.

LED haben zweifellos das Potenzial, den Beleuchtungsmarkt zu revolutionieren. Gerade für Wechselausstellungen, wie in Museen oder im Verkauf, können dank der grossen Lebensdauer Bewirtschaftungsaufwand und Lagerhaltung reduziert werden. Beim Regulieren der Beleuchtungsstärke (Dimmen) verhalten sich im Gegensatz zu den Leuchtstofflampen sowohl Farbwiedergabe als auch Farbspektrum und -temperatur der LED nahezu konstant. Diese Eigenschaften geben Betreibenden von Beleuchtungsanlagen fast uneingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten mit demselben Leuchtmittel. Der Vergleich der mittleren Lebensdauer einer LED von bis zu 50000 h mit zum Beispiel Fluoreszenzleuchtmitteln, die eine mittlere Lebensdauer von ca. 15000 h erreichen, ist wohl ihr grösster Vorteil (Abb. 1).[1]

NOCH KEINE BESTÄNDIGKEIT IM SORTIMENT

Damit eine LED ihre prognostizierte Lebensdauer erreichen kann, ist eine gute Wärmeableitung unabdingbar. Die Wärme entsteht vor allem im rückwärtigen Bereich der Leuchte und muss dort auch möglichst direkt abgeführt werden, da sonst der Vorteil des wärmefreien Lichtkegels nicht genutzt werden kann. Die Ableitung muss sowohl in der Konstruktion als auch beim Verbauen der Leuchte berücksichtigt werden.
Die hohe Lebensdauer zieht aber grundsätzliche neue Überlegungen nach sich. Das Unterhaltsdispositiv für LED-Leuchten entspricht nicht mehr dem klassischen Vorgehen beim Ersatz von Leuchtmitteln mit geringerer Lebensdauer. Zudem entwickelt sich der LED-Markt derart rasant, dass nicht garantiert werden kann, dass exakt dieselben Leuchtmittel in ein paar Jahren für den Ersatz noch verfügbar sind. Diesem Umstand ist vor allem bei grossräumig zusammenhängenden Installationen (Tunnel, Strassenbeleuchtung, Lichtdecken u. ä.) Rechnung zu tragen. Ein weiterer Punkt ist das sogenannte Binning, welches die qualitativen Merkmale (Lichtausbeute und Farbtemperatur) der einzelnen LED-Chips regelt. Gerade für vorgenannte grossräumige Installationen ist es massgebend, dass LED-Chips für Ersatz und/oder Unterhalt aus demselben Bin beschafft werden können, wenn ein einheitliches Erscheinungsbild erreicht werden soll.

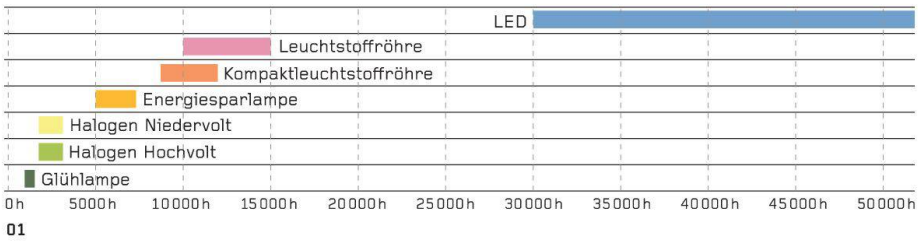
NEUE TECHNISCHE MÖGLICHKEITEN

Die Kompaktheit der LED-Leuchten und die Eigenschaft, dass sie im Gegensatz zu herkömmlichen Leuchtmitteln in Lichtrichtung praktisch keine UV- und IR-Strahlung emittieren, erweitert die Einsatz- und Gestaltungsmöglichkeiten. So können Exponate mit LED-Leuchten aus unmittelbarer Nähe angestrahlt werden, ohne dass durch die Energie der emittierten Strahlung das Exponat unzulässig erwärmt oder ausgebleicht wird. So kann Energie gespart werden, denn die notwendige Leistung, um eine gleichbleibende Beleuchtungsstärke mit einem gegebenen Leuchtmittel erreichen zu können, nimmt mit dem Abstand im Quadrat zu. 2009 baute Coop seine Verkaufsstelle in Oberwil komplett um und stellte die Beleuchtung grösstenteils auf LED um. Nicht nur die Bedienzonen, sondern auch die Kühlmöbel werden

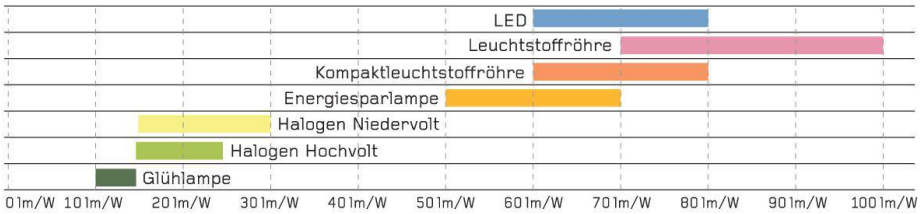
GESCHICHTE DER LED

1907 Entdeckung des Lichtphänomens «LED» im Siliziumkristall (kaltes Licht)
1951 Erklärung des Phänomens durch die moderne Quantenphysik (Luminiszenz)
1961 Erste rote LED der Firma General Electric
1971 Grüne, orange, gelbe LED, Licht für Anzeigen + Signalisation
1988 Steigerung der Lichtintensität durch neue Halbleiterstoffe
1993 Erste blaue LED durch die Firma Nichia
1998 Erste weisse LED (Leistung: 0.02 W), ein Leuchtstoff wandelt Blau in Weiss um
2000 RGB-Technik ermöglicht die Mischung von beliebig farbigem Licht
2003 Erste Power-LED mit 1.2 W Leistung
2009 LED mit bis zu 100 W Leistung
(aus: Bundesamt für Energie, Schlussbericht «Qualitätsmerkmale der LED Beleuchtung»)

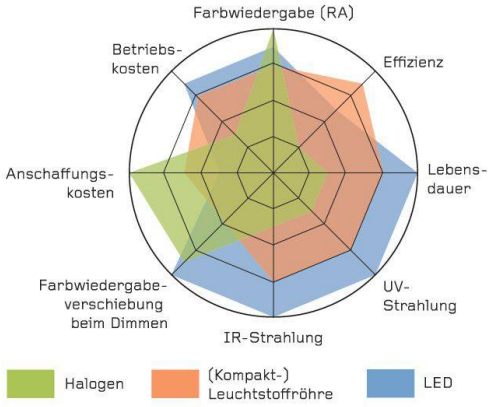
01 Lebensdauer verschiedener Leuchtmittel im Vergleich, bekanntermassen ist die LED das momentan langlebigste davon (Grafiken: Autor)
02 Vergleicht man jedoch den Lumenoutput, zeigt sich ein anderes Bild: Hier gewinnt immer noch die Leuchtstoffröhre, und die Kompaktleuchtstoffröhre ist gleichauf mit der LED
03 Bei der Wahl des geeignetsten Leuchtmittels für eine Beleuchtungsaufgabe müssen neben Lebensdauer und Anschaffungskosten u.a. auch die Betriebskosten und die Effizienz betrachtet werden
04 Energieeffizienz einer LED unter verschiedenen Bedingungen. Der Praxiswert liegt heute häufig etwa bei der Hälfte des beworbenen Wertes im Prospekt.
1. Laborwert = «Werbewert» (LED-Hersteller): kaltweisse Lichtfarbe, gemessen bei Teillast (350 mA), 25 °C Chiptemperatur, ohne externe Stromversorgung
2. Bester Praxiswert (Einfluss Modulhersteller): kaltweisse Lichtfarbe, gemessen bei Teillast (350 mA), 80 °C Chiptemperatur, inkl. externe Stromversorgung
3. Warmweisses Licht (Einfluss Modulhersteller): warme Lichtfarbe, gemessen bei Teillast (350 mA), 80 °C Chiptemperatur, inkl. externe Stromversorgung
4. Volllastbetrieb + warmweisses Licht (Einfluss Modulhersteller): gemessen bei Volllast (700 mA), 80 °C Chiptemperatur, inkl. externe Stromversorgung
5. Inkl. Reflektor (Einfluss Leuchtenhersteller): wie 4, zusätzliche Vorrichtung zur Blendbegrenzung und Lichtlenkung (Grafik: nach «Qualitätsmerkmale der LED-Beleuchtung»)



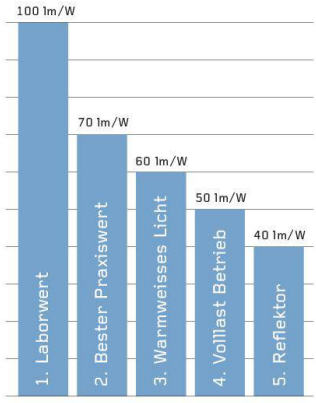
01



02



03



04

ZUKUNFTSTRÄUME VERSUS RESSOURCENKNAPPHEIT

(co) Der LED-Aufbau entspricht dem einer Halbleiterdiode, ein grosser Unterschied besteht in dem verwendeten Halbleitermaterial. Während nicht leuchtende Dioden aus Silizium, seltener aus Germanium oder Selen hergestellt sind, ist das Ausgangsmaterial für LED meist eine Galliumverbindung. Die LED ist je nach Farbe aus unterschiedlichen Mischkristallen aufgebaut, z.B. aus Galliumarsenid (Rot, Rot-Orange, Amber), Indium-Gallium-Nitrogen (Grün, Cyan, Blau, Weiss) oder Galliumnitrid (Blau).

Gallium aus Asien und Afrika

Das Metall Gallium kommt in der Natur nur in geringem Umfang und nur als Beimischung in Aluminium-, Zink- oder Germaniumerzen vor (19 ppm in der kontinentalen Erdkruste). Es kann als Nebenprodukt bei der Produktion von Aluminium oder Zink gewonnen werden, aus wirtschaftlichen Gründen werden die Stoffe jedoch häufig nicht getrennt, sondern weiterverarbeitet, womit der Rohstoff für die Halbleiterindustrie verloren geht.
Die Hauptvorkommen der Galliumreserven liegen in den USA, in Afrika, in Tschechien und in Japan. Aufgrund der Seltenheit des Elementes wird Gallium nur in geringem Umfang verwendet. Aus Gallium werden verschiedene Galliumverbindungen hergestellt, die mit Abstand ökonomisch wichtigste ist Galliumarsenid, das unter anderem für Solarzellen und Leuchtdioden benötigt wird. Im Jahre 2003 wurden 95% des produzierten Galliums hierzu verarbeitet, China ist mit einem Weltmarktanteil von 75% Hauptlieferant.

Indium aus Südamerika

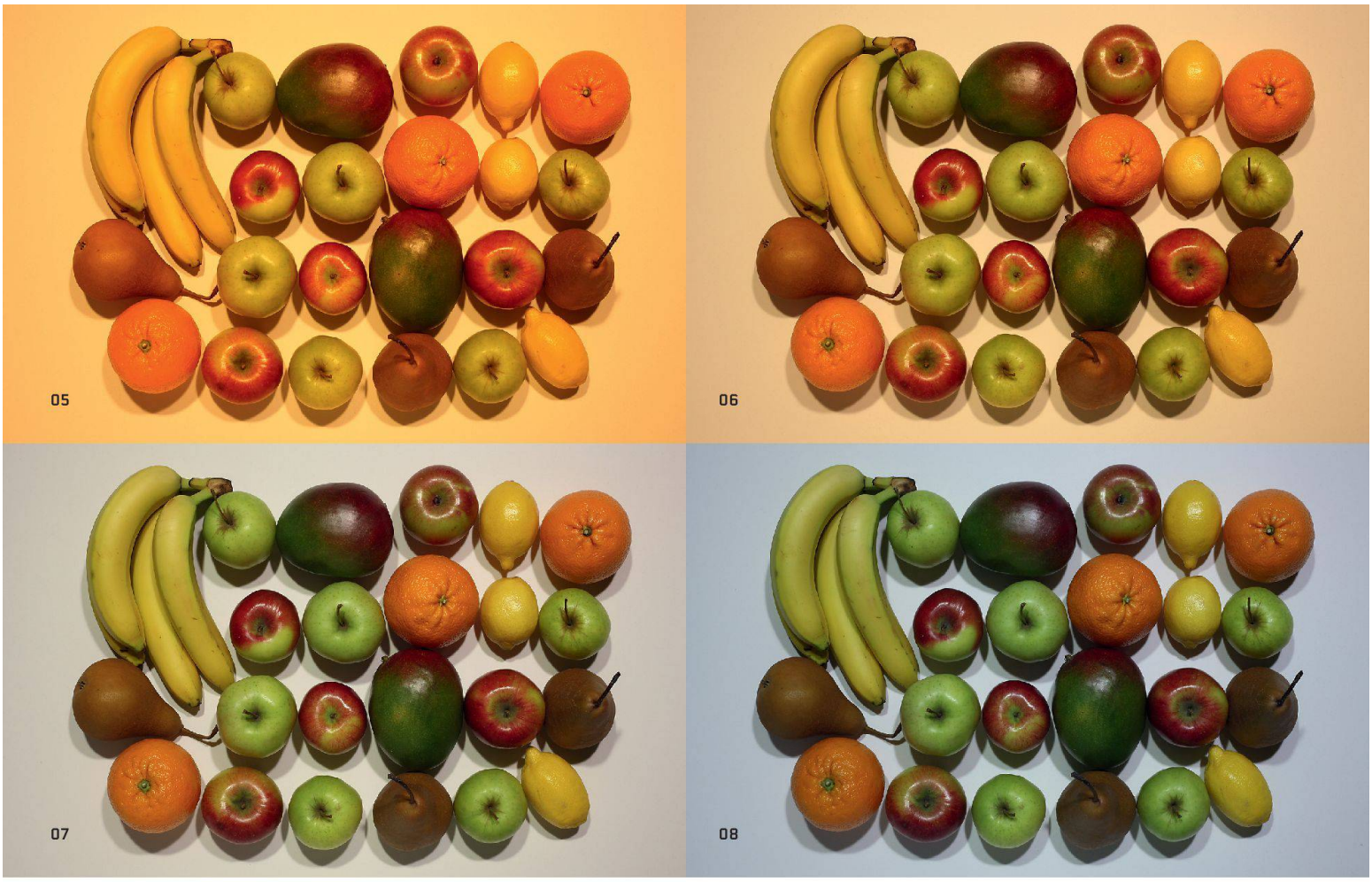
Indiumnitrid, Indiumphosphid, Indiumarsenid und Indiumantimonid haben unterschiedliche Anwendungen in verschiedenen Dioden, wie Leuchtdioden (LED), Fotodioden oder Laserdioden. Als Stromleiter in Flüssigkristallbildschirmen (LCD), organischen Leuchtdioden (OLED), Touchscreens und Solarzellen wird Indiumzinnoxid verwendet.
Die grössten Vorkommen von Indium liegen in Zinkerzen, insbesondere Sphalerit. Die theoretischen Reserven werden auf 16 000 t geschätzt, wirtschaftlich abbaubar sind davon etwa 11 000 t. Die grössten Vorkommen liegen in Kanada, China und Peru. Indiumhaltige Erze werden aber auch in Australien, Bolivien, Brasilien, Japan, Russland, Südafrika, den USA, Afghanistan und einigen europäischen Ländern gefunden.

Abhängige Zukunftstechnologien

Die grosse Gefahr einer Verknappung der kritischen Rohstoffe hängt vor allem damit zusammen, dass ein grosser Teil der weltweiten Produktion auf einige wenige Länder entfällt, vor allem China, Russland, die Demokratische Republik Kongo und Brasilien. Für Zukunftstechnologien wurden 28 t Gallium allein im Jahr 2006 verbraucht. In seiner Studie prognostiziert das Fraunhofer-Institut für 2030 einen Bedarf von 603 t. Damit ist Gallium das untersuchte Metall, für das in Zukunft die grösste Lücke zwischen Bedarf und Angebot vermutet wird. Die Abhängigkeit unserer modernen und technologisch hochinnovativen Industrie ist nicht immer auf den ersten Blick zu sehen: Ohne Germanium hätten wir keine Glasfaserkabel und keine Infrarotoptik und ohne Kobalt keine Lithiumionen-Akkus. Mobiltelefone brauchen seltene Metalle genauso wie Flachbildschirme.
LED mögen ein sehr fortschrittliches und energiesparendes Leuchtmittel sein, hinsichtlich grauer Energie und der mit den Rohstoffen verbundenen Abhängigkeit, in die man sich begibt, jedoch problematisch. Erst wenn eine Gesamtökobilanz für das Leuchtmittel und alle seine Komponenten vorhanden ist, wird der Vergleich der Leuchtmittel realistisch sein.

Literatur/Quellen

– Rohstoffe für Zukunftstechnologien, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Referat III A 5 – Mineralische Rohstoffe I D 4 - 02 08 15 - 28/07,
Download über www.fraunhofer.de möglich
– U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2009
– Vorkommen und Charakterisierung der Metalle www.wikipedia.de

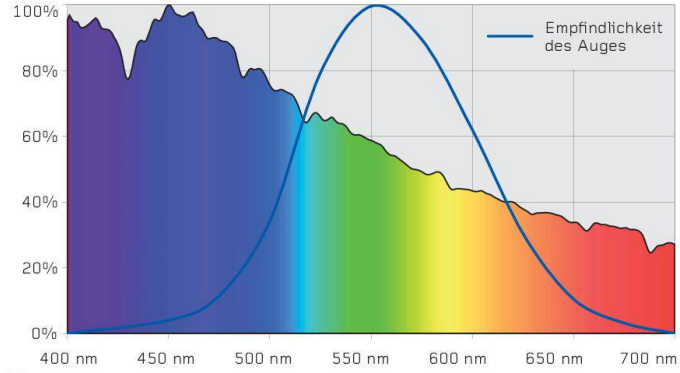


05–08 Die Bilder zeigen dieselben Objekte bei unterschiedlicher Farbtemperatur einer LED-Leuchte bei 2700 K, 3500 K, 5000 K und 6500 K. Je nach Beleuchtungsaufgabe kann die gewünschte Wirkung durch eine entsprechende Farb- und Helligkeitswahl erreicht werden (Foto: Regent Lighting AG)

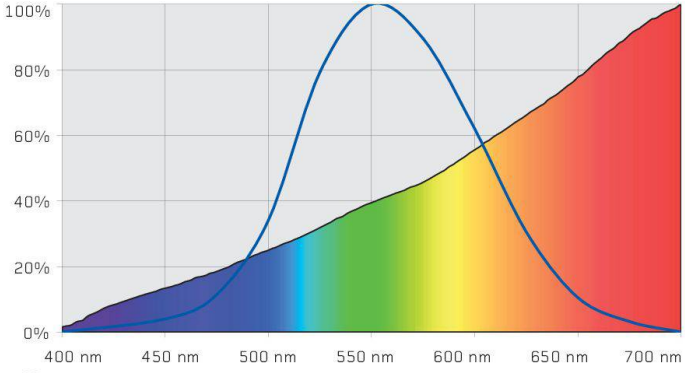
seitdem mit LED beleuchtet, was schliesslich zu weniger Kühl- und Energiebedarf führt. Die Kompaktheit der Leuchten kann auch im Bereich der Sicherheitsbeleuchtung sinnvoll genutzt werden, helfen doch kleinere, punktförmige Leuchten, die geforderte Gleichmässigkeit der Sicherheitsbeleuchtung gemäss SN EN 1838 von 1:40 deutlich einfacher und mit weniger Leuchten zu erreichen als übliche Leuchten, die höhere Lumenpakete und damit Beleuchtungsstärken erzeugen. Zusätzlich können diese kleinen Leuchten auch deutlich eleganter integriert werden und helfen durch die effektivere Ausleuchtung, die Batteriekapazität, die für die Sicherheitsbeleuchtung gefordert ist, zu reduzieren. Durch die einfache und praktisch verlustlose Regulierung ist auch die sogenannte Konstantlichtstromsteuerung durchaus sinnvoll. Diese verhindert, bedingt durch die natürliche Reduktion des Lichtstromes während der Nutzungslebensdauer, eine Überdimensionierung der Lichtinstallation und spart so Energie. Der Energiebedarf für die Herstellung der LED-Lampen wird zurzeit noch untersucht. Nach Aussagen von Osram dürfte sie im Bereich von Sparlampen liegen.[2]

BEDINGT SINNVOLL BEI KURZEN UMBAUZYKLEN

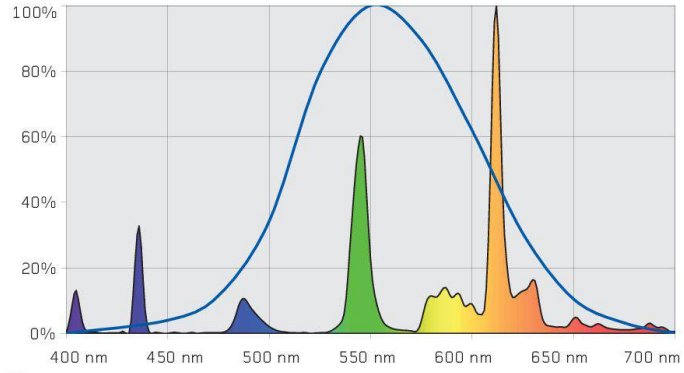
Bei der Entscheidung, ob LED-Leuchtmittel bei einem Bauvorhaben sinnvoll eingesetzt werden können, müssen einige Besonderheiten berücksichtigt werden. Die Beleuchtungskonzepte und die damit verbundenen Ansprüche (optisch, technisch) entwickeln sich stetig, und Umbauzyklen typischer Nutzungen müssen in eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit einbezogen werden. Ist also nicht sichergestellt, dass die seinerzeit angeschafften LED-Leuchten den künftigen Ansprüchen genügen werden, und liegt der Umbauzyklus deutlich unter der Lebensdauer der LED-Leuchten (Leuchtmittel), muss die wirtschaftliche Rechtfertigung der vergangenen Anschaffung der LED-Leuchten hinterfragt werden. Die Tatsache, dass ein Leuchtmittel manchen Sanierungszyklus überleben wird und es sich in der Zwischenzeit weiterentwickelt hat, muss von Leuchten- und Steuerungslieferanten berücksichtigt werden. Modular getrennte, universelle Systeme für Leuchten und Leuchtmittel wären ein möglicher Ansatz. Wobei die Frage bleibt, wie realistisch die Annahme ist, dass bei einem Umbauprojekt wirklich die alten Leuchtmittel und Steuerungen aus Gründen der Wirtschaftlichkeit auch nach dem Umbau wieder eingesetzt werden.



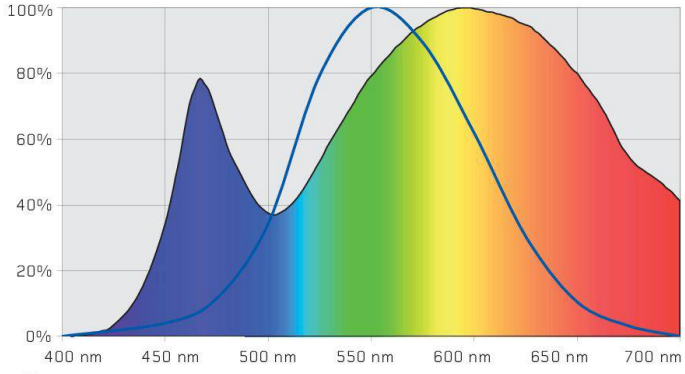
09



10



11



12

LABORWERTE BEDEUTEN WENIG IN DER PRAXIS

Spricht man von LED, muss man immer zwischen dem reinen Leuchtmittel und der kompletten Leuchte unterscheiden. Trotz der bereits hohen Lichtausbeute des Leuchtmittels erreicht das Leuchtensystem nur einen Teil davon. Dies hängt in erster Linie damit zusammen, dass diese hohe Lichtausbeute von über 120 lm/W unter nicht praxisnahen Bedingungen erreicht werden. Im Labor wird die LED bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C, ohne Netzteil und nicht unter Volllast betrieben; das erzeugte Licht ist zudem kaltweiss. Inklusive Netzteil in eine Leuchte eingebaut, unter Volllast betrieben und unter dem Aspekt, dass auf dem Markt eher warmweisses Licht verlangt wird, reduziert sich die Lichtausbeute eines LED-Leuchtmittels auf ca. 60–75 lm/W (Abb. 2). Dennoch hat im Vergleich dazu eine heute als effizient geltende Leuchte (Fluoreszenzleuchtmittel) mit einer Lichtausbeute von ungefähr 85 lm/W keinen wesentlich höheren Gesamtwirkungsgrad mehr.

Angesichts der vergangenen Entwicklung ist aber anzunehmen, dass der Gesamtwirkungsgrad der LED-Leuchten noch deutlich steigen wird. Wenn dies wiederum zu einer grösseren Nachfrage führt, sollten sich auch die Preise auf einem Niveau einpendeln, das die LED zu einer guten Alternative werden lässt.

09–12 Im Vergleich zum Tageslichtspektrum (9) decken künstliche Leuchtmittel die einzelnen für das menschliche Auge wahrnehmbaren Spektralbereiche ganz unterschiedlich ab. Halogenlampen (10) geben sehr viel Infrarotstrahlung ab, während gängige Energiesparlampen (11) nur ein diskontinuierliches Linienspektrum haben, wodurch es zu Farbverzerrungen kommt. Neuere LED-Entwicklungen (12) decken einen grossen Teil des sichtbaren Bereiches ab und geben weniger Wärmestrahlung ab. Die Spektren der LED können zudem technisch manipuliert und optimiert werden (Grafiken: «Qualitätsmerkmale der LED-Beleuchtung», Seite 20)

Volker Wouters, dipl. El. Ing. HTL/SIA; Dozent Elektroengineering Gebäudetechnik Hochschule Luzern, Technik und Architektur; Leiter Technik und Wissenschaft, Herzog Kull Group

Anmerkungen

1 Die mittlere Lebensdauer ist der Mittelwert einer Anzahl Lampen, die unter genormten Bedingungen betrieben werden (50 % Ausfall). Die Nutzlebensdauer ist erreicht, wenn der verbleibende Anlagenlichtstrom 80 % des anfänglichen Lichtstroms beträgt. 15 000 h entsprechen bei einer durchschnittlichen Nutzung von 2000–3000 h pro Jahr einer Lebensdauer von ca. 5–8 Jahren bzw. 50 000 h einer Lebensdauer von 15–25 Jahren

2 Bundesamt für Energie, Schlussbericht «Qualitätsmerkmale der LED-Beleuchtung. Aktueller Stand der Technik, Vorteile, Problempunkte und Entwicklungspotential», September 2009