

Leuchtdioden als energieeffiziente Lichtquellen

Leuchtdioden – oder kurz: LEDs – diese kleinen Halbleiterbauelemente haben seit dem Beginn ihrer industriellen Produktion vor ca. 50 Jahren eine eindrucksvolle Entwicklung durchlebt. Inzwischen sind lichtstarke und energiesparende weiße LEDs verfügbar, die herkömmlichen Leuchtmittel in vielen Anwendungen ersetzen können. So wurde auch das richtungsweisende „surPLUShome“ Gewinnerhaus der TU Darmstadt mit diesen langlebigen Lichtspendern ausgerüstet.

► *Energyefficiency by light emitting diodes*

LEDs – short for light emitting diodes – showed a rapid development in the recent years. Since start of production about 50 years ago, they turned to powerful and energy-saving alternatives for traditional lamps.

TU Darmstadt's award-winning "surPLUShome" house is illuminated by these long-living semiconductor light sources.

Tran Quoc Khanh / Stefan Brückner • Anfang der 1960er Jahre wurden zum ersten Mal die Klein-signal-LEDs industriell hergestellt und angeboten. Sie werden bisher als Signalelemente für Haushaltsgeräte, Unterhaltungssysteme und industrielle Anzeigetafeln eingesetzt. Im Jahr 1994 wurden die ersten blauen Hochleistungsleuchtdioden entwickelt und drei Jahre später wurden die ersten weißen Hochleistungsleuchtdioden auf der Basis der Farbmischung der blauen LEDs und dem gelben Phosphor entwickelt. Wenn die Lichtausbeute der Hochleistungs-LEDs im Jahr 2006 noch bei 22 lm/W und im Bereich der Halogenglühlampen lag, liegt die Lichtausbeute der besten Hochleistungs-LEDs bei den realen Operationsbedingungen zwischen 90 und 100 lm/W. Mit diesen Wirkungsgraden übertrifft die Leistungsfähigkeit der LEDs die der Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen) und finden deshalb zurzeit den Weg in die Innenraumbeleuchtung (Bürobeleuchtung, private Beleuchtung). Wesentliche Vorteile der LED-Bauelemente sind:

- Lange Lebensdauer (etwa 30.000 bis 50.000 Betriebsstunden sind möglich),
- wartungsarme Leuchten sind möglich zur Reduzierung der Instandhaltungskosten,
- Steuerbarkeit und Regelbarkeit, Ermöglichung intelligenter Leuchten in Kombinationen mit Lichtsensoren, Abstandssensoren, Bildsensoren sowie mit anderen Versorgungssystemen wie Klimaanlage, Heizungen usw.,

Abbildung 1
Installation von LED-Leuchten auf der Darmstädter Teststraße.



- Gleichspannungsbetrieb zwischen 2,5 Volt und 3,6 Volt. Dieser Vorteil ist die ideale Voraussetzung für die Konzeptionierung eines energetisch sinnvollen Gebäudesystems, bestehend aus den Solarmodulen und Hochleistungs-LEDs.

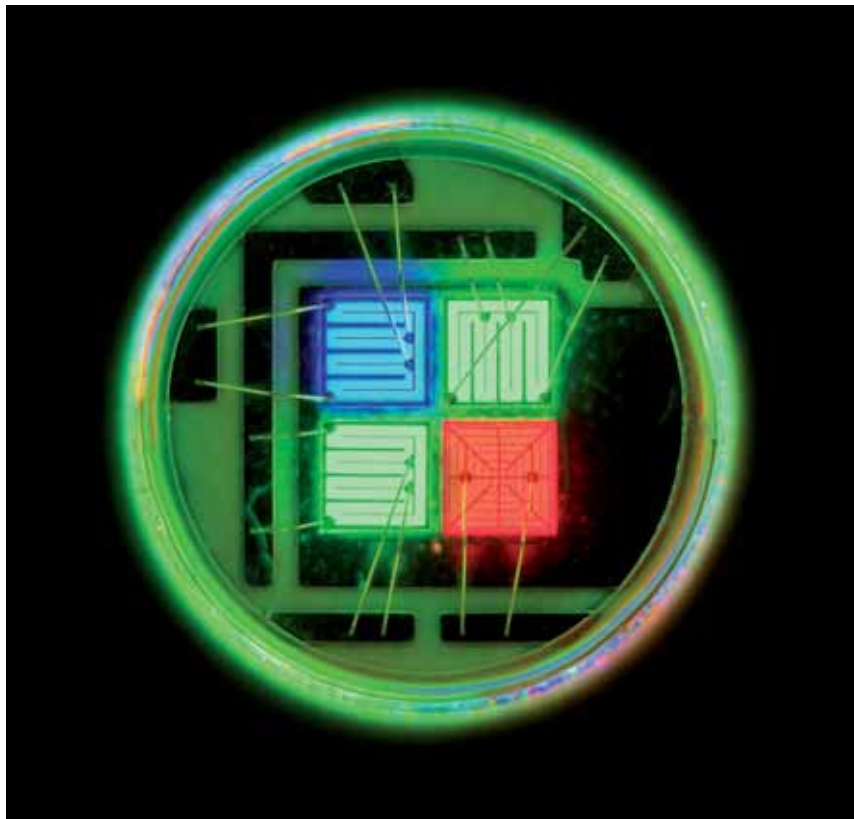


Das Gewinnerhaus „surPLUShome“ der TU Darmstadt möchte Energieeffizienz und Nachhaltigkeit als Mehrwerte im täglichen Leben demonstrieren. Deshalb wurde bei der Beleuchtung auf das Leuchtmittel der Zukunft gesetzt – die Leuchtdiode (LED).

Literatur

[1] ZVEI, Fördergemeinschaft Gutes Licht (licht.forum 54 „Energieeffiziente Beleuchtung für Kommunen“; Frankfurt am Main) - Download unter <http://www.licht.de/fileadmin/shop-downloads/lf54-kommunale-beleuchtung.pdf> (letzter Zugriff 4.1.2010)

Abbildung 2
LED-Modul mit
rot, blau und
zwei grün
leuchtenden
LED-Chips.



Drei Beleuchtungstypen unterscheidet das Team des surPLUShome:

- Funktionale Beleuchtung
- Akzentbeleuchtung
- Stimmungsvolle Beleuchtung

Funktionale Beleuchtung

Die funktionale Beleuchtung soll als Grundbeleuchtung die Orientierung und das Arbeiten im Haus ermöglichen. Dazu sind Europäische und Deutsche Arbeitsplatznormen einzuhalten. Im surPLUShome-Wohnraum werden 12 High-Power LED-Streifen in die Akustikdecke integriert, im Bereich von Küche und Bad werden vier zusätzliche High-Power LED-Spots eingesetzt.

Akzentbeleuchtung

Hier werden vier Occio Halogen Stehleuchten eingesetzt. Diese strahlen gerichtetes Licht ab und betonen Teile der Innenausstattung durch gezielte Beleuchtung.

Stimmungsvolle Beleuchtung

Für stimmungsvolle Beleuchtung soll die Oberfläche des zentralen Designelements "Riegel" farbig leuchten. Dazu werden RGB-LED-Paneele eingesetzt, die mit Hilfe von roten, grünen und blauen LEDs jede beliebige Farbe erzeugen können. Den gewünschten Farbton kann der Benutzer wahlweise über ein im Riegel eingebautes Bildschirm-

Tastenfeld oder ein mobiles Eingabegerät wählen. So kann die Farbe und Helligkeit an die jeweilige Stimmung angepasst werden.

Der Einzug der LED-Technologie in die drei Hauptbereiche der Beleuchtungstechnik äußert sich in den nächsten Jahren wie folgt:

1. Straßenbeleuchtung

Mit dem Verbot von Quecksilberdampflampen mit einer Lichtausbeute um 50 lm/W bis zum Jahr 2015 innerhalb der Europäischen Union geht die Tendenz teilweise zu den Technologien der Natriumdampf-Hochdrucklampen, Halogenmetaldampflampen und den Hochleistungs-LEDs mit einer Lichtausbeute im Bereich 90-120 lm/W bei relativ



T. Q. Khanh ist seit 2006 Professor für Lichttechnik an der TU Darmstadt und war an der lichttechnischen Gestaltung des Solar Decathlon 2009 Hauses beteiligt.



Stefan Brückner arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Lichttechnik der TU Darmstadt.

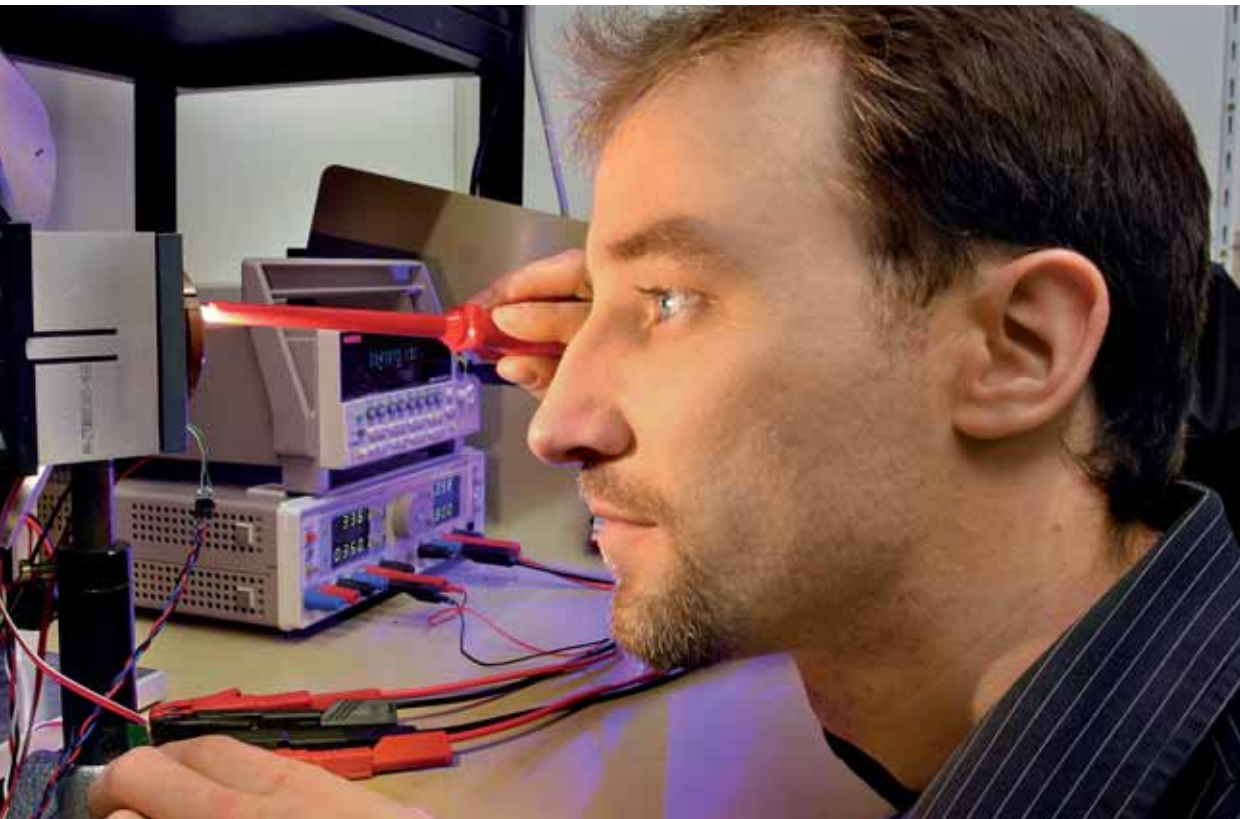


Abbildung 3
LED-Vermessung
im Labor.

vertretbarem Preis. In der deutschlandweit einzigen wissenschaftlich dokumentierten und realen Teststrecke in Darmstadt wurden alle konventionellen Lichttechnologien mit der LED-Technologie verglichen. Gegenüber der heutigen Quecksilberdampf lampen-Technik kann man von einem Einsparungsfaktor von 2 bei gleichbleibender Qualität der Straßenbeleuchtung ausgehen. In der europaweit ersten flächendeckenden Stadtbeleuchtung mit LED-Leuchten, die im Frühjahr 2010 mit ca. 16 km Straßenlänge in Betrieb genommen wird, konnte das Fachgebiet Lichttechnik der TU Darmstadt als wissenschaftlicher Begleiter nachweisen, dass ein Umtausch der bisherigen alten Pilzleuchten gegen moderne LED-Leuchten einen Einsparungsfaktor von 8 bis 10 erbringen kann.

2. Büroraumbeleuchtung

Vor kurzem erlebte man hier den erfolgreichen technologischen Einzug der effizienten T5-Leuchtstofflampen sowie der intelligenten Bürobeleuchtungsteuerung unter Berücksichtigung des Tageslichts. Nach der Einschätzung von ZVEI [1] sind 75 Prozent der deutschen Bürobeleuchtung sanierungsbedürftig. Mit der heutigen LED-

Technologie beginnen Forscher, dynamische Konzeptionen zur Verbesserung der Arbeitsleistung, des Wohlfühlfaktors und der Gesundheit zu entwickeln. Seit kurzem gibt es Bürogebäudekomplexe bei voller Ausstattung mit LED-Leuchten im Farbtemperaturbereich 3000-3200 Kelvin.

3. Wohnraumbeleuchtung

Der Begriff „Wohnraumbeleuchtung“ im Rahmen dieses Artikels beinhaltet die private Haushaltsbeleuchtung und einen Teil des Hotelwesens und der Gaststättenwirtschaft. Nach Untersuchungen von ZVEI /1/ liegen die jährlichen Energieeinsparungspotentiale für die private Haushaltbeleuchtung in Deutschland bei 7,5 Milliarden kWh, was einer Einsparung von 4,5 Millionen Tonnen CO₂ und 1,1 Milliarden Euro bedeutet.

Seit September 2009 beginnt der Prozess des Glühlampenverbots, der sich bis zum September 2012 fortsetzt. Als Alternative zu Glühlampen werden die Halogenleuchtstofflampen und die Energiesparlampen in der heutigen gesellschaftlichen Kommunikation betrachtet. Die jüngsten Messergebnisse des Fachgebiets Lichttechnik der TU Darmstadt zeigen aber, dass die Lichtausbeute der Halogenleuchtstofflampen bei 18-22 lm/W, der Energiesparlampen bei 48- 67 lm/W und der besten derzeitigen Retrofit-LED-Lampen in E27-Fassungen bereits bei 55-67 lm/W liegt. Die LED-Technologie ist somit dabei, den Einzug in die Wohnraumbeleuchtung zu finden.