

# LEDs gehört die Zukunft in der Beleuchtungstechnik

Lumineszierende Gläser können herkömmliche Leuchtstoffe in LEDs ersetzen. Vorteilhaft wirkt sich hier insbesondere die Farbstabilität der Gläser aus. Hochauflösende Thermografie ermöglicht eine gezielte Untersuchung der Wärmeentwicklung in LED-Modulen.

Leuchtdioden (LEDs) gehört die Zukunft in der Beleuchtungstechnik. Moderne Hochleistungs-LEDs bieten gegenüber konventionellen Glüh- und Energiesparlampen enorme Vorteile im Hinblick auf Effizienz, Kompaktheit, Lebensdauer und Umweltschutz. Durch die Kombination einer blauen LED mit einem gelb emittierenden Leuchtstoff erzeugen weiße LEDs im Vergleich zu herkömmlichen Beleuchtungselementen aufgrund des fehlenden Rotanteils oft eine "kaltweiße" Farbwiedergabe. Bedingt durch die hohen Betriebsströme zeigt zudem ein Teil der bislang eingesetzten Leuchtstoffe eine beschleunigte Alterung.



Das Fraunhofer-Anwendungszentrum für Anorganische Leuchtstoffe in Soest arbeitet an Leuchtstoffen und Leuchtstoffsystemen für LEDs und bietet neben zahlreichen Charakterisierungsmethoden auch die Entwicklung neuer Messverfahren. © Dr. B. Ahrens/Fraunhofer AWZ Soest.

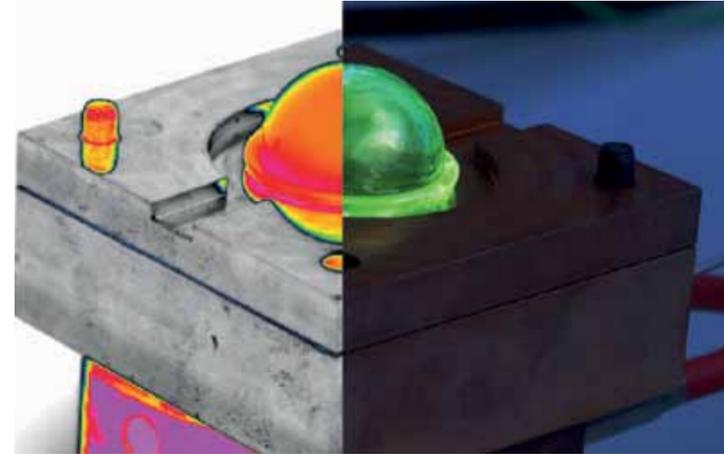
## Lumineszierende Gläser

Neue Leuchtstoffe auf Basis lumineszierender Gläser, dotiert mit Metallionen aus der Gruppe der sogenannten Seltenen Erden, sollen die Lebensdauer von weißen LEDs erheblich erhöhen und einen langzeitstabilen Farbeindruck sicherstellen. Die lumineszierenden Gläser zeichnen sich gegenüber herkömmlichen Materialien durch eine erhöhte Farbstabilität sowie element-spezifische Lichtemissionen aus. Durch geeignete Auswahl und Kombination verschiedener Metallionen ist es möglich, ein breites Spektrum von Farben und Farbtemperaturen einzustellen.

Um weiße LEDs weiter zu optimieren, ist die richtige Kombination von LED und Leuchtstoff entscheidend. Vor allem die dreiwertigen Ionen der Seltenen Erdmetalle Terbium und Europium eignen sich sehr gut für den Einsatz in der Licht- und Beleuchtungstechnik. Beide weisen unter ultravioletter (UV-) oder Blaulichtanregung eine intensive Emission im grünen ( $Tb^{3+}$ ) beziehungsweise im roten Spektralbereich ( $Eu^{3+}$ ) auf. In richtiger Kombination mit einer LED lässt sich so ein weißer Lichteindruck einstellen. Auch bei den im Betrieb einer LED auftretenden hohen Temperaturen von über  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  weisen sie eine intensive Emission auf. Die thermische Stabilität der am Anwendungszentrum entwickelten glasbasierten Leuchtstoffe überschreitet die des konventionellen gelben Leuchtstoffs von weißen LEDs, Ce:YAG, um mehr als  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## Wärmeentwicklung innerhalb des Leuchtstoffs

Ein oftmals nicht beachteter Aspekt der Temperaturbelastung von LED-Leuchtstoffen ist die Wärmeentwicklung innerhalb des Leuchtstoffs durch den Lichtkonversionsprozess. Bei diesem Prozess wird das blaue, energiereiche Licht aus der LED in energieärmeres (beispielsweise gelbes) Licht umgewandelt. Die sich hieraus ergebende Energiedifferenz (Stokes-Shift) wird



Thermografieaufnahme (links) und Fotografie unter UV-Anregung (rechts) einer  $Tb^{3+}$ -dotierten Glaskuppel bei  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ . © Dr. B. Ahrens/Fraunhofer AWZ Soest.

in Wärme umgewandelt. Die Wärmeleistung bei der Umwandlung von blauem ( $450\text{ nm}$ ) zu gelbem ( $570\text{ nm}$ ) Licht beträgt mehr als  $20\%$  der eingestrahlenen Lichtleistung.

## Zerstörungsfreie Untersuchung von Bauteilen

Mit Hilfe eines Infrarot(IR)-Thermografie-Systems lassen sich zerstörungsfrei die Oberflächentemperatur und Wärmeflüsse in LEDs verschiedener Bauarten untersuchen. Das Auflösungsvermögen herkömmlicher Thermografie-Systeme reicht allerdings nicht aus, um sogenannte Hotspots innerhalb des LED-Packages zu erkennen. Hierzu bedarf es eines hochauflösenden Infrarotmikroskops, mit dessen Hilfe Aussagen über die Oberflächentemperaturverteilung getroffen werden können. Es erlaubt allerdings nicht, die aktiven Bauelemente eines LED-Moduls genauer zu untersuchen: Durch Erwärmung des Verkapselungsmaterials und der Umgebung der LED wird die Thermografie-Signatur der eigentlichen LED, also des Halbleiters, überlagert.

Die im Fraunhofer-Anwendungszentrum ebenfalls angewendete Aktivthermografie (oder auch Lock-In-Thermografie) überwindet dieses Problem durch periodischen Betrieb und somit periodisches Erwärmen des LED-Moduls. Hierdurch lassen sich die aktiv erwärmten Bauteile von den passiv erwärmten unterscheiden. Die Fähigkeit, Temperaturunterschiede von wenigen Millikelvin mit einer örtlichen Auflösung von wenigen Mikrometern zu messen, eröffnet die Möglichkeit einer präzisen Überprüfung von LED-Bauelementen auf Fehlstellen, mangelhafte Kontaktierungen und thermische Überbelastungen. ■

**Autor:** Autorengruppe des Fraunhofer-Anwendungszentrums für Anorganische Leuchtstoffe

## Über das Fraunhofer-Anwendungszentrum für Anorganische Leuchtstoffe



**Prof. Dr. Stefan Schweizer**  
Leiter des Fraunhofer-Anwendungszentrums für Anorganische Leuchtstoffe

© Fraunhofer IMWS

Auf dem Gebiet der Leuchtstoffe beschäftigt sich das Fraunhofer-Anwendungszentrum für Anorganische Leuchtstoffe in Soest mit der Bewertung und Entwicklung von Leuchtstoffen und Leuchtstoffsystemen mit dem Ziel, Leuchtstoffeffizienz, Zuverlässigkeit und Farbstabilität zu verbessern.

Dazu werden umfassende optische und spektroskopische Analysen, thermische und mikrostrukturelle Charakterisierungen sowie Untersuchungen zur Langzeitstabilität von Leuchtdioden und Beleuchtungselementen eingesetzt.

Durch sein breites Leistungsspektrum unterstützt das Anwendungszentrum die Wettbewerbsfähigkeit und die Zukunft der Licht- und Beleuchtungsindustrie sowie weiterer thematisch verwandter Bereiche.

[www.awz-soest.fraunhofer.de](http://www.awz-soest.fraunhofer.de)

## Über die Autorengruppe

Dr. Franziska Steudel, Dr. Peter Nolte und Dr. Bernd Ahrens sind Wissenschaftler am Fraunhofer-Anwendungszentrum für Anorganische Leuchtstoffe in Soest, eine Außenstelle des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS in Halle. Prof. Dr. Stefan Schweizer ist Leiter des Zentrums.

Mitglied  
im  
NMWP E.V.