

# ENTWICKLUNG EINES NEUEN HIGH-POWER LED TRANSFER NORMALS

Maass, R. \*, Gerloff, T. \*, Chen, C.H. \*\*, Lindemann, M. \*, Taddeo, M\*., Sperling, A.\*

\*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Germany

\*\*ITRI / CMS, Hsinchu, Taiwan

<mailto:robert.maass@ptb.de>

Aufgrund des stark wachsenden Marktes LED-basierter Produkte, ist die Nachfrage nach vergleichbaren Messungen photometrischer und colorimetrischer Größen von LEDs gestiegen. Für die Weitergabe lichttechnischer Größen ist ein auf SI-Einheiten rückgeführtes Transfernormal wünschenswert, das auf High-Power-LEDs basiert.

## 1 Einführung

Die Hauptaufgabe eines LED-Transfernormals (Abb.1) ist der Einheitentransfer photometrischer-, radiometrischer- und farbmeterischer Kenngrößen von den NMIs zu den Anwendern, mit möglichst kleiner Messunsicherheit. Essentielle Anforderung an ein Transfernormal ist die gute Stabilität und Reproduzierbarkeit der Messgrößen. Diese werden von den elektrischen Betriebsparametern wie LED-Spannung und LED-Strom sehr stark beeinflusst. Desweiteren muss berücksichtigt werden, dass die LED-Spannung an die LED-Chip Temperatur gekoppelt ist. Deshalb wurde in der PTB ein Transfernormal unter Verwendung von kommerziell erhältlichen High-Power LEDs entwickelt, welches das Hauptaugenmerk auf die Temperaturstabilisierung wirft.

## 2 Technische Anforderungen

- Die äußeren Abmessungen sollen so klein wie möglich sein. Dies eröffnet die Möglichkeit die LED in vorhandene Apparaturen einzusetzen und so die Substitutionsmethode anzuwenden. (Abb.2)
- Die LED wird mit einem konstantem Strom betrieben.
- Die LED-Spannung wird über eine 4-Pol-Messung bestimmt.
- Implementierung einer aktiven Temperaturregelung minimiert den Einfluß der Umgebungstemperatur auf das abgegebene Licht und verringert die Aufwärmzeit.
- Ausreichender Wärmetransfer zwischen LED, Halter und der Umgebungsluft, um ohne Einsatz von zusätzlichen Lüftern oder Wasserkühlung das Normal betreiben zu können. (Abb.3)

Die ersten drei Punkte gelten für den Betrieb der meisten photometrischen Normale, daher wird hier nicht weiter darauf eingegangen.

Das Transfernormal kann mit einem handelsüblichen Versorgungsgerät betrieben werden.

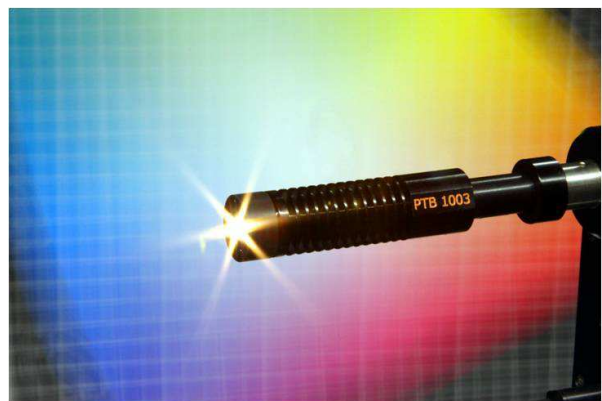


Abb. 1 Das High Power LED Transfernormal

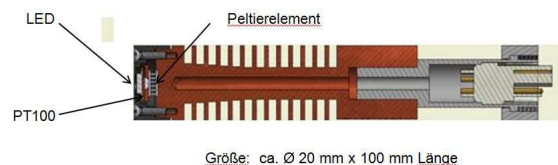


Abb. 2 Schnittbild

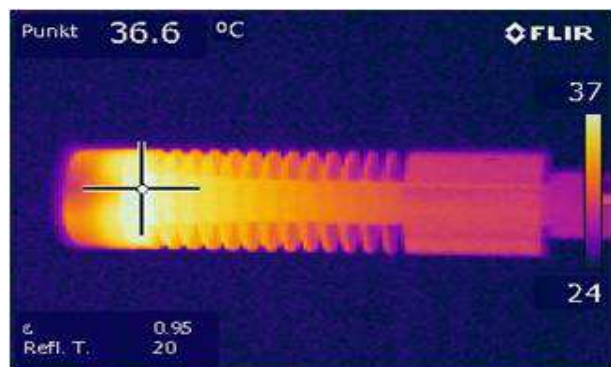


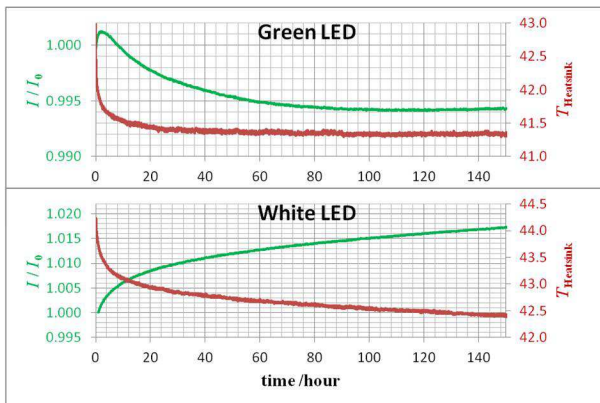
Abb. 3 Thermografie im Betrieb.

### 3 Ausführung

Die Temperaturregelung wird, aufgrund der hohen Eigenwärme der High Power LEDs, durch Kühlung unter Verwendung eines Peltier-Elementes durchgeführt. Der Hauptkörper des Transfornormals ist aus Kupfer gefertigt und wirkt als Wärmesenke. (Abb.2)

Um die Änderungen der optischen Eigenschaften während des Betriebs zu minimieren, ist es notwendig die LEDs vorher zu altern. [1]

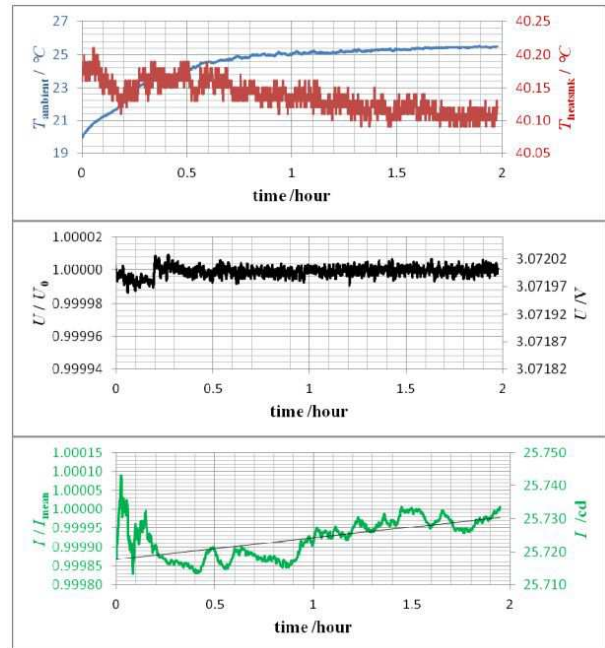
Abbildung 4 zeigt den Verlauf der Lichtstärke als eine Funktion der Brenndauer zweier LEDs. Ein eingebetteter Pt100 Temperatursensor auf der Rückseite der LED wird zur Temperaturmessung benutzt. Der PID-Regler, welcher auf das Peltier-Element wirkt, stabilisiert die Temperatur der Wärmesenke oder die LED-Spannung.



**Abb. 4** Temperatur der Wärmesenke und normierter Lichtstrom zweier LEDs während der Alterung.

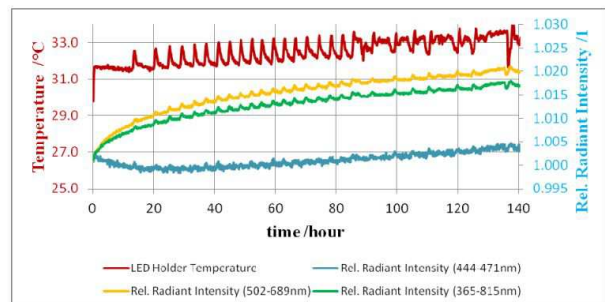
Das Alterungsverhalten der grünen und der weißen LED ist unterschiedlich. Die monochromatische LED hat nach etwa 100 Betriebsstunden eine genügend kleine Änderung des Lichtstromes erreicht. Die weiße LED hat auch nach 150 Stunden noch nicht die vergleichbare Stabilität, wie die grüne erreicht. Hier ist noch eine weitere Alterung notwendig.

Die erfolgreich gealterten Normale erreichen ca. 10 Minuten nach Inbetriebnahme ihr thermisches Gleichgewicht und sind in einem stabilen Betriebszustand. Änderungen der Umgebungstemperatur haben keinen signifikanten Einfluss auf die Normale. Bei roten, grünen und blauen LEDs konnte kein Einfluss unterschiedlicher Umgebungstemperaturen festgestellt werden. Das Ergebnis ist exemplarisch für eine grüne LED in Abb.5 dargestellt.



**Abb. 5** Die Umgebungstemperatur wurde von 20°C bis 25°C erhöht (blau). Aufgetragen sind die korrespondierende Temperatur der Wärmesenke (rot), LED-Spannung (schwarz) und Lichtstärke (grün).

Allerdings zeigt die weiße LED eine höhere Korrelation zur Umgebungstemperatur.



**Abb. 6** Die Umgebungstemperatur änderte sich während der Alterung bei 23°C um +/- 0,5°C. Die LED-Spannung sowie der blaue Anregungs-Peak waren stabil.

Während der Alterung einer weißen LED wurde das emittierte Licht mittels eines Spektrometers gemessen. Eine Analyse der spektralen Daten ergab, dass der blaue Peak der Strahlungsfunktion nicht von der Umgebungstemperatur beeinflusst wurde. Allerdings konnte ein Zusammenhang zwischen dem Spektralbereich des LED-Phosphors und der Umgebungstemperatur festgestellt werden. Dieser Einfluss ist in klimatisierten Messräumen jedoch vernachlässigbar.

### Literatur

- [1] López, M. et al., "Aging of photometric and colorimetric quantities of high-power light emitting diodes", Light and Lighting Conference, Budapest, May 2009)