

Lichtstärkeverteilungen getrennt emittierender Bereiche

Silvia Bensel, Stephan Völker

*Technische Universität Berlin, Fachgebiet Lichttechnik
Einsteinufer 19, 10587 Berlin*

Einleitung

Zur Bestückung von modernen technischen Leuchten werden immer häufiger Hochleistungsleuchtdioden verwendet. Der Einsatz von LEDs ermöglicht eine neue Designfreiheit, die dazu führt, dass nicht in allen Fällen eine homogen leuchtende Fläche innerhalb der Leuchte realisiert wird. Diese getrennt emittierenden Bereiche korrekt zu photometrieren, stellt jedoch eine besondere Herausforderung dar.

Aktueller Stand der Technik und Normung

Die Messung einer Lichtstärkeverteilungskurve (LVK) im Fernfeld erfolgt unter der Annahme einer punktförmigen Lichtquelle. Bei LED-Leuchten kann es jedoch zu größeren unbeleuchteten Bereichen zwischen leuchtenden Flächen kommen, die durch eine visuelle Prüfung im Fernfeld bereits erkennbar sind. Würde man eine Gesamt-LVK der Leuchte messen, könnte es passieren, dass der Lichtschwerpunkt in einem nicht emittierenden Bereich innerhalb der Leuchte angesetzt wird. Dies könnte wiederum zu einer Fehlbewertung lichttechnischer Größen in der Beleuchtungsplanung führen. Die aktuelle Normung [1] empfiehlt daher Toleranzbedingungen für Prüferentfernungen in der Fernfeld-Photometrie. Bei Prüfobjekten, die große unbeleuchtete Bereiche zwischen den beleuchteten Bereichen aufweisen, wird eine photometrische Mindestentfernung r empfohlen, die sich nach Gleichung 1 wie folgt berechnen lässt:

$$r \geq 15 \cdot (D + S) \quad (1)$$

mit

D maximales leuchtendes Maß des Prüfobjekts

und

S größter Abstand zwischen zwei angrenzenden leuchtenden Bereichen

Messungen

Zur Prüfung des Einflusses nicht emittierender Bereiche auf die Lichtstärkeverteilung wurden zunächst Messungen an einer LED-Musterleuchte (Abb. 1) mit einem Fernfeld-Drehspiegel-Goniophotometer GO-DS 2000 durchgeführt. Die Entfernung zwischen Messobjekt und Empfänger beträgt 17,67 m, bei Nutzung eines Umlenkspiegels beträgt der Abstand zwischen Messobjekt und Empfänger 30,15 m. Durch die Größe des Umlenkspiegels ist der maximale Durchmesser des zu messenden Objekts jedoch auf 0,9 m begrenzt.

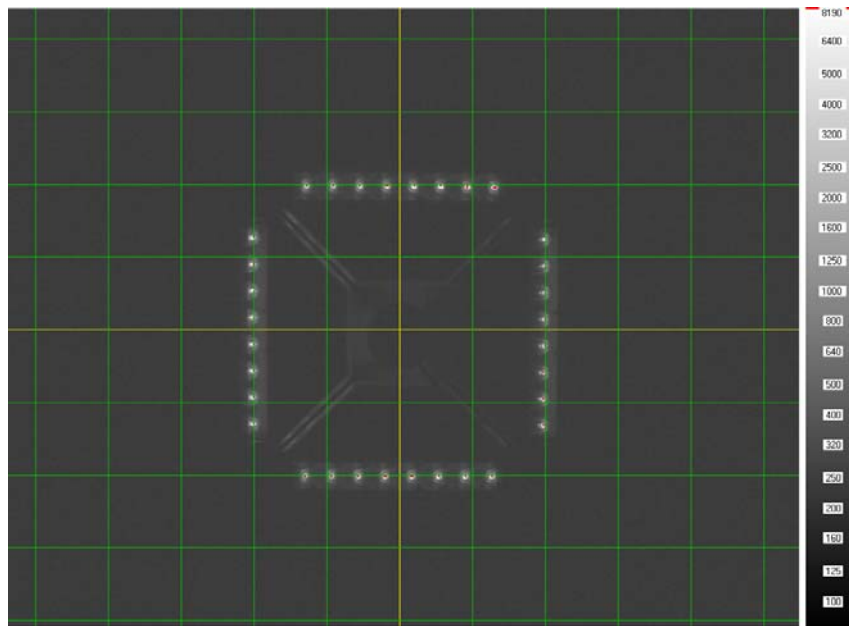


Abbildung 1: Leuchtende und unbeleuchtete Bereiche der LED-Musterleuchte

Aus der Geometrie der Musterleuchte ergab sich die photometrische Mindestentfernung r zu $r = 25,5$ m. Aufgrund der Leuchtendiagonale von 0,99 m war eine Messung mit Umlenkspiegel nicht möglich. Trotz Unterschreitung der empfohlenen Mindestentfernung wurde die Lichtstärkeverteilungskurve daher mit einem Messabstand von $r = 17,66$ m gemessen. Dabei wurde der Lichtschwerpunkt der Leuchte im geometrischen Zentrum angenommen. Die Lichtstärkeverteilungskurve wurde anschließend mit einem Nahfeld-Goniophotometer RiGO 801 gemessen. Die Winkelschritte (φ in 1° , ϑ in $2,5^\circ$) der Fernfeldmessung wurden beibehalten. Tabelle 1 stellt die Messbedingungen der Fernfeld- und Nahfeldmessung gegenüber.

Tabelle 1: Messparameter bei Fernfeld- und Nahfeldmessung

	Spannung	Strom	Leistung	f_1'	Raumtemperatur
RiGO 801	230,0 V	0,371 A	81,0 W	1,47 %	23,7°C
GO-DS 2000	229,2 V	0,372 A	80,6 W	0,90 %	24,6°C

Ergebnisse

Die Polardiagramme der Lichtstärkeverteilungen in den 6 Ebenen C0 - C180, C45 - C225 und C90 - C270 für die nahfeld-goniophotometrische sowie die fernfeld-goniophotometrische Messung der LED-Musterleuchte sind in Abbildung 2 gegenüber gestellt.

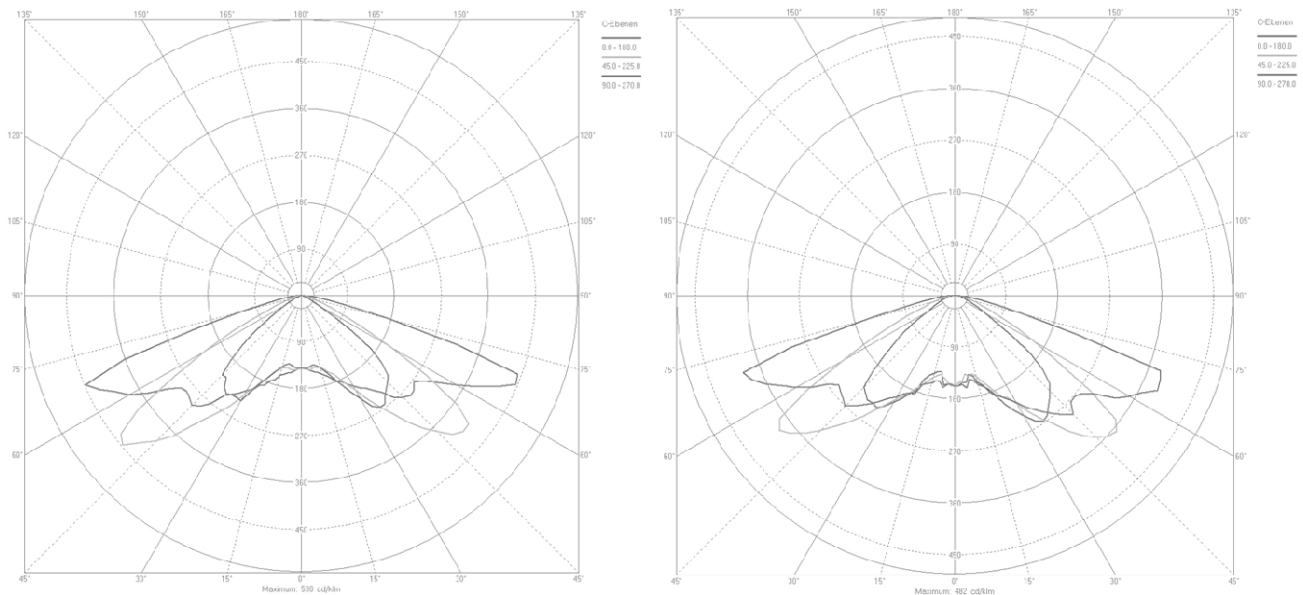


Abbildung 2: Polardiagramme der LED-Musterleuchte, links: Nahfeld, rechts: Fernfeld

Die relativen Verläufe ähneln sich stark. Die gemessenen Gesamtlichtströme betragen:

$\Phi = 5.950 \text{ lm}$ für die Fernfeldmessung und

$\Phi = 5.974 \text{ lm}$ für die Nahfeldmessung.

Die Abweichung der gemessenen Gesamtlichtströme beträgt $< 0,5\%$.

Die Berechnungsergebnisse der Simulation mit beiden Messungen ergaben mittlere horizontale Beleuchtungsstärken im Bewertungsfeld von:

$E_m = 17,6 \text{ lx}$ für die Fernfeldmessung und

$E_m = 18,1 \text{ lx}$ für die Nahfeldmessung.

Die Abweichung der mittleren Beleuchtungsstärken im Bewertungsfeld beträgt $< 3\%$.

Fazit und Ausblick

Trotz deutlicher Unterschreitung der empfohlenen Mindestentfernung für die Fernfeldmessung um 30% ergaben sich bei der Fernfeld- sowie der Nahfeldmessung kaum Unterschiede in der Lichtstärkeverteilung und dem gemessenen Gesamtlichtstrom. Dies deutet darauf hin, dass der Faktor 15 in der Berechnungsvorschrift für die Mindestentfernung womöglich zu hoch angesetzt ist. Um weitere Aussagen über den Einfluss getrennt emittierender Bereiche auf die Gesamt-LVK und die daraus abgeleiteten

Größen treffen zu können, wird im Rahmen eines Forschungsprojektes an der TU Berlin eine Musterleuchte mit einzeln steuerbaren LED-Modulen in Matrixform aufgebaut. Anhand dieser Musterleuchte wird die nicht leuchtende Fläche zwischen emittierenden Bereichen variiert und die Abweichung der Gesamt-LVK zu den jeweils einzeln gemessenen Verteilungen untersucht. Zudem werden nahfeldgonio-photometrisch sowie fernfeldgoniophotometrisch gemessene LVKs verglichen. Die Ergebnisse werden in einer Handlungsempfehlung für Anwender zusammengefasst.

Literatur

- [1] prEN 13032-4:2013. Licht und Beleuchtung - Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten - Teil 4: LED-Lampen, -Module und -Leuchten, Kapitel 4.2.4.4