

Die Planung von Beleuchtungsanlagen erfordert genaue Leuchtenkenngrößen. Das Bundesamt für Metrologie (Metas) liefert mit dem Drehspiegel-Goniophotometer Messungen hoher Genauigkeit.

Spieglein, dreh dich!

**Hans Lehmann,
Peter Blattner**

Leuchten mit ungeeigneter Lichtstärkenverteilung oder schlechtem Wirkungsgrad verschwenden wertvolle Energie oder können sich durch zu hohe Blendwerte negativ auf das Wohlbefinden und auf die Leistungsfähigkeit der Menschen auswirken. Erwünscht sind energieeffiziente Leuchten, die genügend Licht produzieren, ohne ermüdende Blendung zu verursachen. Wer eine Beleuchtungsanlage projektiert, benötigt lichttechnische Kenndaten, um die für die gestellte Aufgabe geeignete Leuchte auswählen und optimal einsetzen zu können. Diese Daten liefert das im Januar 2006 in Betrieb genommene Drehspiegel-Goniophotometer von Metas. Diese Anlage ermöglicht die Messung der Lichtstärkenverteilung von Leuchten, woraus sich dann auch Lichtstrom, Wirkungsgrad, mittlere Leuchtdichten sowie Blendwerte berechnen lassen. Die zu prüfenden Leuchten können bis 50 Kilogramm wiegen und einen Durchmesser von maximal 1,6 Metern aufweisen. Alle Messungen erfolgen gemäss

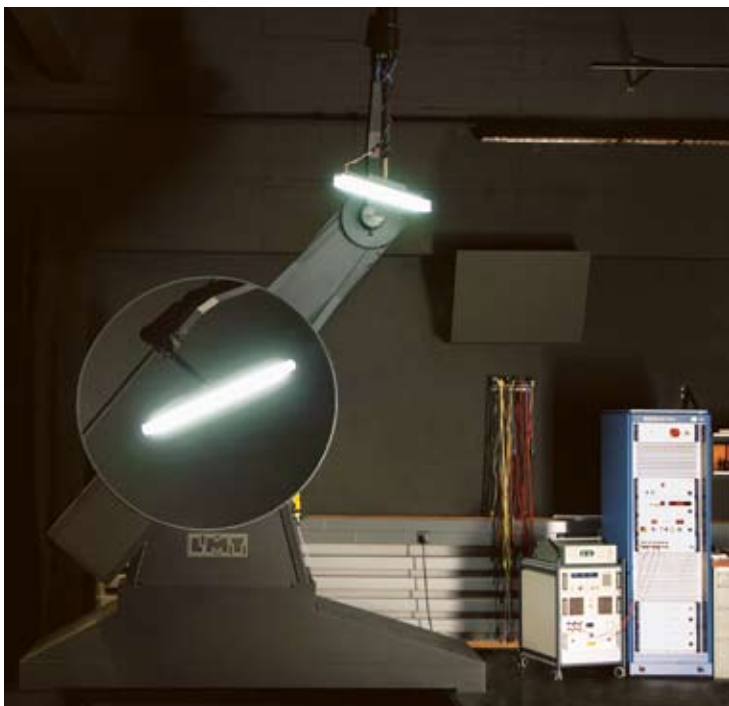
internationalen Richtlinien (EN 13032-1: 2004 und CIE-Publikation 121-1996). Für die Ermittlung der Lichtstärkenverteilung einer Leuchte wird deren Beleuchtungsstärke in gegebenem Abstand unter

Fachinformation

allen Raumrichtungen gemessen. Dazu sind zwei unabhängige Drehachsen notwendig. Das Goniophotometer besteht im Wesentlichen aus einer rotierbaren Leuchtenhalterung, einem Drehspiegel und einem Photometer. Beim Messvorgang wird die Leuchte in stets gleicher Arbeitslage auf einem Radius um den Drehspiegel geführt, welcher das Licht in Richtung Photometerkopf ablenkt, wobei die Spiegelmitte im Drehzentrum liegt. Der Photometerkopf lässt sich in Entfernungen von 12,96 oder 24,41 Meter fest positionieren. Bei Bedarf sind auch variable Entfernungen bis 40 Meter einstellbar. Zur Verhinderung von Streulicht sind zwischen Photometerkopf und Drehspiegel mehrere Lochblenden angeord-

Hans Lehmann
hans.lehmann@metas.ch
Peter Blattner
peter.blattner@metas.ch

Das neue Drehspiegelgoniometer im Einsatz. (Metas)



Eigenschaften des Drehspiegel-Goniophotometers

Herstellerfirma	LMT Lichtmesstechnik GmbH Berlin
Modell	LMT GO-DS 1600/800
Bauart	Typ 3.1 gemäss EN 13032-1:2004
Drehspiegel	oval 1,5 m x 2,2 m. Ebenheit und Reflexionseigenschaften gemäss EN 13032-1:2004
Messdistanzen	12,96 m oder 24,41 m bei Bedarf variabel bis 40 m
Drehbewegungen	variabel
Messobjekt	maximal: Durchmesser 1,6 m und Gewicht 50 kg
Messobjektlage	hängend oder stehend; Lage wird während Messung beibehalten
Messwinkel	in Schritten von 0,1° einstellbar
Streulicht	wird durch Lochblenden minimiert

net. Das Umfeld ist mit tiefschwarzer Mattfarbe, Teppich oder Samttuch ausgestattet. Die Stromversorgung des Messobjektes über Schleifringkörper gestattet eine kontinuierliche Drehbewegung um die vertikale Achse. So werden kurze Messzeiten erreicht und negative Einflüsse durch Beschleunigungen minimiert. Für Leuchten mit bewegungssensiblen Lichtquellen können die Drehbewegungen verlangsamt werden.

Drehspiegel

Der um 45 Grad geneigte Drehspiegel lenkt das Licht im Winkelbereich von 0 Grad bis 180 Grad zum Photometerkopf ab. Der ovale Spiegel misst 1,5 Meter auf 2,2 Meter, besteht aus sechs Millimeter dickem Floatglas mit rückseitiger Verspiegelung und wird auf einem ebenen Bett gehalten. Die Ebenheit des Drehspiegels ist dabei von entscheidender Bedeutung, denn unebene Stellen verursachen Linseneffekte und führen zu Messabweichungen. Die durch den Spiegel hervorgerufene spektrale Änderung wird durch eine spezielle Anpassung des Photometerkopfes an die Hellempfindlichkeitskurve des menschlichen Auges kompensiert. Die Bestimmung der Lichtstärke (Candela, cd) erfolgt normalerweise durch Messen der Beleuchtungsstärke (Lux, lx) in einem gegebenen Abstand. Bei genügender Entfernung zur Lichtquelle verkleinert sich die Beleuchtungsstärke proportional zum Quadrat des Abstands.

Die minimal erforderliche Entfernung ist abhängig von der Grösse des Messobjektes sowie dessen optischen Eigenschaften. Bei breit oder diffus strahlenden Leuchten

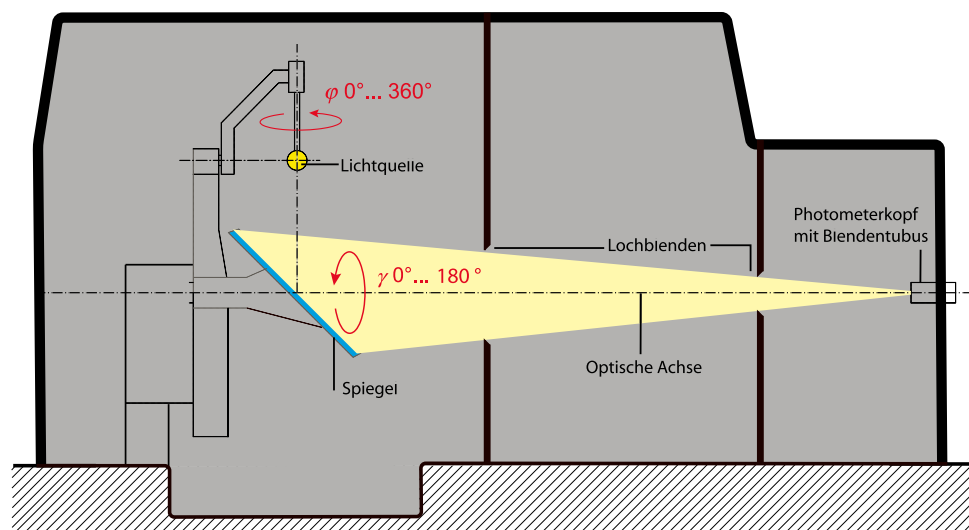
muss sie mindestens dem Zehnfachen der grössten linearen Ausdehnung der Leuchtfäche entsprechen, damit der Messfehler kleiner als 0,2 % wird. Eine Leuchte mit einem Durchmesser von 1,5 Meter erfordert somit eine Entfernung von mindestens 15 Metern. Für eng strahlende Reflektorlampen und Scheinwerfer sind oft grössere Entfernungen erforderlich.

Kalibrierung über den Lichtstrom

Wird die Lichtstärkenverteilung einer Lichtquelle über den ganzen Raum gemessen, erhält man den totalen Lichtstrom der Lichtquelle (Lumen, lm). Misst man eine Lampe mit bekanntem Lichtstrom, so kann der Korrekturfaktor der Messanlage bestimmt werden. Ein spezielles Lichtstrom-Goniophotometer ermöglicht Metas das Kalibrieren von Lichtstromreferenzlampen. Ein wichtiger Bestandteil der Validierung sind Messvergleiche mit Partnerinstituten. So sind die Messergebnisse des Metas-Drehspiegel-Goniophotometers auf die nationalen Normale und auf international abgestützte Realisierungen der SI-Einheiten rückverfolgbar.

Stärke und Wirkung

Eine räumliche Lichtstärkenverteilung besteht aus einer grossen Anzahl Lichtstärken in bestimmten Ausstrahlungsrichtungen. Bei Strassen- und Innenraumleuchten erfolgt die Darstellung im C-Ebenen-System. Die Anzahl der Messpunkte variiert je nach Leuchtentyp. Um Leuchten besser vergleichen zu können, werden die Lichtstärken auf einen Nomi-

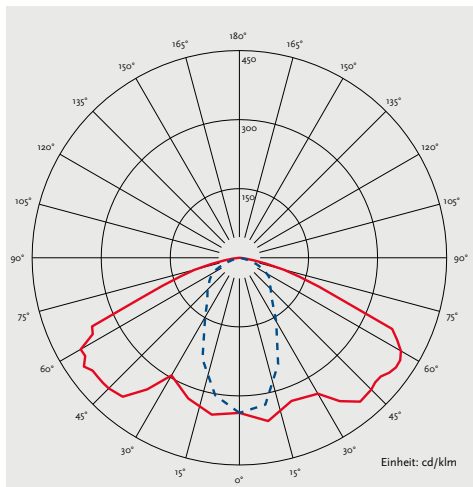


Prinzip des Drehspiegel-Goniophotometers am Metas. (Metas)

C-Ebenen-Polardiagramm
einer symmetrischen
Strassenleuchte.

Resultat des internationalen
Lichtstrom-Messver-
gleichs CCPR-K4.
(<http://kcdb.bipm.org>)

C-Ebenen-System



nallichtstrom von 1000 lm normiert. Vor der Messung der Lichtstärkenverteilung einer Leuchte wird die in der Leuchte verwendete Lampe mit dem allenfalls vorhandenen Vorschaltgerät im frei brennenden Betrieb einer Lichtstromkalibrierung unterzogen. Messungen erfolgen bei einer konstanten Umgebungstemperatur von 25 Grad Celsius ($\pm 0,5^\circ\text{C}$). Damit die Lampen möglichst stabil brennen, werden diese vor dem Kalibrieren während ungefähr 1 % ihrer durchschnittlichen Lebensdauer «gealtert». In der Regel erzeugen Leuchten geringere Lichtströme als frei brennende Lampen. Die eingebaute Optik und ungünstiges Temperaturverhalten empfindlicher Lampen führen zu Lichtverlusten. Der Betriebswirkungsgrad gibt Aufschluss über die lichttechnische Effizienz einer Leuchte, liefert aber keine qualitative Aussage über deren Lichtstärkenverteilung. Ein Vergleich ist daher nur unter Leuchten zulässig, die charakteristisch identische Lichtstärkenverteilungen aufweisen.

Resultate und Unsicherheiten

Während der Messung werden Beleuchtungsstärken oder Lichtstärken mit den zugehörigen Ausstrahlungswinkeln sowie elektrische Betriebsdaten des Messobjektes vom Steuerrechner zur weiteren Verarbeitung gespeichert. Zusätzliche Angaben wie die leuchtende Fläche werden manuell ergänzt. Lichtstrom, normierte Lichtstärkenverteilung (cd/klm), Betriebswirkungsgrad sowie mittlere Leuchtdichten und Blendwerte werden automatisch berechnet. Der Datenimport in kommerzielle Berechnungsprogramme für Beleuchtungssituationen ist möglich. ■

