

Praktische Photometrie von LEDs und weiteren unkonventionellen Lichtquellen

- klein – hohe Forderungen an die Auflösung
- überwiegend gerichtete Abstrahlungscharakteristik
- hohe, möglicherweise inhomogene Leuchtdichte
- steigender Lichtstrom aber geringe Lumen-Pakete
- stark temperaturabhängig, rel. große Kühlkörper
- nicht von der Brennweite abhängig

Weitere Besonderheiten der LED

- monochromatisch oder spektral schmalbandig (ggf. mehrfach)
- weiße LEDs verhalten sich anders als Farb-LEDs
- hohe Anforderungen an die Konstanz des Arbeitspunktes (elektrisch und thermisch) –bedeutet hohe Forderungen an die Definition der Messbedingungen
- Gleichstrom im Strombegrenzungsbetrieb (Zeitkonstanz des Lichtes?)
- Problem der Alterung ist nicht zu vernachlässigen
- gegenseitige Abschattung (oder durch den Kühlkörper)

- Auflösung der Messobjekte (Kameraauflösung)
- Genauigkeit und Präzision der Positionierung
- Messung sehr hoher Gradienten - Dynamik
- Messung schmalbandiger Strahlung ($v(\lambda)$ -Anpassung)
- korrekte Lichtstrommessung

Was ist verfügbar, was wird benötigt?

- Goniophotometer RiGO 801 für kleine Lampen und LEDs
- Goniophotometer RiGO 801 für kleine Leuchten und Lampen
- Goniophotometer RiGO 801 für Leuchten bis 2m Abmessungen

Wahl der Messgeräte

LED-Messungen mit allen drei Geräten erfolgreich durchgeführt:

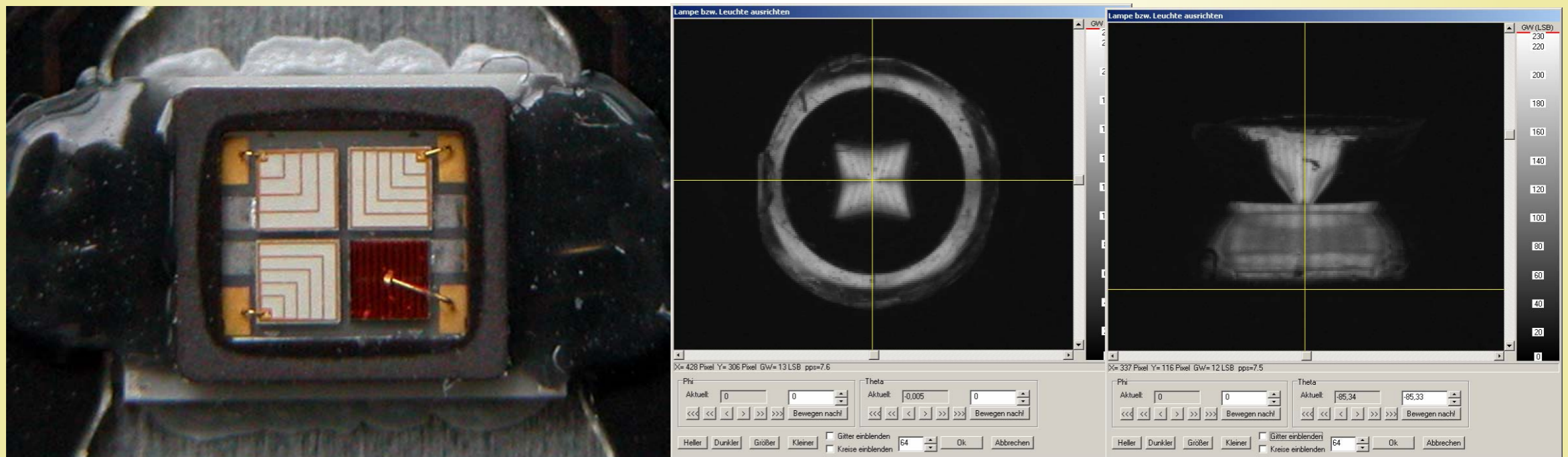
- Einzel-LEDs
- LED-Gruppen
- LED-Hybridlampen und -leuchten
- Lichtleiter



- stets Kühlkörper für Hochleistungs-LEDs verwenden
- Kühlkörper lassen sich schlecht befestigen / positionieren
- temperaturleitender Kleber(Paste) verwenden
- Zugentlastung der elektrischen Zuleitungen
- reproduzierbare Positionierung im Goniophotometer

Positionierung im Goniophotometer

- Reproduzierbarkeit ist wichtiger als „Positionsfehler“
- bei einigen LEDs und bei Lichtleitern nicht eindeutig
- Die Anwendung der klassischen Ebenen-Systeme (z.B. C-Ebenen) nicht eindeutig - der Nutzen daher fragwürdig

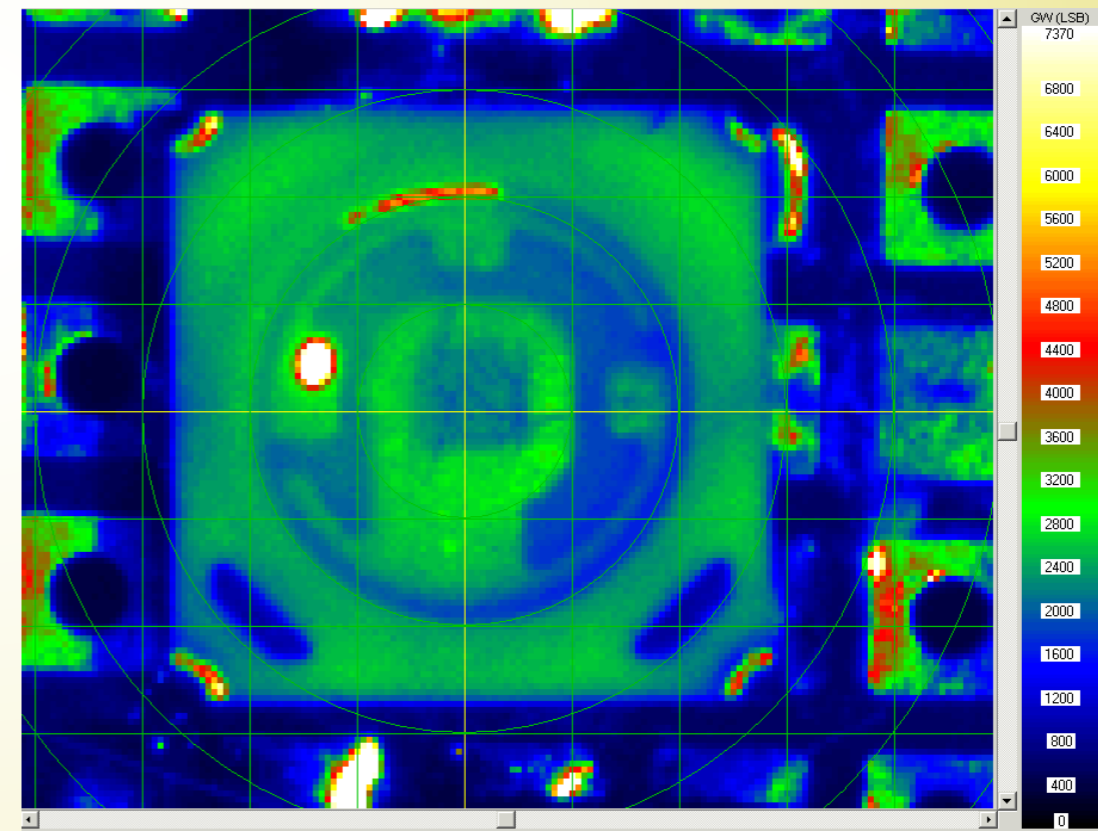
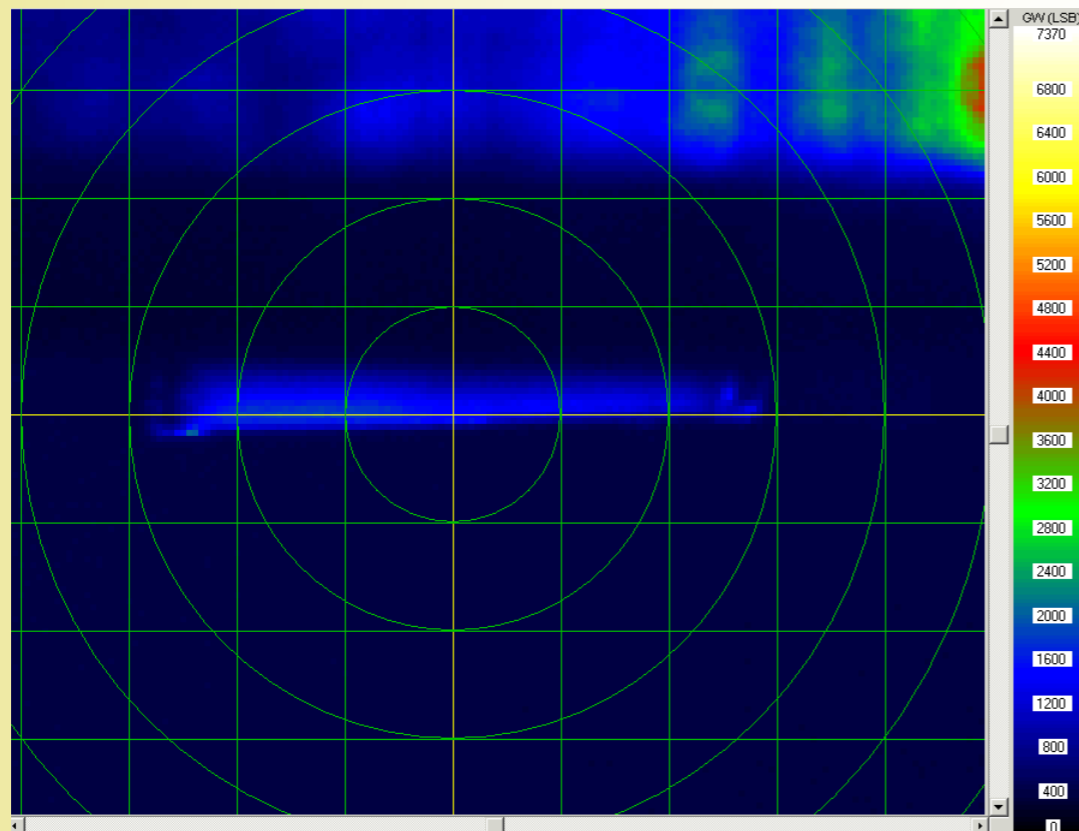


Positionierung im Goniophotometer

Ansichten (screenshot) der LED im Goniometer:

• seitlich

• frontal



Einstellung der Messparameter

- Messentfernung, Wahl der Objektive, Auflösung
- Winkelauflösung (üblich 0.5° - 2.5° Schrittweite)
- Dauer der Messung
- Umgebungstemperatur - Klimatisierung
- benötigte Vorbrennzeit

- Überprüfung der Qualitätsparameter zur Dokumentation lichttechnischer Serienprodukte – Lichtquellen, Leuchten, Anlagen, Materialien
- Untersuchung lichttechnischer Prototypen auch zur direkten Überprüfung neuartiger Wirkprinzipien
- Ermittlung, Validierung, Anpassung von Modellparametern (auch Stoffkennzahlen) für lichttechnische Simulationen
- Erstellung von virtuellen Lichtquellenmodellen für „Computer Aided Lighting Engineering“

(Die aktuellen Messanforderungen können/werden der jeweiligen Zielsetzung angepasst werden)

- Information zur Verfügung stellen (Internetpräsenz, Akquise)
- Produktpräsentation (Werbung, Verkauf, techn. Dokumentation)
- Akquisitionsunterstützung - Hilfe bei der Produktsuche, -wahl
- Ingenieurtechnische Berechnungen - Dimensionierung von Anlagen
- Produktentwicklung, Produktvorbereitung
- Simulation von Sonderanlagen

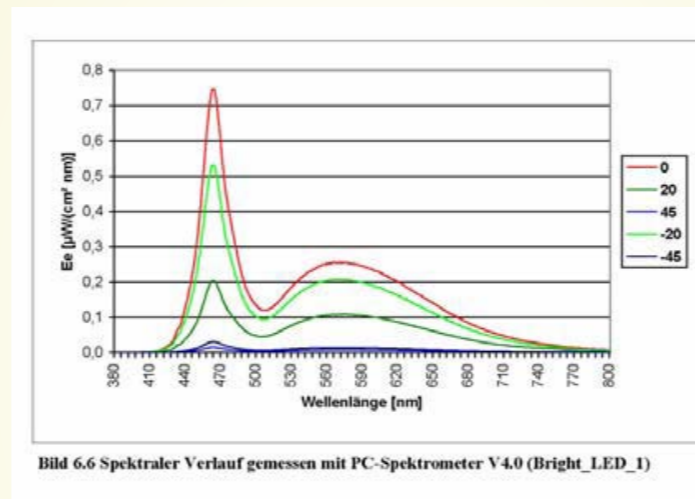


Das gesetzte Ziel bestimmt die eingesetzten Mittel

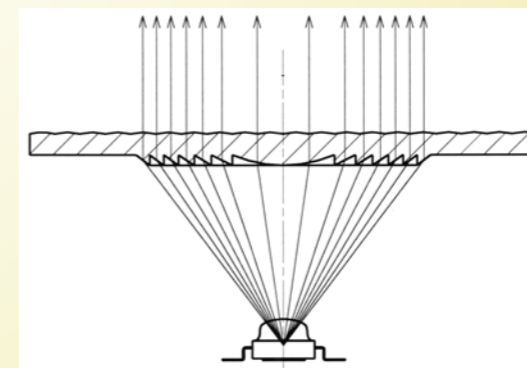
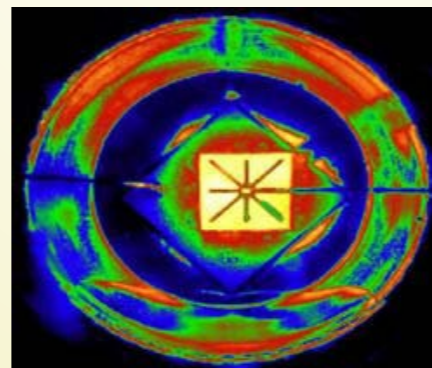
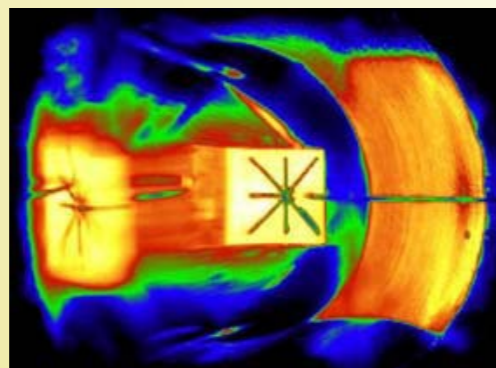
- Die klare Differenzierung von Nahfeld- und Fernfeldsituationen bleibt oft unberücksichtigt oder ist in manchen Fällen auch unpraktikabel.
- Besonders neuartige Lichtquellen und Materialien, sowie mikro- und nanostrukturierte lichttechnische Komponenten lassen sich nicht eindeutig diesen zwei Fällen zuordnen.
- Die LED darf aus photometrischer Sicht nicht als universeller Sammelbegriff für alle möglichen Arten und Technologien verallgemeinert werden. Für alle und insbesondere für weiße LEDs ist es erforderlich, differenzierte photometrische Untersuchungs- und Beschreibungsmethoden zu finden.
- Nichtabbildende optische oder komplexe Beleuchtungssysteme, die zunehmend oft zu Beleuchtungszwecken eingesetzt werden, benötigen eine "photometrische Sonderbehandlung". Hybride Untersuchungs- und Simulationsmethoden sind dafür meistens gut geeignet.

Weitere Messmöglichkeiten

- fahrender Spektrometer für orts aufgelöste Messung von Lichtspektren – LEDs können auch räumlich „bunt“ sein



- Leuchtdichtemessung aus definierten Positionen im Goniometer - Hilfe für die präzise Optikentwicklung



Einsatzgebiete und Ziele

- Ermittlung, Eingrenzung und Wichtung der Einsatzgebiete



Jedes Einsatzgebiet erfordert besondere Handhabung und Tools

- Goniophotometer („Ilmenauer Goniometerpark“)
- ortsauflösender Leuchtdichteanalysator (LMK, UGR-Messsystem)
- Spektralmesstechnik
- Diverse Software für Licht- und Optiksimitation (u.a. ASAP, Light-Tools, Optis, LightScape, Optica, Dialux, Relux)
- Eigene Tools zur Berechnung, Modifizierung, Konvertierung und visuellen Darstellung lichttechnischer Daten

- Datenmengen sehr extensiv (oft mehrere 100MB)
- viele (photometrische) Datenformate vorhanden (welche wählen?)
- Konstruktionsdaten nicht mit integriert oder nicht bekannt
- bestehende Datenformate - teilweise nicht ausgereizt
- keine intuitive Handhabung möglich (NO-WYSWIG)
- Daten sind sehr schnelllebig, da stets kürzere Entwicklungszyklen

Handhabung der Strahlendaten

- feste oder variable Amplitude
- geordnete oder stochastisch gemischte Strahlen
- welche und wie komplizierte Konstruktionsdaten
- Können örtlich veränderliche Spektren berücksichtigt werden?
- welche Strahlenanzahl für welche Aufgaben
- Sind zeitlich von der Messung getrennte Ray-Exporte sinnvoll?

Wofür werden solche Messungen gebraucht?

- alle Fachleute, die sie auch handhaben können
- Design von technischen Signalleuchten
- Design von Reflektor- / Difraktoroptik
- Ein- und Auskopplung in Lichtleitern
- zunehmende Bedeutung als Beleuchtungsquelle (u. a. für Kfz.)
- Licht für spezielle technische Zwecke
- für Beleuchtungsplanungsaufgaben auch gut geeignet aber selten sinnvoll

- Viele Ausgabeprotokolle liefern deutlich mehr Informationen als der Durchschnittsnutzer daraus entnehmen oder weitergeben kann.
- In der Praxis werden oft unvollständige oder gar mangelhafte Photometriedaten benutzt. Eine eindeutige Rückführung vorliegender Katalogdaten zum tatsächlichen Messmuster (Leuchtenmodell, -ausführung und -bestückung) ist nicht immer möglich.
- Oft führen unterschiedliche Eingangs-Datensätze (Datenformat, Auflösung u.a) der gleichen Quelle in Programmen sogar zu unterschiedlichen Aussagen.
- Die pauschale Nutzung von Modell-Bibliotheken photometrischer Lichtquellen ist zur groben Dimensionierung und Erprobung von Wirkprinzipien in der Pre-Design-Phase bestens geeignet, zugleich aber für eine Endsimulation und Verifizierung von endgültigen Anlagenparametern nur wenig hilfreich.

- Eine sinnvolle Bearbeitung beliebiger photometrischer Aufgaben ist an einem einzigen Goniometer nicht möglich – Goniometerpark Ilmenau ermöglicht die Nutzung des jeweils geeigneten Messgerätes.
- Zur Messzeit im Labor sind wesentlich mehr exakte photometrische und geometrische Informationen über die Lichtquelle verfügbar, als die üblichen Datenformate transportieren können.
- Die meisten photometrischen Datenformate beinhalten oft deutlich mehr Informationen über die Lichtquelle als die Berechnungs- und Simulationsprogramme nutzen können.
- Viele Lichtberechnungs- und Simulationsprogramme liefern deutlich mehr Informationen als die vorgesehenen Ausgabeprotokolle fassen können. Manchmal werden Parameter berechnet, für die kaum geeignete Eingangsinformationen zuvor verfügbar sind - z. B. können allein aus den Fernfelddaten einer Lichtquelle keine zuverlässige Leuchtdichten für das Nahfeld abgeleitet werden.