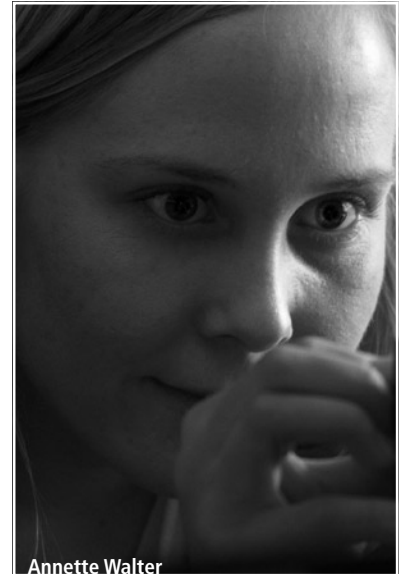


Lichtblicke für die Bildverarbeitung

Simulation von LED-Beleuchtungsmodellen

Schon Goethe sagte „Mehr Licht!“. In der Bildverarbeitung ist aber nicht nur viel Licht für Prozesse mit hoher Geschwindigkeit, sondern v.a. das richtige Licht, also die richtige Beleuchtung des zu prüfenden oder zu erkennenden Objektes wichtig. Nach einer Faustregel kann man sagen, dass die Beleuchtung in der Regel weniger als 10 % der Kosten eines Bildverarbeitungssystems ausmacht, jedoch mehr als 50 % zur Funktionalität und Erkennungssicherheit beiträgt. Erst eine passende Beleuchtung hebt die gewünschten Objektinformationen gezielt hervor und ermöglicht eine hohe Messgenauigkeit. Was aber sind die Kriterien für die Auswahl der „richtigen“ Beleuchtung? Die Firma Sill Optics hat zur Beantwortung dieser Frage ein Werkzeug zur Beleuchtungssimulation entwickelt.



Annette Walter

Viele Systemparameter, wie die Struktur bzw. das Reflexions- und Absorptionsverhalten der Oberflächen, spielen bei der Auswahl einer passenden Beleuchtung eine wichtige Rolle. Sie sind die Grundlage einer Beleuchtungssimulation, allerdings nur mit großem Arbeitsaufwand zu bestimmen. Deshalb ermittelt man passende Beleuchtungselemente heute häufig noch nach dem „trial and error“ Prinzip, wobei eine zufriedenstellende Lösung meist erst nach geraumer Zeit gefunden wird.

Es gilt ganz allgemein:

Umso größer die Anzahl der Optimierungsparameter, desto schwerer ist es die Fehlerfunktion zu minimieren und somit aussagekräftige Ergebnisse durch eine Simulation zu erzielen.

Modellierung einer Lichtquelle

Die Simulation von Beleuchtungen kann eleganter und schneller mit dem Programm ZEMAX realisiert werden.

Im nicht sequentiellen Modus wird dabei jeder Strahl beim Durchlaufen des Systems gestreut. Es entstehen viele Folgestrahlen. Für die Analyse werden neben den Eintrittsstrahlen auch Streu- bzw. Reflexionsstrahlen berechnet. Aufgrund der vielen Schwierigkeiten mit den Materialparametern muss bei der Beleuchtungssimulation geklärt werden, ob und welche Näherungen möglich sind. Eine zulässige Näherung zur Vereinfachung des Systems ist die Fernfeldbetrachtung.

Für Anwendungen die das „Ten Times Law“ erfüllen, darf die Strahlungsquelle

als Punktquelle angenommen werden. Dabei ist nur die Abstrahlcharakteristik des Beleuchtungselements nachzubilden. Diese charakteristische Verteilung des Lichts über den Raumwinkel wird mittels eines Goniometers oder einer Ulbricht Kugel (s. Abb. 1) gemessen bzw. aus dem Datenblatt übertragen.

Geringe Abweichungen des Modells in Bezug auf die Abstrahlcharakteristik bewirken bei der Fernfeldbetrachtung nur kleine Änderungen in der Ausleuchtung des optischen Systems. Deshalb lassen sich Ergebnisse aus der Fernfeldsimulation relativ leicht in die Realität übertragen.

Anwendungsbeispiele im Fernfeld:

- Design einer koaxialen Lichteinkopplung integriert in ein Linsensystem
 - (z.B. telezentrische Objektive mit integrierter Aufsichtbeleuchtung S5LPL0204)
 - Design eines segmentierten Ringlichts
- Ist allerdings das „Ten Times Law“ nicht erfüllt, muss die Strahlungsquelle geometrisch exakt nachgebildet werden. Das System wird im Nahfeld betrachtet.

Um aussagekräftige Modelle für diese Anwendungen zu simulieren, müssen die exakten Geometriedaten bekannt sein, zum Beispiel durch den Kauf des Designs vom Hersteller oder über eine genaue Analyse der Geometrie der Quelle. In Abbildung 2 ist der Halbschnitt einer LED zu sehen. Das Substrat ist angesteuert und leuchtet rot, der Bonddraht und der Reflektor sind gut zu erkennen.

Schon geringe Änderungen der Geometrie des Beleuchtungselements haben große Auswirkungen auf die Abstrahl-



Abb. 1: Messung mit dem Goniometer

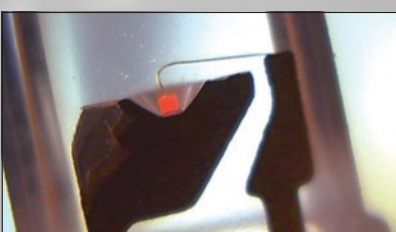


Abb. 2: Halbschnitt einer LED

charakteristik und damit auf das gesamte System.

Sehr kritisch ist beispielsweise bei einer LED die Position des Substrates zum Reflektor bzw. die Form des Reflektors. Um die Empfindlichkeit des Modells in Bezug auf die geometrischen Abmaße deutlich zu machen, ist in der Abbildung 3 das Detektorbild einer LED zu sehen. Der Detektor wurde 100 mm vor der Lichtquelle platziert. In Abbildung 4 wurde die Lage des Substrats der LED relativ zu dessen Reflektor um nur 40 µm verändert.

Definition des „Ten Times Law“

Viele in der Radiometrie verwendete Formeln beziehen sich auf eine Kugeloberfläche oder auf differentielle Flächenelemente als Empfängeroberfläche.

Ist allerdings der Abstand zwischen Sender und Empfänger größer als der zehnfache Wert der Sender- bzw. Empfängerdiagonale, können die Beziehungen auch auf endliche, ebene Flächen angewendet werden. Beispielsweise liegt der maximale Fehler im Fall eines Lambertstrahlers bei nur 1%. Diese Vereinfachung wird unter dem Ausdruck Ten Times Law (TTL) zusammengefasst. Alle Betrachtungen im Fernfeld erfüllen das TTL.

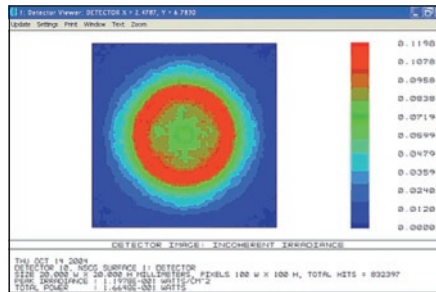


Abb. 3: Detektorbild einer LED

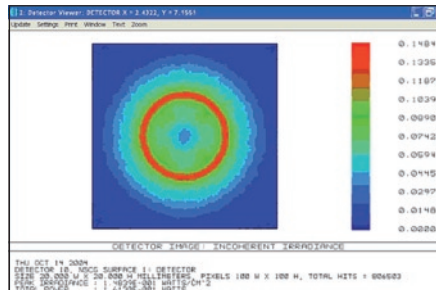


Abb. 4: Detektorbild der LED aus Abb. 3 bei Veränderung des Abstands des Substrats zum Reflektor um 40 µm

Typische Beispiele für die Nahfeldbe- trachtung sind:

- Einfluss der LED – Geometrie auf die Telezentriereigenschaft eines Kon- densators
- z. B. S61RI1481 (Diese Beleuchtung er- zeugt nur achsparallele Strahlen).
- Änderung der Abstrahlcharakteristik eines Beleuchtungselements durch Einsatz eines Diffusors (wichtig bei

der Entwicklung einer integrierten koaxialen Aufsichtbeleuchtungen z.B. S6SET8325).

Entwicklung kundenspezifischer Be- leuchtungen

Mit der Beleuchtungssimulation lassen sich produktgezielte Simulationen eines optischen Systems erstellen. Das zu prü- fende Objekt wird nicht nur in Bezug auf seine Dimensionen, sondern auch auf seine Materialeigenschaften in die Simu- lation miteinbezogen. So kann das Optik- design alle vorgegebene Spezifikationen beachten und auf bestimmte Parameter optimiert werden.

Mittels dieser Entwicklung hat die Firma Sill Optics ihr Angebot für die Bild- verarbeitung erweitert. Neben dem De- sign von Präzisionsoptiken wird nun auch die Entwicklung von kundenspezi- fischen Beleuchtungen möglich.

► **Kontakt**
Annette Walter
 Sill Optics GmbH & Co. KG, Wendelstein
 Tel.: 09129/9023-0
 Fax: 09129/9023-23
 info@silloptics.de
 www.silloptics.de