



Effiziente Entwicklung nichtabbildender Beleuchtungsoptiken mit Hilfe von Raysets (Handout)

Die moderne Beleuchtungstechnik hat viele Besonderheiten. Die globale Verbreitung der LED-Technologie, die davon unabhängige Miniaturisierung von Leuchten mit hoher Komplexität, die Verwendung hybrider Beleuchtungskonzepte und die breite Integration neuartiger Lichtlösungen als Bestandteil der Architektur sind einige davon. Viele daraus neu hervorgehende lichttechnische Fragestellungen können mit bisherigen Berechnungsverfahren oft nicht angemessen behandelt werden und erfordern angepasste Bewertungsmethoden.

Seit eh und je dienen LVKs als Ausgangsinformation für präzise Lichtberechnungen. Bei entsprechend hoher Genauigkeitanforderung sind diese allerdings definitionsgemäß ausschließlich auf das photometrische Fernfeld begrenzt. Eine herkömmliche Methode um diese Definitionsgrenzen ohne gravierende Nachteile zu unterwandern ist die Unterteilung ausgedehnter 3D- oder flächenhafter Lichtquellen in kleine Teilsegmente und die Verwendung LVKs gleichen Typs mit jeweils anteiligen Lichtströmen. Bei komplexen Leuchten versagt diese Methode zunehmend.

Sogenannte Strahlendaten (Rayset) helfen bei der Lösung solcher Ingenieuraufgaben. In Situationen, wo die Möglichkeiten herkömmlicher Fernfeld-Daten an ihre Grenzen stoßen oder gar versagen, sind Raysets fast universell einsetzbar und liefern hervorragende Berechnungsergebnisse. Dies allerdings nur bei einem sinnvollen Einsatz adäquat gemessener oder simulierter Strahlen.

Einige Besonderheiten der Strahlendaten

Strahlendaten sind Nahfeld-Informationen und enthalten sowohl photometrische wie auch räumliche Informationen der Lichtquelle. Das altbekannte Abstraktionskonzept der Punktlichtquelle wird damit scheinbar aufgehoben und ersetzt. Oder?

Die Lampengeometrie ist normalerweise in Strahlendaten nicht enthalten. Bei bekannter 3D-Oberfläche der Quelle kann diese Einschränkung allerdings mit wenig Aufwand unter Einhaltung einfacher Regeln aufgehoben werden indem die Startpunkte aller gemessenen Strahlen auf die tatsächliche abstrahlende Geometrie der Lampe (Leuchte) gesetzt werden. Die resultierende Menge aller Lichtentstehungspunkte bildet auch ungeordnet die Form der Lichtquelle nach und liefert Informationen, die z.B. als Positionierungshilfe oder zur Bauraumüberprüfung genutzt werden können.

Der Lichtstrom von Strahlendaten wird oft „pro-forma“ angenommen. Demzufolge wird die entsprechende Lichtverteilung fälschlicherweise nur relativ betrachtet. Besonders bei gemessenen Strahlen verliert man so wertvolle Information. Grundsätzlich immer im thermischen Gleichgewicht gemessene Strahlen sind absolute, zeitstabile und tatsächlich vorhandene Teillichtströme, die einzelnen Startpunkten auf der Lichtaustrittsfläche zugeordnet werden. Der so ermittelte Gesamtlichtstrom ist der bereits temperaturbedingt reduzierte, real vorhandene Nutzlichtstrom der Lichtquelle - „absolute Photometrie“.

Simulierte Strahlendaten können (müssen nicht) realitätsnah sein.
(idealisierte Modellbildung, neue, unbekannte Effekte und Materialeigenschaften)
Gemessene Strahlendaten können (müssen nicht) allgemein gültig sein.
(Exemplarstreuung, Messfehler)

Eine grundlegende Voraussetzung für präzise Lichtberechnungen ist die richtige Auswahl valider Lampeninformationen. Diese oft ausschließende Entscheidung ist nicht frei und wird durch viele Faktoren zusätzlich eingeschränkt. Eine simultane Arbeit mit Nahfeld- (rayset) und Fernfeld-Daten (LVK) bietet stets Vorteile. Valide Nahfeld-Daten enthalten die Parameter des Fernfeldes vollständig. Fehlende oder missverständliche Angaben in der LVK können dadurch redundant aus dem Rayset ergänzt oder überprüft werden. Zur Unterstützung dieser Arbeit haben wir speziell den ILEXA-Ray-Viewer entwickelt. Auch Sie können sich diese Unterstützungshilfe kostenfrei zu Nutze machen. (<http://www.ilexa.de>)

Aus validen Strahlendaten können tatsächliche Leuchtdichten der Quelle situationsgerecht berechnet werden. Eine korrekte Beurteilung der Blendungssituation ist damit möglich. Ausgehend von der LVK ist dagegen die gleiche Aufgabe nur in grober Näherung oder gar nicht lösbar. Besonders bei LED-Leuchten und bei Leuchten mit stark strukturierten, komplexen Lichtverteilungen versagen die klassischen UGR-Bewertungsmethoden aufgrund objektiv fehlender Eingangsinformation und liefern falsche Blendurteile. Die tatsächlichen Leuchtdichten bleiben unbekannt und es wird mit geschätzten Werten spekuliert. Solche „Schätzungen“ verfehlen die tatsächlichen Werte häufig um ein Vielfaches. Berechnungen mit validen Strahlendaten lösen dieses Problem hervorragend. Vereinfachte simultane Berechnungen mit Nah- und Fernfelddaten zugleich sind intuitiver und liefern trotzdem korrekte Ergebnisse.

Bei Etendue-begrenzten optischen Systemen kann das Etendue einzelner Module aus dem entsprechenden Strahlenmodell ermittelt werden. Damit kann das limitierende Element gefunden und die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems schnell beurteilt werden.

Im Optimierungsfall einer Lichtquelle kann die gezielte Analyse von validen Strahlendaten oft weiter helfen. Konkrete Hinweise auf mögliche Schwächen oder zu Möglichkeiten ihrer Beseitigung könne daraus entnommen werden. Besonders für die Blendungsbewertung und bei Aufgaben zur Immissionsreduzierung bereits bestehender Beleuchtungsanlagen ist diese Methodik sehr nützlich.

Spezialanwendungen

Bei zahlreichen Neuentwicklungen wird in letzter Zeit versucht, ausgedehnte leuchtende Flächen und 3D-Leuchtkörper nachzubilden indem zahlreiche, nicht immer identische LEDs auf einem gemeinsamen Kühlkörper dicht nebeneinander angeordnet werden. Obwohl nicht immer sinnvoll, verbreitet sich diese Praxis zunehmend. Multi-LED-COB-Paneele (ChipOnBoard-Module) sollen aus einer Vielzahl von gerichteten und punktuellen (Mini-) Lichtverteilungen einzelner LEDs eine weitaus größere räumliche Ausdehnung und einen ausreichenden Lichtstrom generieren, damit diese auch Beleuchtungsaufgaben übernehmen können. Dadurch, dass die Einzellichtströme und die jeweilige, lokale Lichtverteilungen der Einzel-LEDs bereits bekannt sind, ist der Nutzen bei der Verwendung einer Gesamt-LVK für die zusammengesetzte Lichtquelle kaum nachvollziehbar.

Multi-Chip-LEDs verkörpern eine miniaturisierte Form des gleichen Problems. Hier haben die dicht nebeneinander angeordnete Chips (dies) unter Umständen nicht nur eine andere Lichtverteilung und unterschiedliche Lichtströme, sondern können zusätzlich unterschiedliche (auch monochrome) Spektren aufweisen. Zusätzlich können Sie auch teilweise oder vollständig durch eine Phosphorschicht überdeckt sein. Die Farbmischung der einzelnen Lichtanteile findet in solchen Fällen erst außerhalb des Gehäuses statt. Mit Hilfe von gefilterten Strahlendaten ist es möglich die spektrale Homogenität solcher Lichtverteilungen zu analysieren. Diese potentielle Berechnungsmöglichkeit kann mögliche Inhomogenitätsprobleme aber nicht lösen!

Mechanische Teile oder Befestigungselemente in unmittelbarer Nähe, die stark im Lichtfeld aufgeheilt werden, verhalten sich als integrale Bestandteile der Lichtquelle. Für einen Messsensor auch sichtbar, sind diese vom Prüfling nicht zu unterscheiden und können die Messergebnisse unerwünscht verändern. Dies trifft insbesondere auf angestrahlte elektronische Bauelemente auf LED-Trägerplatten, genau so wie auf Lampenfassungen, Halterungen, Befestigungselemente, VGs und Zuleitungen in kompakten Leuchten zu. Da zum Messzeitpunkt die leuchtende Geometrie gut bekannt ist, können diese „Störungen“ mit relativ überschaubarem Aufwand und mit der Hilfe von Strahlendaten gleich anschließend nach der Messung bewertet, korrigiert oder beseitigt werden. Bei der Erstellung kommerzieller Lichtquellenmodelle kann dies für die Strahlendatenqualität von entscheidender Bedeutung sein.

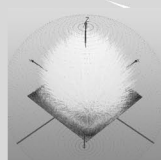
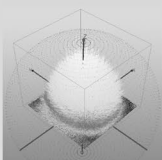
Den vorgestellten ILEXA-Ray-Viewer können Sie direkt unter <http://www.ilexa.de> kostenfrei beziehen. Die Nutzer unserer Messdaten erhalten den vorgestellten ILEXA-Ray-Analysator in freigeschalteter Vollversion als Bestandteil unserer photometrischen Dienstleistung. Testen Sie bei Interesse unsere Kompetenz!

Wladimir Jordanow

ILEXA

Kompetenz für Licht und optische Strahlung

Bewertung
Entwicklung



Kontakt:
Wladimir Jordanow
jordanow@ilexa.de
www.ilexa.de