

PLANUNGSWERKZEUG ZUR DARSTELLUNG UND ANALYSE DER RICHTUNGS-AUFGEÖSTEN LICHTTRANSMISSION DURCH FASSADENSYSTEME

Simon Wössner

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

KURZFASSUNG

Ein neues Planungswerkzeug ermöglicht die Darstellung komplexer photometrischer Fassadenkennwerte wie beispielsweise der richtungsaufgelösten Lichttransmission. Die Wirkung derartiger Systeme auf die Leuchtdichten auf Fassadeninnenseiten und der Beleuchtungsstärkeverteilung auf Arbeitsebenen in Räumen kann durch die Software analysiert werden. Unterschiedliche Fassadenregelsysteme finden Berücksichtigung. Das frei verfügbare Planungswerkzeug kann somit Planer in der lichttechnischen Fassadenauslegung unterstützen.

ABSTRACT

A new developed design tool allows to display the photometry of complex fenestration systems as for instance the bi-directional transmission distribution function (BTDF). The impact of such systems on the luminance distribution on inward facing façade elements and on the illuminance distribution on work surfaces in indoor spaces can be calculated and analysed by means of the tool. Façade control systems are accounted for. The public domain tool is intended to support designers in the appropriate daylight design of façade systems.

EINLEITUNG

Beleuchtungstechnisch ist bei der Fassadenplanung einerseits die nutzungsgerechte Bereitstellung eines visuellen Umfeldes in den Aufenthaltsbereichen, andererseits eine energetisch günstige Wirkung des durch die Fassade eintretenden Tageslichts in der Gesamtgebäudeenergiebilanz anzustreben. Die Tageslichtnutzung kann direkt zu einem reduzierten Beleuchtungsenergiebedarf und hierüber indirekt - aufgrund des höheren Strahlungsäquivalentes von Tageslicht gegenüber gebräuchlichen Kunstlichtquellen - zu reduzierten thermischen Belastungen der zu konditionierenden Gebäudezone führen. Zu diesem Zweck wurden zahlreiche neue Fassadensysteme und / oder neue Fassadenregelungskonzepte entwickelt. Deren Einsatz zielt auf eine verbesserte natürliche

Beleuchtung in Innenräumen bei gleichzeitiger Wahrung des Sonnen- und Blendschutzes (de Boer 1, 2006).

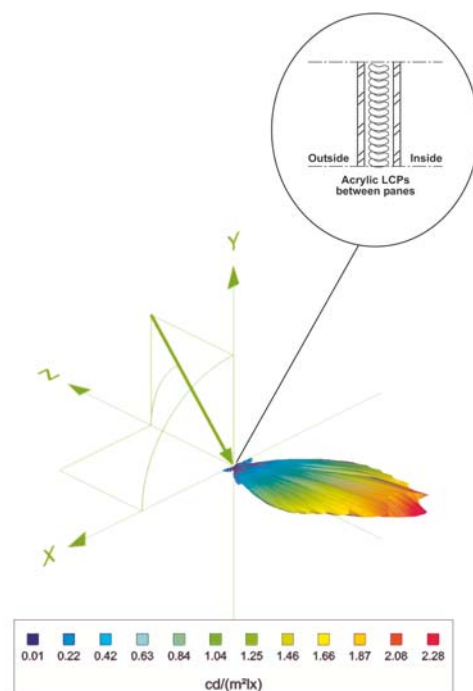


Abbildung 1 Darstellung der räumlichen Verteilung des Leuchtdichtekoeffizienten (sog. Bidirectional Transmission Distribution Function: BTDF) für ein Lichtlenkglas bei einer einfallseitigen Beleuchtung unter einem Höhenwinkel von 48°.

Erhebliche Anstrengungen wurden in den letzten Jahren unternommen, derartige Fassadensysteme

- photometrisch zu beschreiben (Aydinli, 1999), (Andersen, de Boer, 2006) und
- Algorithmen für deren Integration in Lichtsimulationsverfahren (de Boer 2, 2006) (Maamari, 2006) bereitzustellen.

Dennoch erscheint die Nutzung der so gewonnenen Daten in der Planungspraxis noch immer gering. Die Gründe liegen auf der Hand: Die photometrischen Rohdatensätze sind, wie exemplarisch in Abbildung 1 dargestellt, aufgrund der lichttechnisch erforderlichen Ortsauflösung (einstrahl- und

abstrahlseitig) sehr komplex und lassen nicht unmittelbar auf die Raumbelichtungsverhältnisse bei unterschiedlichen Himmelsleuchtdichteverteilungen, vgl. Abbildung 2, schließen. Des Weiteren ist festzustellen, dass zahlreiche, zumeist unter erheblichem Aufwand erfasste Datensätze existieren, diese aber einer größeren Anzahl Planern nicht verfügbar gemacht werden. Es wurde daher ein Planungswerkzeug entwickelt, das es ermöglicht, Systementwickler bei dem Entwurf und bei der Optimierung neuer Systeme zu unterstützen und Planern die Auswahl geeigneter Systeme zu erleichtern.

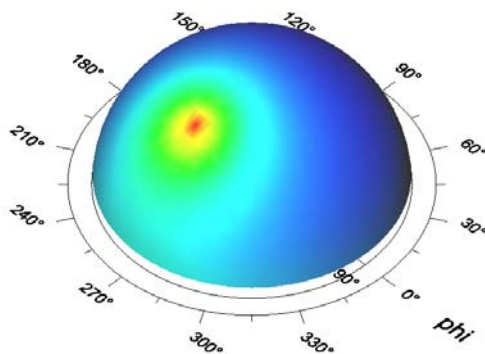


Abbildung 2 Darstellung einer exemplarischen Himmelsleuchtdichteverteilung des klaren Himmels.

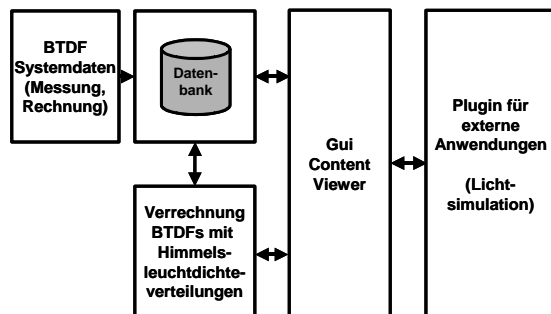


Abbildung 3 Blockbild der Module und Funktionalitäten.

DARSTELLUNG UND ANALYSE DER FASSADENPHOTOMETRIE

Wie in Abbildung 3 dargestellt, greift die Software auf eine Systemdatenbank zurück, welche gemessene oder gerechnete Fassadenkennwerte enthält. Verschiedenartige „Contentviewer“ ermöglichen die Darstellung der Rohdaten. Die Nutzung eines neu entwickelten Berechnungsverfahrens (API) (de Boer 2, 2006), ermöglicht die Analyse der Lichttransmission bei unterschiedlichen auf die Fassaden aufgeprägten Himmelsleuchtdichteverteilungen.

Das anhand eines Screenshots exemplarisch in Bild 4 dargestellte Planungswerkzeug verfügt über folgende wesentliche Merkmale:

- Darstellung der Systemrohdaten (Leuchtdichtekoeffizienten und gerichtet hemisphärische Transmission) für unterschiedliche Lichteinfallrichtungen.
- Freie Definition von Himmelsleuchtdichteverteilungen mit Analysemöglichkeit der Beleuchtungsverhältnisse auf unterschiedlich orientierten und geneigten Fassadenelementen.
- Errechnung und Darstellung von Lichtstärkeverteilungen und Leuchtdichteverteilungen auf Fassadeninnenseiten bei definierten Himmelsleuchtdichteverteilungen.
- Berücksichtigung der Steuerung von Fassadenkomponenten über Systemkennlinie (z.B. sonnenstandsabhängige Steuerung von Lamellenwinkeln).
- Evaluierung der Wirkung unterschiedlicher Fassadensysteme auf die Leuchtdichte- und Beleuchtungsstärkeverteilung in einem einfachen quaderförmigen Raum.

Hinausgehend über diese als „Expertenmodus“ bezeichnete Betriebsweise verfügt das Planungswerkzeug über einen einfachen Darstellungsbereich. Diesem können allgemeine, qualitative Informationen zu den jeweiligen Fassadensystemen entnommen werden.

SOFTWARETECHNIK UND SCHNITTSTELLEN

Die Software steht als dokumentiertes Plugin zur Integration in Drittanwendungen frei zur Verfügung. Die Schnittstelle ist COM basiert. Das Plugin ist in die in internationaler Zusammenarbeit entwickelte Software ADELINe integriert worden.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das neu entwickelte Planungswerkzeug soll helfen, das Verständnis für das lichttechnische Verhalten innovativer Fassadenkomponenten zu erhöhen. Der Interaktion der richtungsabhängigen Lichttransmission durch komplexe Fassadensysteme mit Raumparametern kommt erhöhte Bedeutung zu. Dies ist auch vor dem Hintergrund der zunehmenden Standardisierungsbemühungen in diesem Bereich zu

betrachten, die sich unter anderem in der DIN EN 13363, Teile 1 und 2 und der DIN V 18599, Teile 2 und 4 ausdrücken.

Zukünftig ist eine Vergrößerung der Anzahl der in dem System verfügbaren Fassadensysteme geplant. Verfahren, welche eine einfache Kombination von Sonnen- und / oder Blendschutzsystemen mit unterschiedlichen Verglasungssystemen gestatten, sollten implementiert werden. Die Implementation von Verfahren der numerischen Goniophotometrie bietet sich an. Eine Ausdehnung auf thermische Kennwerte, wie richtungsaufgelöste g-Werte, wird angestrebt.

Das System kann unter www.talisys.de heruntergeladen werden. Auch sind die Autoren an der Erweiterung des Werkzeuges durch die Einstellung weiterer Fassadensystemmessdatensätze interessiert. Es wird um Kontaktaufnahme auf derselben Webseite gebeten.

DANKSAGUNG

Die Arbeiten wurden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit unter dem Förderkennzeichen 0329037G und dem ADELINER Nutzerclub finanziert.

LITERATUR

- Andersen, M.; de Boer, J.: Goniophotometry and assessment of bi-directional photometric properties of complex fenestration systems. *Energy and Buildings*, In Press (2006).
- Aydinli, H.; Kaase, H.: Measurement of Luminous Characteristics of Daylighting Materials. A Report of IEA SHCP TASK 21 / ECBCS ANNEX 29, Technical University of Berlin, 1999.
- de Boer, J.: Lichttechnisches und energetisches Verhalten von Fassaden moderner Verwaltungsbauten, Teil 1 Lichttechnisches Verhalten. *Bauphysik* 28 (2006), H.1, S. 27-44.
- de Boer, J.: Modelling Indoor Illumination by Complex Fenestration Systems Based on Bidirectional Photometric Data. *Energy and Buildings*, In Press (2006).
- Maamari, F.; Andersen, M.; de Boer, J.; Carrol, W.; Greenup, P.: Experimental validation of simulation methods for bidirectional transmission properties. *Energy and Buildings*, In Press (2006).

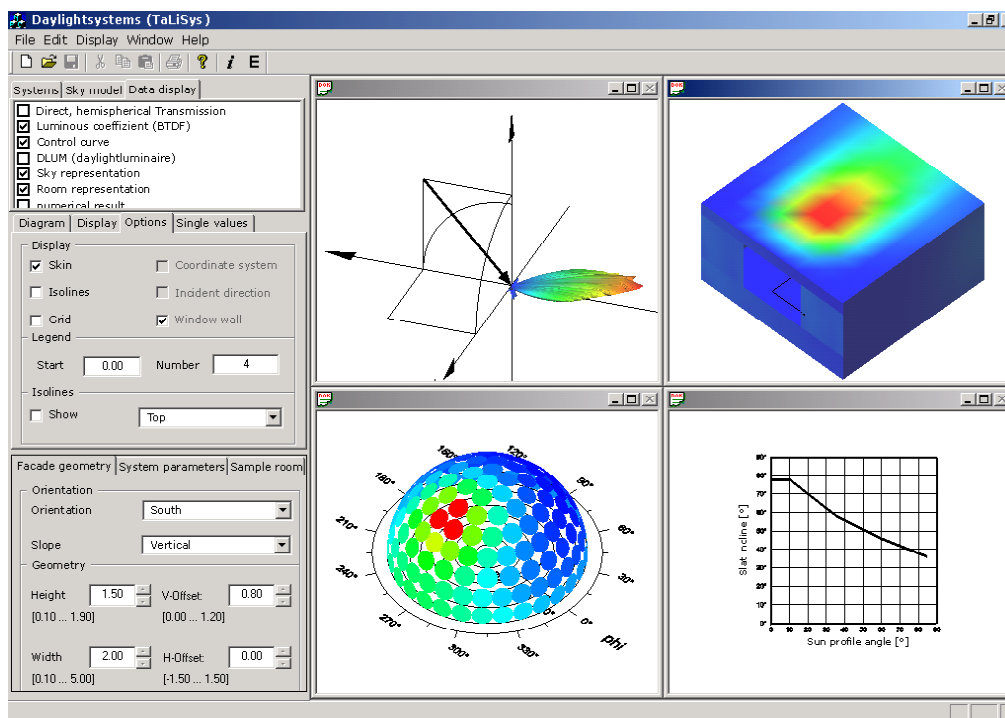


Abbildung 4 Expertenmodus des Planungswerkzeuges: BTDF(links oben); Himmelsleuchtdichteverteilung (links unten); Raumbelichtung durch das ausgewählte System (rechts oben); Steuerkennlinie (rechts unten)