

16 (1989) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

## Fraunhofer-Institut für Bauphysik

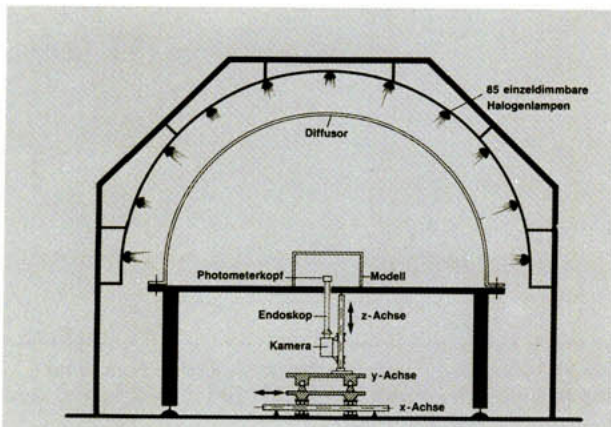
M. Szerman

## Künstlicher Himmel – Quantifizierbare Tageslichtplanung im Entwurfsstadium

Der Einsatz von Tageslicht zur Ausleuchtung von Gebäuden hat neben Auswirkungen auf den Gebäudeentwurf auch Einfluß auf die Ausbildung und Steuerung der Ergänzungsbeleuchtung sowie den visuellen Komfort innerhalb eines Gebäudes. Die Vorhersage des im Raum zur Verfügung stehenden Tageslichtes und dessen räumliche und zeitliche Verteilung ist für einen guten Gebäudeentwurf unabdingbar. Ist der Einsatz von Tageslichtlenk- und Leitsystemen vorgesehen, müssen in der Planung Gebäude und System aufeinander abgestimmt und optimiert werden. Zur lichttechnischen Optimierung von Gebäudeentwürfen hat das Fraunhofer-Institut für Bauphysik einen künstlichen Himmel erstellt. Mit dem Himmel kann die Gestaltung und Ausbildung von Gebäuden in der Entwurfsphase durch tageslichttechnische Modellmessungen den Nutzungsbedürfnissen angepasst werden. Daneben soll die Optimierung der Tageslichtversorgung in Gebäuden zur Reduzierung der Einschaltzeiten der Ergänzungsbeleuchtung und somit zur Energie- und Betriebskosteneinsparung führen.

### Künstlicher diffuser Himmel

Zur Durchführung dieser Aufgaben ist am Institut der im Bild 1 dargestellte, künstliche diffuse Himmel errichtet worden. Der Himmel



**Bild1:** Künstlicher Himmel des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik. Die Halogenlampen sind einzeln dimmbar über einen PC. Beleuchtungsstärke und Leuchtdichtemessungen innerhalb des Modells werden automatisch durchgeführt

besteht aus 85 hemisphärisch über einem Modelltisch angeordneten Halogenstrahlern mit jeweils  $38^\circ$  Ausstrahlwinkel. Alle Strahler sind über PC unabhängig voneinander dimmbar, so daß unterschiedliche Leuchtdichteverteilungen der Hemisphäre eingestellt



**Bild 2:** Aufnahme des geöffneten künstlichen Himmels. Unter dem Tisch ist der den Fußboden, das Photometer und die Endoskopkamera-Einheit bewegende Roboter zu sehen

werden können. Zwischen Lampen und Modell kann optional als Diffusor eine Lichtkuppel aus lichtstreuendem Material eingesetzt werden. Auf dem Modelltisch werden die Raummodelle angebracht. Die Modelle besitzen einen verschieblich am Modelltisch angebrachten Fußboden. Auf dem verschiebblichen Fußboden können unterschiedliche Meßinstrumente angebracht werden. Der Boden selbst wird bei der Messung über einen rechnergesteuerten Roboter an definierte Raumpunkte verschoben, so daß bei Vergleichsmessungen die Meßwerte immer am gleichen geometrischen Ort ermittelt werden. Im Bild 2 ist der geöffnete künstliche Himmel mit einem Modell zu sehen. Unter dem Tisch kann man den Roboter erkennen.

### Meßtechnik

Als Meßinstrument kann auf dem verschiebblichen Boden, in beliebiger Höhe und Neigung, ein Miniaturphotometer installiert werden, mit dem Beleuchtungsstärkeverteilungen gemessen werden können. Im allgemeinen wird hierbei die Messung horizontal in Arbeitsplatzhöhe vorgenommen. Das Miniaturphotometer wird durch

den Roboter bewegt; die Messung wird für den jeweiligen Raumpunkt nach Erreichen der geometrischen Position durchgeführt. Die Messungen selbst können für ein geometrisch sehr feines Raster ( $\geq 1/200$  mm) durchgeführt werden und erfolgen für eine Ebene vollautomatisch.

Daneben können mit Hilfe eines Endoskops und einer angekoppelten Schwarz-Weiß-Video-Kamera durch den verschieblichen Boden die Leuchtdichteverhältnisse in dem zu untersuchenden Raum erfaßt werden. Die Einheit "Endoskop-Kamera" ist mit dem Roboter sowohl horizontal wie auch vertikal verfahrbar. Das Videosignal wird mit einer elektronischen Bildverarbeitungsanlage analysiert. Mittels einer Kalibrierfunktion wird die Leuchtdichte der umgebenden Bauteile ermittelt. Die insgesamt zur Verfügung stehenden 256 Graustufen werden über einer Falschfarbendarstellung, die an die Kalibrierfunktion angepaßt ist, weiter aufbereitet, so daß Bereiche gleicher Leuchtdichte in der Auswertung farblich gut erkennbar und abgegrenzt zu anderen Leuchtdichten erscheinen. In Bild 3 oben ist die Aufnahme einer Raumecke und eines Fensters mit der Endoskop-Videokamera dargestellt. Darunter ist eine Auswertung der gleichen Situation mit dem Video-Image-Processing System gegenübergestellt. Aus der Darstellung gut zu erkennen sind deutlich abgestufte Leuchtdichtebereiche. In Bild 4 sind beispielhaft im Versuchsstand ermittelte Tageslichtquotienten gerechneten Werten gegenübergestellt. Die Werte ergeben sich unter einem bewölktem Himmel nach CIE. Hierbei ist der Tageslichtquotient im Raum 2 gemäß DIN 5034 [1] ohne Verbauung in einem Schnitt von Fenstermitte zur Raumrückwand in 0,85 m Arbeitstischhöhe aufgetragen. Es ergibt sich eine gute Übereinstimmung der rechnerisch und meßtechnisch ermittelten Werte.

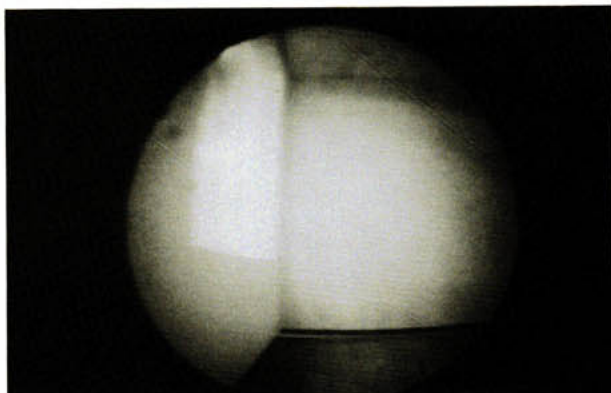


Bild 3: Gegenüberstellung der Schwarz-Weiß-Videoaufnahme einer Raumecke im Modell und des mit einem Video-Image-Processing-System ausgewerteten Bildes. Das ausgewertete Bild zeigt deutlich abgestufte Bereiche mit gleicher Leuchtdichte.

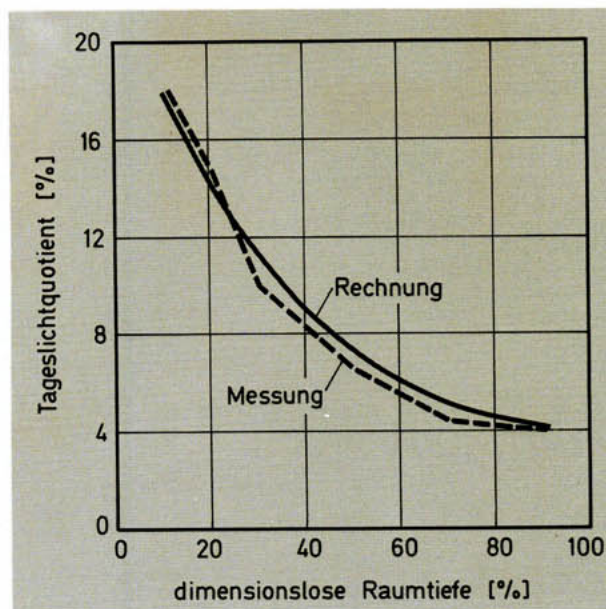


Bild 4: Vergleich von berechneten und im Versuchsstand gemessenen Tageslichtquotienten am Beispiel des Raumes 2 nach DIN 5034. Die Werte beziehen sich jeweils auf eine Ebene 85 cm über dem Fußboden und einem Schnitt in Fenstermitte vom Fenster zur Rückwand.

#### Zusammenfassung

Der künstliche Himmel des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik dient als Versuchseinrichtung, um tageslichttechnische Fragen bereits bei der Planung von Gebäuden zu untersuchen und die Tageslichtausnutzung zu optimieren. Die Versuchseinrichtung erlaubt neben der Bestimmung von Beleuchtungsstärkeverteilungen in Räumen auch die Quantifizierung der Leuchtdichteverteilungen auf Oberflächen im Raum. Tageslichttechnisch optimierte Gebäudeentwürfe werden durch modelltechnische Messungen im Entwurfsstadium realisierbar.

[1] DIN 5034, Beiblatt 1: Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht; Berechnung und Messung. Beuth Verlag, Berlin, November 1963

Das Vorhaben wurde vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördert (Az: 0338755 A).



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK  
 Leiter: o.Prof. Dr. Dr. h.c. Karl Gertis  
 7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel.(0711)970-00  
 8150 Holzkirchen, Postfach 1180, Tel. (08024)643-0  
 O-1092 Berlin, Plauener Str. 163-165, Tel. (030)9783-3115

Herstellung und Druck:  
 SDSC, Informationszentrum RAUM und BAU  
 der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart  
 Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des  
 Fraunhofer-Instituts für Bauphysik