

15 (1988) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

H. Erhorn und M. Szerman

Tageslicht-Beleuchtung von Räumen – im voraus berechenbar!

Die Nutzung von Tageslicht zur Beleuchtung von Büroräumen wird in Zukunft immer wichtiger werden. Zumindest in Zeiten mit einem reichlichen Angebot an Tageslicht erscheint es sinnvoll, soweit wie möglich ohne oder mit geringer elektrischer Zusatzbeleuchtung auszukommen, da die Beleuchtung einen hohen Anteil am gesamten Energieumsatz von Bürogebäuden besitzt und somit einen nicht zu unterschätzenden Kostenfaktor darstellt. Das photometrische Strahlungsäquivalent von Tageslicht ist i.a. größer als das von Kunstlicht, d.h. bei vergleichbaren Beleuchtungsverhältnissen im Raum kann bei der Tageslichtnutzung weniger Wärme frei werden als bei künstlicher Beleuchtung. Somit kann sich die Tageslichtbeleuchtung auch auf die Dimensionierung und die Betriebskosten von Klimaanlage auswirken. Daneben führt die bessere Ausnutzung von Tageslicht zur Verkürzung der Einschaltzeiten der Ergänzungsbeleuchtung und trägt somit zur Energieeinsparung bei.

Um bereits bei der Planung von Gebäuden tageslichttechnische Maßnahmen in ihrer Wirkung zu beurteilen und zu optimieren, steht dem Planer neben den Leitsätzen der DIN 5034 als einfache halbgraphische Methode das Tageslichtquotienten-Verfahren nach DIN 5034, Beiblatt 1, zur Verfügung. Daneben sind Computerprogramme zur schnellen und genauen Analyse der Tageslichtverhältnisse in Räumen entwickelt worden. Im folgenden sollen die Möglichkeiten der Tageslichtberechnung mit dem Berechnungsprogramm SUPERLITE dargestellt werden, das am Lawrence Berkeley Laboratory in Kalifornien programmiert und in Deutschland exklusiv vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik gepflegt und weiterentwickelt wird.

SUPERLITE

Die Beleuchtungsverhältnisse in einem Raum, der mit Tageslicht versorgt wird, sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Neben der Intensität und Verteilung der Leuchtdichte der Lichtquellen "Sonne und Himmel" hat das am Erdboden oder von der Verbauung reflektierte Licht einen Einfluß auf die Raumbeleuchtung. Darüber hinaus entscheiden die Eigenschaften der transparenten Bauteile sowie die Reflektion an den Innenbauteilen über die Beleuchtungsverhältnisse im Raum. Zur Bestimmung der verschiedenen Anteile werden bei der Berechnung unterschiedliche Lösungsansätze angewendet.

Die Leuchtdichte des Himmels hängt von den Wetterbedingungen, der Tageszeit und dem Datum ab. Für die den Rechnungen zugrundezulegende Leuchtdichteverteilung des Himmels stehen die folgenden Ansätze zur Verfügung:

- einheitlicher Himmel
- bedeckter Himmel nach CIE *)
- klarer Himmel ohne Sonne nach CIE *)
- klarer Himmel mit Sonne nach CIE *)

Daneben können gemessene direkte und diffuse Strahlungsdaten, bei bekanntem photometrischem Strahlungsäquivalent, benutzt werden.

Das Programm bietet die Möglichkeit, tageslichttechnische Untersuchungen an beliebigen Raumgeometrien durchzuführen, solange sich der Raum aus ebenen Wänden und Fenstern zusammensetzt. Weiterhin können im Raum oder in der Umgebung des Gebäudes Verbauungen und Verschattungen definiert und berücksichtigt werden. Die Auswirkungen unterschiedlicher Bodenreflektionsgrade auf die Beleuchtungsverhältnisse im Raum lassen sich ebenso untersuchen wie unterschiedliche Verglasungsarten der Fenster. Daneben lassen sich Einflüsse tageslichtlenkender Einrichtungen, wie auskragende Reflektoren vor dem Fenster oder innere und äußere Vertikal- oder Horizontalblenden, mit dem Programm ermitteln. Als Ergebnis erhält man auf definierten Flächen Beleuchtungsstärkeverteilungen in Form von Iso-Lux-Diagrammen oder als Tageslichtquotientenverteilung.

Vergleich: DIN 5034 - SUPERLITE

Sollen mit einem Rechenprogramm Aussagen über ein spezielles Problem oder sogar verallgemeinerungsfähige Ergebnisse gewonnen werden, so muß dieses Programm an vorliegenden analytischen oder Meßergebnissen validiert sein. Hier sollen deshalb Beispiele aus der DIN 5034, Beiblatt 1, mit dem Programm SUPERLITE untersucht und die Ergebnisse des Normverfahrens und des Programms miteinander verglichen werden.

In Bild 1 ist der Beispielraum 2 der DIN 5034 aufgezeigt. Es handelt sich hierbei um einen Arbeitsraum, in dem einseitig zwei Fenster eingebaut sind. Zwei Gebäude unterschiedlicher Höhe liegen dem Raum gegenüber. Die Norm ermittelt für einen Punkt im Raum, der nach dem Möblierungsplan der ungünstigste Arbeitsplatz ist, den Tageslichtquotienten zu ca. 1,8 %.

Es ergibt sich für den Punkt, den die DIN 5034 zugrundelegt, eine sehr gute Übereinstimmung mit dem mit dem Rechenprogramm berechneten Wert. Weiterhin erhält man aus der Berechnung den vollständigen Tageslichtquotienten (TQ)-Verlauf in der Bezugsebene.

*) CIE: Commission Internationale de l'Eclairage.

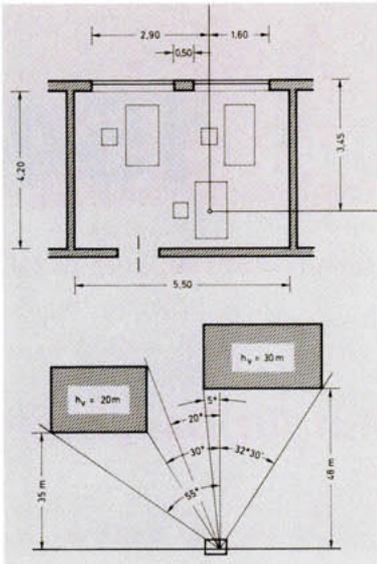


Bild 1: Grundriß und Verbauplan für Beispielraum 2 nach DIN 5034, Beiblatt 1 mit zwei Fenstern und offener Verbauung.

Der TQ-Verlauf ist nicht symmetrisch, da die Verbauung vor dem Fenster nicht symmetrisch ist. In der ungünstigsten Ecke stellt sich ein TQ < 1 % ein. Vor den Fenstern ergibt sich ein TQ von über 15 %.

In Bild 2 ist für den Raum 2 als Ergebnis der Berechnung unter einem klaren, sommerlichen sonnigen Himmel der Beleuchtungsstärke-Verlauf in der Bezugsebene um 12 Uhr MEZ für den Standort Würzburg dargestellt. Die direkt besonnte Fläche ist schraffiert. Aus dieser Darstellungsform kann z.B., unter Berücksichtigung von Blendung und ausreichendem Tageslicht am Arbeitsplatz, die Positionierung der Möblierung verbessert und den Gegebenheiten angepaßt werden. Die Auswirkung von tageslichtlenkenden Einrichtungen auf die Raumbeleuchtungsverhältnisse kann so, auch unter dem Einfluß von direktem Sonnenlicht, überprüft werden.

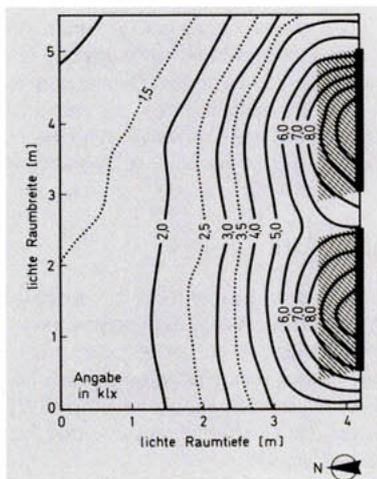


Bild 2: Beleuchtungsstärkeverteilung in klx im südorientierten Beispielraum 2 der DIN 5034, Beiblatt 1, in der Bezugsebene 0,85 m über dem Fußboden bei klarem Himmel mit Sonne für den Standort Würzburg am 21. Juni um 12.00 MEZ. Die direkt besonnte Fläche ist schraffiert angelegt.

Bild 3 zeigt einen Raum mit satteldachförmigen Oberlichtern. Mit den Ansätzen der DIN 5034 lassen sich auch derartig befensterte Räume untersuchen. In der Norm wird für diesen Raum ein mittlerer Tageslichtquotient von ca. 17 % angegeben.

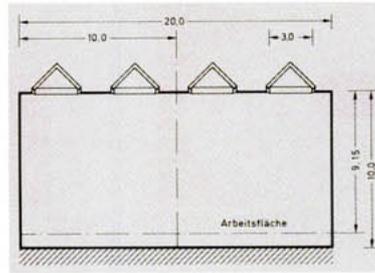


Bild 3: Schnitt für den Beispielraum 3 nach DIN 5034, Beiblatt 1, mit einem Dach mit satteldachförmigen Oberlichtern.

In Bild 4 ist das Ergebnis des Rechenprogramms dargestellt. Durch die symmetrische Anordnung der Oberlichter ergibt sich ein symmetrischer Verlauf des Tageslichtquotienten, der wiederum für die Bezugsebene 0,85 m über dem Fußboden dargestellt ist. In den Eckbereichen stellt sich ein TQ von < 13 % ein, während in Raummitte ein Tageslichtquotient von größer als 21 % vorhanden ist. Auch hier zeigt sich somit eine recht gute Übereinstimmung zwischen der Norm und dem Rechenprogramm.

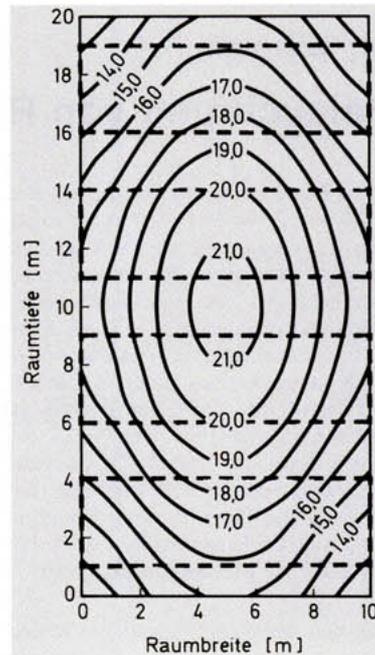


Bild 4: Darstellung der mit dem Programmsystem SUPERLITE ermittelten Verteilung des Tageslichtquotienten im Beispielraum 3 der DIN 5034, Beiblatt 1, in der Bezugsebene 0,85 m über dem Fußboden bei bedecktem Himmel. Der nach der Norm ermittelte mittlere Tageslichtquotient für den Raum beträgt 17 %.

Zusammenfassung

Die DIN 5034 bietet dem Planer die Möglichkeit, bereits in der Planungsphase eines Gebäudes zu prüfen, ob eine ausreichende Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht gewährleistet ist. Mit dem am Fraunhofer-Institut für Bauphysik installierten Programmsystem SUPERLITE können neben dieser Beurteilung leicht weitere tageslichttechnische Untersuchungen durchgeführt werden. So können Variationen am Gebäude und am Fenstersystem untersucht werden, die mit dem Norm-Verfahren nicht überprüfbar sind und tageslichttechnische und energiesparende Beleuchtungsstrategien aufgezeigt werden. Neben der Anwendung von Rechenprogrammen lassen sich mit dem verfügbaren Modell und "In-situ"-Messungen tageslicht- und kunstlichttechnische Untersuchungen durchführen.

Literatur

Szerman, M. und Erhorn, H.: Möglichkeiten und Grenzen der Tageslichtberechnung mit dem Berechnungsprogramm "SUPERLITE". Lichttechnische Gesellschaft, Tagungsberichte Licht'88, Band 2 (1988), S. 531-544.



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK
7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel.(0711)6868-00
8150 Holzkirchen (OBB), Postf. 1180, Tel. (08024)643-0

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