

Leistungsfähig und kostengünstig

Tageslicht durch lichtlenkende Isolierverglasung nutzen

Andreas Beck, Werner Körner und Jochen Fricke

Das untersuchte Lichtlenkelement „LIF“ (DGM Nr. 296 01 308.0) [1] ist ein starres Tageslichtsystem, das die Sonnenstrahlung unabhängig vom Einfallswinkel nach dem Prinzip eines Lichtwellenleiters umlenkt und so die Raumdecke mit diffusem Licht beleuchtet. Das Ziel des Lichtlenkelementes ist es, Büroräume und Arbeitsstätten möglichst gleichmäßig mit natürlichem Licht zu versorgen, ohne Blendung zu erzeugen oder die Sichtverbindung nach außen zu stören.

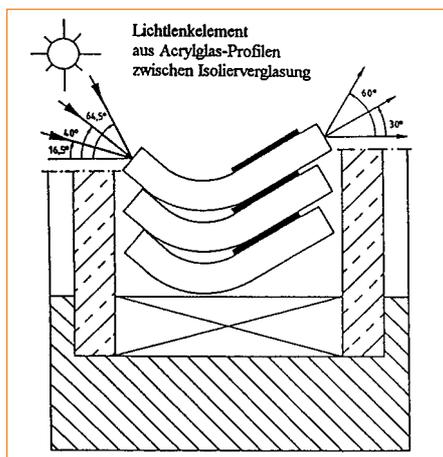


Bild 1: Schematischer Aufbau des „LIF“

Die Nutzung von Tageslicht spielte schon zur Zeit der Römer eine wesentliche Rolle in der Architektur [2]. Tageslichttechnische Funktionalität und Schönheit waren viele Jahrhunderte lang wichtige Kriterien bei der Planung und Erstellung von Gebäuden. Größe und Ausrichtung von Tageslichtöffnungen waren an die menschlichen Bedürfnisse und die meteorologischen Gegebenheiten des jeweiligen Standortes angepaßt. Große Fenster und hohe Räume stellten in Nordeuropa auch an Wintertagen mit niedrigem Tageslichtangebot eine ausreichende Ausleuchtung sicher. Im mediterranen Bereich stand dagegen die Vermeidung einer sommerlichen Überhitzung im Vordergrund. Kleine Öffnungen sowie das Einfangen des Sonnenlichtes über Reflexion an außenliegenden Flächen waren bestimmende Elemente in der Architektur dieser Region [2].

Die Weiterentwicklung der elektrischen Beleuchtungstechnik im 20. Jahrhundert führte dazu, daß die jahrhundertalte Tradition tageslichttechnischer Gebäudeplanung in den Hintergrund trat. Erst das Bewußtsein

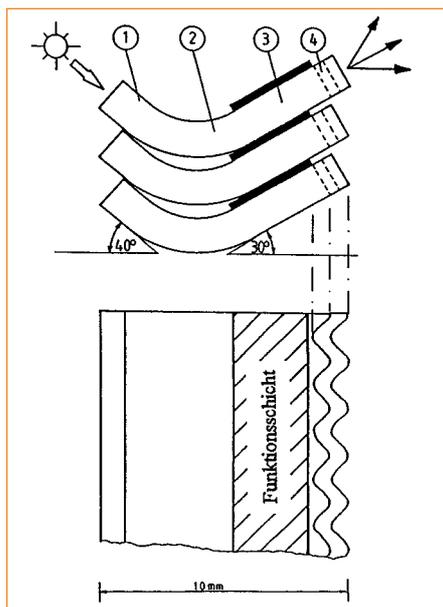


Bild 2: Aufbau des Lichtlenkprofils mit Funktionsbereichen

Die Autoren sind Mitarbeiter des Bayerischen Zentrums für Angewandte Energieforschung e.V. in Würzburg. Weitere Informationen erteilt das Institut, Tel. (09 31) 7 05 64 32 oder Fax (09 31) 7 05 64 60

endlicher Ressourcen, möglicher globaler Klimaänderungen sowie das Streben nach mehr Komfort führte zu einer Rückbesinnung auf eine Architektur, die sich wieder stärker an den menschlichen Bedürfnissen und den klimatischen Gegebenheiten orientierte.

Die im folgenden vorgestellte Lichtlenkverglasung „LIF“ eignet sich in besonderer Weise für die tageslichttechnische Aufwertung sowohl neuer als auch bestehender Bürogebäude und Werkhallen.

Aufbau der Lichtlenkverglasung

Das Lichtlenkelement besteht je nach Bedarf aus einem oder mehreren Modulen, die aus übereinander gestapelten, transparenten Acrylglas-Profilen aufgebaut sind (Bild 1). Die lamellenförmigen Profile werden im Spritzgußverfahren mit hoher Konturgenauigkeit und Oberflächengüte hergestellt und sind typischerweise 10 mm breit und 330 mm lang. Sie eignen sich vorzüglich zum Einbau in den Scheibenzwischenraum einer Isolierverglasung, die einen weitgehenden Schutz vor UV-Strahlung, Witterung und Verschmutzung bietet und somit eine langjährige Funktionstüchtigkeit gewährleistet.

Das Herzstück des Lichtlenkelementes sind transparente Kunststoffprofile, die zum Gesamtsystem gestapelt werden. Die Profile bestehen aus 4 Funktionsbereichen (Bild 2):

- Das gerade Anfangsteil (1) ist um einen Winkel von 40° zur Horizontalen geneigt und so auf den mittleren Sonnenhöchststand für den 50. Breitengrad ausgerichtet. Es nimmt die auftreffende Sonnenstrahlung über eine ebene Fläche auf und leitet sie im Element weiter.

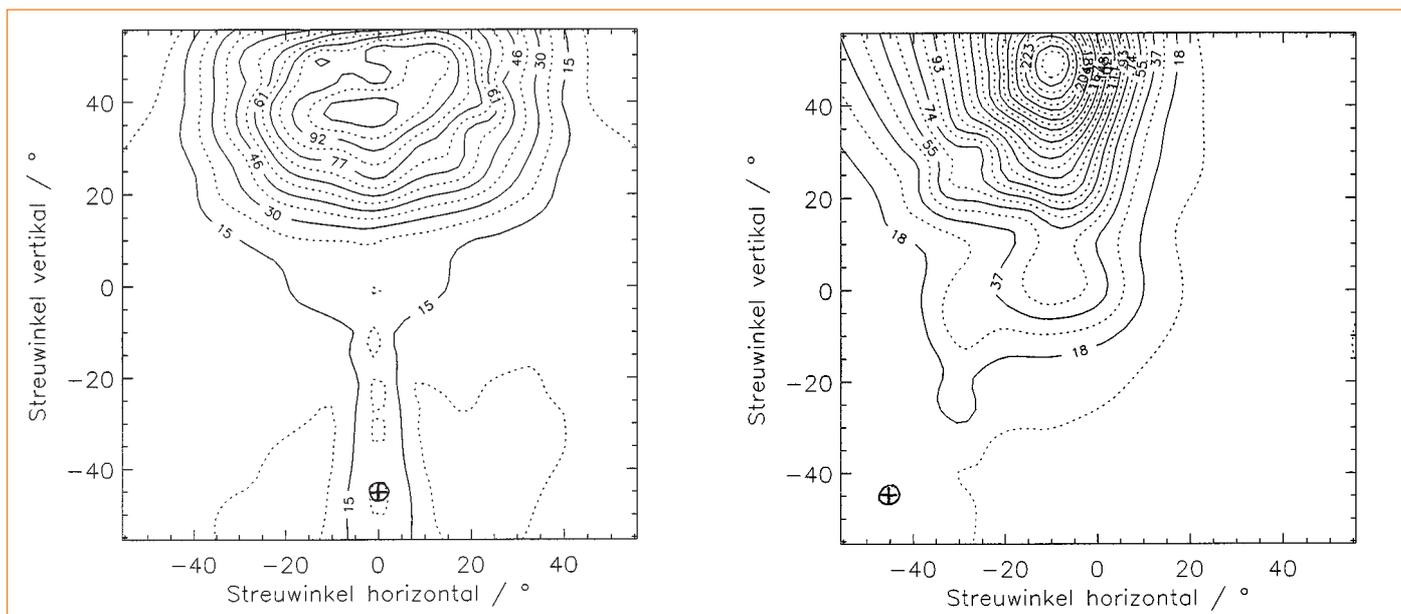


Bild 3: Intensitätsverteilung hinter dem „LIF“: Dargestellt sind Linien gleicher Intensität in Abhängigkeit vom Höhen- und Azimutwinkel im Raum für gerichtet einfallende Strahlung mit einem Höhenwinkel von 45° und einem Azimutwinkel von 0° (a) bzw. 45° (b), der Punkt ⊕ markiert den Winkel, bei dem Licht aus einer konventionellen Verglasung austreten würde

- Im gekrümmten Mittelteil (2) wird ein großer Teil des Lichtes mittels Totalreflektion an der Grenzschicht zwischen Acrylglas und Luft umgelenkt und aufgefächert.
- Das gerade, etwas länger ausgeformte Endstück (3) ist mit einer speziellen Funktionsschicht ausgestattet, deren Brechungsindex und Absorptionsgrad die Helligkeitsverteilung des umgelenkten Lichtes bestimmt. Zur optimalen Raumausleuchtung und zur Vermeidung von Blendung ist das Endstück unter einem Winkel von 30° zur Horizontalen geneigt.
- Zusätzlich trägt das Endstück eine Wellenkante (4), die das Licht in horizontaler Richtung auffächert und schräg auf das Lichtlenkelement auftreffende Strahlung zur Raummitte hin umlenkt.

In Bild 3 sind die lichtlenkenden Eigenschaften des „LIF“ dargestellt. Gezeigt ist die Intensität der umgelenkten Strahlung in Abhängigkeit vom Höhen- und Azimutwinkel für gerichtet einfallende Strahlung mit einem Höhenwinkel von 45° und

einem Azimutwinkel von 0° (Bild 3a) bzw. 45° (Bild 3b). Zusätzlich ist jeweils der Punkt markiert, auf den einfallendes Licht bei einer konventionellen Verglasung fallen würde.

In beiden Fällen wird einfallendes Licht zu einem großen Teil nach oben hin umgelenkt. Die Intensität bei Höhenwinkeln kleiner als 0°, die zur Blendung der Raumnutzer führen würden, ist sehr klein; sie kann durch Variation der Funktionsschicht im Endstück (3) des Lichtlenkelementes den Bedürfnissen angepaßt werden.

Bei schräg auf das Lichtlenkelement auftreffende Strahlung (Bild 3b) ist

der Azimutwinkel der austretenden Strahlung deutlich kleiner als der der einfallenden Strahlung – das Licht wird zur Raummitte hin umgelenkt und kann so weiter in die Raumtiefe vordringen, ohne auf Seitenwände o. ä. zu treffen.

Durch Zusammenwirken der verschiedenen Teilbereiche in Verbindung mit der Funktionsschicht vermag das Lichtlenkelement „LIF“ die tages- und jahreszeitlichen Veränderungen des Sonnenstandes zu kompensieren und den Raum blendfrei mit Tageslicht zu versorgen.

Positionierung und Wirkungsweise

Da die Lichtlenkelemente für den Betrachter nicht durchsichtig sind, werden sie vorzugsweise im oberen Bereich der Fenster eingebaut (Bild 4). Dort schränken sie den Sichtkontakt nach außen nicht wesentlich ein. Der untere Fensterbereich kann bei Bedarf durch konventionelle Sonnenschutzsysteme verschattet werden.

Um die Wirkungsweise des Lichtlenkelementes zu untersuchen, wurde

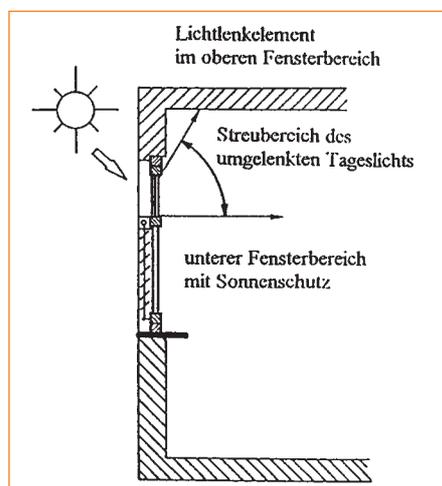


Bild 4: Fassadenintegration von „LIF“

die Fensterfläche eines Testraumes auf die Größe des Lichtlenkelementes (typischerweise etwa 20 % der Fensterfläche) reduziert (Bild 5). Die Beleuchtungsstärkeverteilung im Testraum wurde bei gleicher Außenbeleuchtungsstärke mit und ohne „LIF“ gemessen (Bild 6). Die Messungen wurden an einem klaren Tag bei einer Sonnenhöhe von 30° und einem Sonnenazimut von 0° gemessen; die Außenbeleuchtungsstärke betrug etwa 40 klx (typischer Wert für einen klaren Tag mit direkter Besonnung).

Ohne „LIF“ trifft direkte Sonnenstrahlung auf einen kleinen Bereich

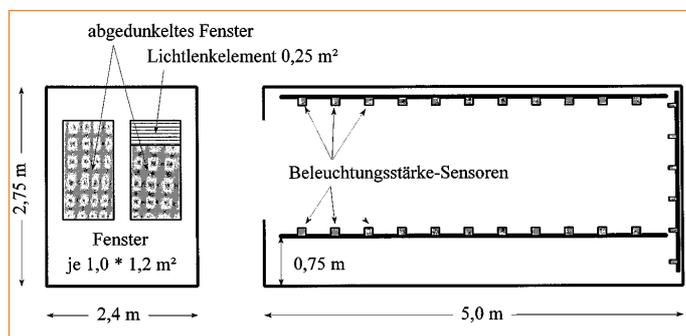


Bild 5: Schematischer Aufbau des Testraumes

des Raumes (etwa 2,5 m vom Fenster weg) und führt dort zu einer Beleuchtungsstärke von etwa 27 klx. Die Beleuchtungsstärke nimmt zum Fenster und zur Rückwand hin auf etwa 300 lx ab.

Das „LIF“ ändert die Beleuchtungsstärkeverteilung im Raum drastisch. Durch das Element wird der größte Teil des Lichtes an die Decke umgelenkt. Die Beleuchtungsstärke beträgt bei bis zu 1 m Abstand vom Fenster über 600 lx. Mit zunehmender Raumtiefe nimmt sie ab. In der Raummitte beträgt die Beleuchtungsstärke etwa 300 lx, an der Rückwand etwa 140 lx.

Bild 7 zeigt zwei Photographien des Fensters mit und ohne „LIF“. Ohne „LIF“ beleuchtet direkte Sonnenstrahlung einen kleinen Teil des Raumes und führt dort zu starker Blendung. Das „LIF“ lenkt Licht zur Decke hin um und führt zu einer

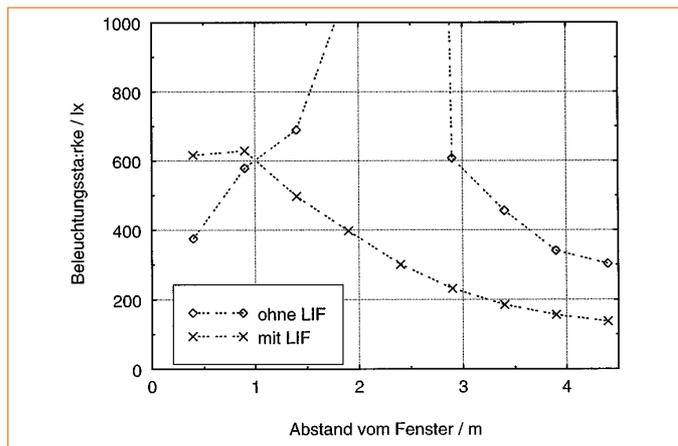


Bild 6: Beleuchtungsstärkeverteilung im Testraum mit bzw. ohne „LIF“

gleichmäßigen Raumausleuchtung.

Fazit

Das Lichtlenkelement bewirkt eine deutliche Umverteilung des Sonnenlichtes im Testraum. Das Licht wird zunächst an die

Decke umgelenkt und von dort diffus auf die Arbeitsfläche reflektiert. Es vermag Büro- und Werkräume gleichmäßig mit Tageslicht zu versorgen, ohne Blendung zu verursachen.

Darüber hinaus besitzt das Lichtlenkelement eine hohe Leistungsfähigkeit: Ein nur 0,25 m² großes Element erreicht bei einer äußeren horizontalen Beleuchtungsstärke von 40 klx mit einem Wert von 300 lx in der Raummitte eines 3 × 5 m² großen Raumes schon den Normwert für Büroräume mit tageslichtorientierter Beleuchtung (DIN 5034, Teil 2 „Tageslicht in Innenräumen“).

Das vorgestellte Lichtlenkelement „LIF“ ist ein leistungsfähiges und kosteneffizientes System zur Arbeitsplatzbeleuchtung mit Tageslicht. □

Literatur

- [1] „Vorrichtung zum Versorgen eines Raumes mit blendfreiem Tageslicht“, DGM Nr. 296 01 308.0, Dr. H. Federmann (1996)
- [2] „Daylighting in Architecture“, ed. N.V. Baker, A. Fanchiotti, K. A. Steemers, James & James, London (1993)



Bild 7: Fotografie des Testraumes ohne (links) und mit (rechts) Lichtlenkelement