

Die Rosenheimer Fenstertage, die vom 22. bis 24. Oktober stattfinden, haben ihren Stellenwert als internationales Diskussionsforum für die Fenster-, Fassaden- und Türenbranche sowie die gesamte Zulieferindustrie gefestigt und erfreuen sich – trotz schlechter Konjunkturlage – auch in 2003 eines regen Zuspruchs. Eines der diesmaligen Highlights ist der Vortrag des Lichtspezialisten Prof. Ing. Christian Bartenbach, dessen Beitrag hier auszugsweise vorab in der glaswelt erscheint.

**D**er Vortrag beschäftigt sich mit der Nutzbarkeit von Licht, denn alle zukünftigen Informations- und Kommunikationsmittel werden sich stärker als bisher visueller Techniken bedienen. Der Bereitstellung optimaler Lichtverhältnisse und „Sehbedingungen“ durch moderne Systeme kommt deshalb eine Schlüsselrolle zu. Gleichzeitig darf der Energiebedarf aber nicht weiter steigen. Planer und Ausführende werden sich bei Gewerbe- und Privatbauten deshalb viel intensiver mit der Optimierung der Arbeitsbedingungen und der Wohn-Behaglichkeit auseinandersetzen müssen. Gleichzeitig eröffnet sich aber auch ein riesiges Potential für die transparente Fassade, die ja den Eintritt des Lichtes erst ermöglicht.

## Neue Tageslicht- und integrierte Kunstlichtsysteme

Die Bedeutung der Stabilität visueller Wahrnehmungsbedingungen am Arbeitsplatz ist für die Aufnahme und Verarbei-

### Vorsicht, neue EU-Richtlinien:

In Verwaltungsbauten ist für die Tagesbelichtung der Räume in der Regel das Seitenfenster zuständig. Jedoch lassen sich damit, nach Stand der herkömmlichen Technik, die lichttechnisch notwendigen Kriterien nicht mehr erfüllen, wenn man die neuesten EU-Normen anlegt.



Rosenheimer Fenstertage 2003:

# „Licht und Schatten“

tung von visuellen Signalen und Informationen entscheidend. 80 bis 90 % der menschlichen Informationsverarbeitung erfolgt über das Sehen, d. h. über die visuelle Wahrnehmung.

Die steigende Zahl der Bildschirmarbeitsplätze erfordert optimierte Bedingungen. In einem Büroraum sollten deshalb die Leuchtdichteverhältnisse des Arbeitsbereiches mit den Umgebungsbereichen abgestimmt und der Raum als ein optisches Ganzes betrachtet werden.

Durch Optimierung der Sonnen- und Blendschutzmaßnahmen mittels Prismen-



**Bild 1:** Seitenfenster ohne Blend- und Sonnenschutz mit den auftretenden Leuchtdichteverteilungen

und Lamellensystemen wird auch die Energiekostenbilanz durch reduzierte Kunstlichtzuschaltung merkbar verbessert. Die Verwendung von Sonnenschutzprismen und Umlenkblendschutzlamellen erbringt gegenüber konventionellen Maßnahmen (die nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen) eine Reduzierung auf ein Drittel der Energiekosten für Kunstlichtzuschaltung.

## Lichttechnische Kriterien von Seitenfenstern

In Verwaltungsbauten übernimmt die Tagesbelichtung der Räume in dominierender Weise das Seitenfenster. Das lichttechnische Konzept eines Seitenfensters muß nach folgenden Kriterien bewertet werden:

- absolute Tageslichtmenge (Quantität),
- Verlauf bzw. Verteilung des Tageslichts im Raum (Tageslichtquotient),
- Sonnenschutz (Qualität),
- optische Wahrnehmungsbedingungen, Direktblendung, Reflexblendung,
- visueller Bezug nach außen (Transparenz),
- Energiefaktoren
- g-Wert (Sonnenschutzwirksamkeit)
- Abschaltzeiten des Kunstlichts.



**Bild 2:** Prismenumlenkung mit Spiegeldecke



**Bild 3:** Fischchen-Umlenkensystem – Simulation des Strahlenganges durch Laserlicht

Die Gesamtheit dieser Kriterien, die auch in die EU-Normen aufgenommen sind, lassen sich mit dem herkömmlichen Stand der Technik nicht mehr erfüllen.

Der Bildschirmarbeitsplatz, der bei heutigen Büroarbeiten im wesentlichen die visuellen Anforderungen bestimmt, benötigt ausreichend Licht mit abgestimmten Leuchtdichten im Infeld und im Umfeld. Dazu kommen geeignete Horizontal- und Vertikalbeleuchtungsstärken und eine ausreichende Ausblendung von Fensteröffnungen (Bild 1).

Durch den Tageslichtquotienten (TQ) wird das Verhältnis zwischen Außenbeleuchtungsstärke und punktueller Innenbeleuchtungsstärke angegeben und die Verteilung sowie Verlauf des Tageslichts im Raum veranschaulicht.

In der Regel ist die Lichtmenge in Fensternähe zu hoch und fällt mit zunehmender Raumtiefe zu stark ab. Es ist deswegen kaum möglich, tiefere Räume, trotz hoher Lichtquantität, ohne künstliche Ergänzungsbeleuchtung in der Raumtiefe zu nutzen. Die Menge des einfallenden Tageslichts würde ausreichen, um bei einer vorgegebenen Beleuchtungsstärke von 400 bis 500 lx eine Raumtiefe von 8 bis 10 m ausleuchten, wenn dafür gesorgt wird, daß

## Der Autor:

Professor Ing. Christian Bartenbach steht der Bartenbach LichtLabor GmbH, Aldrans/Innsbruck, vor. Er ist der Initiator der Lichtakademie Bartenbach und Lehrgangsführer des ersten Universitätslehrganges für Lichtgestaltung der Universität Innsbruck.



das vorhandene Licht besser verteilt wird. Dies ist ideal durch Lichtlenkung möglich. Als physikalische Komponenten der Lichtlenkung sind das optische Medium eines Prismas oder die Reflexionsgesetze eines Spiegelreflektors geeignet. Bild 2 zeigt die Anwendung einer Prismenumlenkung für die Nutzung von Bildschirmarbeitsplätzen. Die Lichtumlenkung erfolgt im oberen Bereich des Fensters, im unteren Teil ist durch den blendfreien Rollscreen der visuelle Bezug nach außen gewährleistet.

Lichtumlenksysteme, die auf der Basis der Reflexion funktionieren, sind die „Fischchenlamellen“ (Bild 3) und die Reflektorlamellen (Bild 4). Beide Varianten reflektieren das Zenitlicht und bringen es an die Raumdecke, von wo es durch die Sekundärreflexion in die Raumtiefe transportiert wird. Der Vorteil der „Fischchen“ besteht darin, daß im unteren Halbraum, d. h. unterhalb der horizontalen Blickrichtung, keinerlei Blendung auftreten kann, so daß



**Bild 4:** Detail Umlenkklammer gelocht

auch Reflexionsstörungen am Bildschirm eliminiert sind. Lamellensysteme können zudem gelocht werden, um ihre Transparenz für den Sichtkontakt nach außen zu verbessern. Durch geeignete Lichtlenkungsmaßnahmen mittels Prismen oder Umlenkklammern ist es möglich, Raumtiefen bis zu 20 m ausreichend mit Tageslicht zu beleuchten.

## Blendschutz

Die durch Fenster eintretende Himmelsstrahlung verursacht Blendleuchtdichten (je nach Außenhelligkeit bis zu 8000 cd/m<sup>2</sup>) und Blendungserscheinungen und damit eine Störung des stabilen optischen Wahrnehmungszustandes. Eine Nutzung von Datensichtgeräten (Computerbildschirmen) wird durch Direkt- und Reflexblendung



**Bild 5:** Das Spiegelreflektorprinzip für Lichtumlenkung und gleichzeitigen Blendschutz reduzieren die Außenleuchtdichte am Fenster auf 200 bis 300 cd/m<sup>2</sup>. Durch Lochung ist die Sicht nach außen ausreichend möglich und liefert eine gleichmäßig verteilte Lichtmenge von TQ 3 % als Mittelwert

stark gestört, so daß geeignete Blendschutzmaßnahmen notwendig sind, um die Fensterleuchtdichte zu reduzieren und dennoch die Tageslichteinbringung zu ermöglichen (Bild 5).

Es zeigen sich sehr unterschiedliche, d. h. z. T. sehr unausgeglichene TQ-Verläufe für die Blendschutzsysteme, wobei insbesondere das klare Fenster (ohne Blendschutz) an der Fensterseite zu viel und in der Raumtiefe eher zu wenig Licht liefert. Ein textiler teiltransparenter Blendschutz zur Reduzierung der Fensterleuchtdichte auf 40 bis 150 cd/m<sup>2</sup> ist aber andererseits durch ein zu niedriges Beleuchtungsniveau zu dunkel. Für Büroräume ist ein mittlerer TQ von 3 % geeignet, wobei es besonders auf die Ausgeglichenheit der Verteilung im Raum ankommt. Eine Umlenkklammer, die durch ihre reduzierte Leuchtdichte auch als Blendschutz funktioniert und mit einer Umlenkdecke kombiniert ist, kann die 3 %-Forderung am besten erfüllen. Auch die Ermüdungsmessungen erbringen eindeutige Vorteile für Umlenkklammern. Während das klare Fenster und der konventionelle Blendschutz aufgrund ihrer zu hohen bzw. zu niedrigen Helligkeiten (Adaptionsblendung) das Auge übergebührlich belasten (Ermüdung hoch), bewirkt das Umlenkensystem (gelocht oder ungelocht) geringe Ermüdungswerte, die ein konstantes und entspanntes Arbeiten ermöglichen.



## Diesen Termin vormerken:

Der Vortrag von Prof. Bartenbach findet bei den Rosenheimer Fenster-tagen am Freitag, dem 24. Oktober 2003, um 10.15 Uhr statt.

## Sonnenschutz

Mit dem einfallenden Tageslicht kommt auch Wärme in den Raum, die an Sonnentagen auf Höchstwerte ansteigt und durch Sonnenschutzsysteme abgehalten werden muß. Gleichzeitig wird allerdings auch die Lichteinstrahlung entsprechend reduziert und es entsteht das Paradoxon, daß an strahlenden Sonnentagen und aktiviertem Sonnenschutz Kunstlicht zugeschaltet wird. Auf konventioneller Basis ist es nicht möglich, die Sonnenschutzwirkung ohne Verzicht auf Tageslichteinstrahlung zu erreichen. Wird jedoch das Prinzip der Retroreflexion angewandt, ist es möglich, die wärmeintensive Parallelstrahlung der Sonne wieder nach außen zurück zu lenken, während das diffuse Tageslicht ungehindert in den Raum gelangt. Solche Systeme müssen der Sonne nachgeführt werden. Sie lassen sich auch in ein Umlenksystem integrieren und es ist möglich, sie hinter eine



Bilder: Bartenbach

**Bild 6: Doppelsystem mit Lichtlenkung und Ausblendung**

Verbundscheibe zu setzen, ohne im wesentlichen die wärmeabhaltende Wirkung zu verlieren. Man erreicht eine Lichtdurchlässigkeit von 70 bis 75 % und einen g-Wert von 0,08 bis 0,1 außenliegend bzw. von 0,15 bis 0,20 innenliegend. So wird zudem die Lüftungs- bzw. Klimaanlage entlastet. Diese Zusammenhänge ermöglichen eine Trennung der Tageslichtfunktionen Wahrnehmung und Beleuchtung. Es können neue Raumgebilde entstehen, die der Komplexität der Nutzung entsprechen und eine Gestaltungsbereicherung und -vielfalt zulassen (Bild 6). ■