

Bildquelle: Interferenz



# Durch diese enge Röhre muss es kommen!

**TAGESLICHTSYSTEME UND IHRE DIMENSIONIERUNG** Weitaus effizienter als Fenster und Oberlichter erhellen röhrenartige Tageslichtsysteme normale, besonders tiefe, sehr hohe und natürlich fensterlose Räume in Gebäuden. Doch die Funktionsweise und Planung solcher Systeme will gelernt sein – ihre Dimensionierung hängt stark vom Reflektionsvermögen der Röhren sowie von deren Länge und der Sehaufgabe im Raum ab. Ein gesundes Maß an Grundwissen zu diesem Thema ist für eine neutrale Beratung von Vorteil. Kay Rosansky

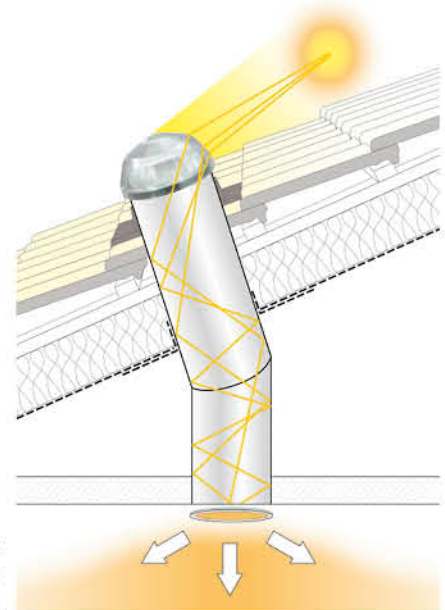
„The best things in life are free“, sangen bereits die Beatles, und diese Liedaussage trifft ganz besonders für das Tageslicht zu: Es steht tagsüber jedem unentgeltlich zur Verfügung und hat die besten ‚Produkteigenschaften‘ aller Beleuchtungslösungen.

Das uns umgebende Tageslicht übt auf unsere physische und psychische Kondition einen sehr starken Einfluss aus. Wollen wir die Dinge ‚im rechten Licht‘ sehen, gibt es nichts besseres als Tageslicht, denn dieses weist den maximalen Farbwiedergabeindex ( $R_a = 100$ ) auf und stellt somit die Referenz dar. Doch viel wichtiger als alle technischen Messergebnisse ist die Tatsache, dass unsere Organismen sich seit Beginn der Evolution am Lauf der Sonne orientieren und auf diesen eingestellt haben. Tageslicht steuert auf die gesündeste Weise unsere Wach- und Ruhephasen, indem durch die Netzhäute unserer Augen Drüsen angeregt werden, welche das Hormon Melatonin produzieren. Tageslicht stärkt nachweislich die Abwehrkräfte und wirkt sogar Depressionen entgegen. Es ergeht uns im Tageslicht besser und wir fühlen uns auch so. Unsere Haut bildet unter Einfluss der UV-B-Strahlung des Tageslichts das Vitamin D3, das unter anderem für den Knochenaufbau wichtig ist. Nach der langen Phase der relativen winterlichen Dunkelheit blühen

wir mit dem Frühlingserwachen wieder auf; ein willkommener Effekt, der uns zeigt, wie wichtig Tageslicht für uns ist. Bei jeglicher architektonischer Lichtplanung sollte Tageslicht deshalb grundsätzlich das Mittel der Wahl darstellen, zumal es Energie spart und Ressourcen schont.

## Licht – privat und am Arbeitsplatz

Für die Belichtung des privaten Raumes existieren lediglich basale Vorschriften (Landesbauordnungen (LBO), DIN 5034 „Tageslicht in Innenräumen“) und manch einer fristet denn auch daheim ziemlich schmerzfrei ein lichttechnisches Schattendasein. Dabei ist festzuhalten, dass zu wenig Licht schnell ermüdet, zu viel Licht (Blendung) wiederum anstrengt. Egal ob zu viel oder zu wenig – die falsche Dosis beeinträchtigt unser körperliches Wohlbefinden und Leistungsvermögen. Der Gesetzgeber versucht lediglich, die schlimmsten Fehler – etwa bei Bildschirmarbeitsplätzen – zu unterbinden, aus berechtigten gesundheitspolitischen wie aus wirtschaftlichen Gründen. Kenntnis und Beachtung der einschlägigen Gesetze, Vorschriften und Richtlinien können also im gewerblichen wie im privaten Bereich von Vorteil sein, wenn es darum geht, die Belichtung mit Blick auf die sogenannten Sehaufgaben zu optimieren.



**2** Tageslichtsysteme wie zum Beispiel die Solatube vom Hersteller Interferenz fangen das Sonnenlicht über eine Prismenkuppel ein, leiten es in engen Röhren über Reflektion mit geringen Wirkungsverlusten bis zum Zielort, wo es dann als Streulicht den Raum mit Tageslicht erhellt.

Noch vor wenigen Jahren schloss man aus dem oben Gesagten, dass eine statische, genau berechnete künstliche Beleuchtung ideal sei. Statische Beleuchtungssituationen sind aber grundsätzlich unnatürlich: Helligkeit und Lichtfarbe des Tageslichts verändern sich ständig – und selbst die erste „künstliche“ Lichtquelle der Menschheit, das Feuer, brennt mit unterschiedlichen Intensitäten und Farben. Selbstverständlich gilt es auch hier: ein Übermaß und vor allem zu rasche Wechsel sind zu vermeiden. Ein flackerndes Kaminfeuer beispielsweise ist als einzige Lichtquelle zum Arbeiten eben auch nicht geeignet. Die Auswirkungen des Wolkenflugs am Himmel hingegen werden von uns bewusst kaum wahrgenommen und tun uns dennoch gut.

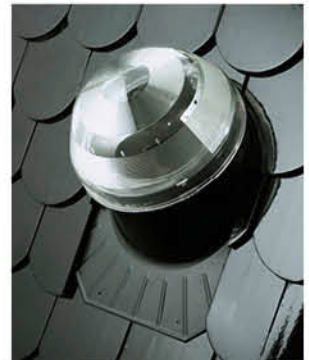
### Es gibt Regeln

Werfen wir also einen Blick auf die oben erwähnten Vorschriften und Regeln, aus denen auch für den privaten Bereich Erkenntnisse abgeleitet werden können. Die Arbeitsstättenverordnung setzt eine EU-Richtlinie in Deutsches Recht um und schreibt unter anderem Tageslicht für Arbeitsplätze vor; es existiert also quasi ein „Recht auf Tageslicht“.

Die DIN EN 5034-1 formuliert allgemeine Anforderungen an die Beleuchtung durch „Tageslicht in Innenräumen“. Die DIN EN 12464-1 regelt „Licht und Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen“, und die DIN 5035-7 widmet sich der künstlichen Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen. Außerdem lohnt ein Blick auf die „Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A 3.4“, herausgegeben vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Hier lernt der Leser z.B.: „Eine Beleuchtung mit Tageslicht ist der Beleuchtung mit ausschließlich künstlichem Licht vorzuziehen. (...) Tageslicht weist Gütemerkmale (...) auf, die in ihrer Gesamtheit von künstlicher Beleuchtung nicht zu erreichen sind. Tageslicht hat im Allgemeinen eine positive Wirkung auf die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen.“ Und schließlich geben die Berufsgenossenschaften Informationsschriften (BGI) heraus, und zwar unter anderem zu den Themen Beleuchtungsanlagen für Bildschirmarbeitsplätze (BGI 856) und Sonnenschutz im Büro (BGI 827).

### Fenster und Tageslichtsysteme

In aller Regel werden Gebäude über Fenster mit Tageslicht versorgt. Der große Vorteil von Fensterflächen besteht darin, dass sie neben dem Tageslichtgewinn eine Blickbeziehung zur Außenwelt ermöglichen. Hinsichtlich der Belichtung haben Fenster allerdings ein Problem: Direkt am Fenster ist es häufig zu hell und es kommt zu Blendungen. Nach wenigen Metern in den Raum hinein ist der Lichteintrag hingegen so stark reduziert, dass Kunstlicht hinzugeschaltet werden muss (Abb. 1). Zu dieser Problematik gesellt sich ein Paradoxon, das jeder kennt: In den Sommermonaten, während derer ein Maximum an Tageslicht zur Verfügung steht, müssen die Räume verschattet



**3** Egal ob Flach- oder Steildach und unabhängig vom Bedachungsmaterial: die Prismenkuppel integriert sich unauffällig in die Dachlandschaft und leitet ein Vielfaches dessen an Tageslicht in ein Gebäude, was durch ein Dachflächenfenster gleicher Größe in den Raum zu gelangen vermag.



**4** Am Endpunkt der Lichtröhren verteilen die Diffuser das Tageslicht breit streuend im Raum.

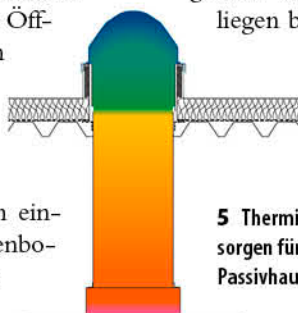
werden, um Überhitzung und Blendung zu vermeiden – und benötigen dann bei bestem Wetter künstliche Zusatzbeleuchtung, weil das Tageslicht „ausgesperrt“ ist.

Anstatt nun allein auf Kunstlicht zu setzen, kann man Räume mit Fensterflächen, insbesondere aber auch gänzlich fensterlose Kammern, mit Tageslichtleitsystemen ausstatten, um das wertvolle Gut Tageslicht bis in den letzten Winkel eines Gebäudes zu leiten. Weitaus intelligenter und wirkungsvoller als dies die Schildbürger mit Eimern versucht haben, schaffen dies Systeme wie z.B. die Solatube (also Lichtröhre) von Interferenz. Dazu sammelt eine Acrylglaskuppel auf dem Dach oder der Fassade Tageslicht ein und leitet dieses über eine stark reflektierende Röhre ins Innere des Gebäudes (Abb. 2).

Die Kuppel ist als Prismenkuppel ausgebildet (Abb. 3), wodurch eine deutlich größere Lichtmenge genutzt werden kann als die, die durch ein Fenster einfallen würde. Das System transportiert das Licht dabei über viele Meter und auch um die Ecke herum. Nicht sichtbare IR- und UV-Strahlung wird nicht transportiert, was dem sommerlichen Wärmeschutz zugute kommt. Das austretende Licht erreicht den Raum schließlich über einen Diffuser (Abb. 4), der eine breite, schattenfreie Lichtverteilung im Raum erzielt.

### Verlustarmer Tageslichttransport

Immer wieder werden Tageslichtsysteme fälschlicherweise für kleine Oberlichter gehalten, dabei sind Funktionsweise und Effizienz nicht mit Oberlichtern zu vergleichen. Die Belichtung mit Oberlichtern ähnelt in ihrer Wirkungsweise der von Fenstern – mit den oben beschriebenen Einschränkungen. Der sogenannte Schachtfaktor, welcher die Verluste durch die Leibung (in Analogie zum Fenster) beschreibt, kann – je nach Dicke des Dachpaketes – die erwünschte Wirkung auf ein Minimum reduzieren. Hinzu kommen aufgrund der großen Öffnungsflächen Energieverluste im Winter sowie ein großer Wärmeeintrag im Sommer. Bei einer klaren Verglasung wirkt der Lichteintrag von Lichtkuppeln sehr punktuell, bei einer opaken gänzlich ungerichtet. Werden Oberlichter in hohen Räumen wie zum Beispiel Industriehallen eingesetzt, kommt etwa ein Meter oberhalb des Hallenbodens, also dort wo das Licht gebraucht wird, nicht mehr viel an.



**5** Thermische Trennungen und das Prinzip der ruhenden Luftsäule sorgen für sehr gute Dämmwerte von Tageslichtsystemen – bis hin zur Passivhaustauglichkeit.

Professionelle Tageslichtsysteme hingegen sammeln das Licht außerhalb des Daches und transportieren es dann äußerst verlustarm in Richtung Sehaufgabe. Zudem weisen sie geringe Öffnungsmaße auf. Bei einem Durchmesser von 0,25 m wird eine Fläche von 0,05 m<sup>2</sup> beansprucht, bei einem Durchmesser von 53 cm sind es gerade einmal 0,22 m<sup>2</sup>. Derartige Winzlinge beeinträchtigen weder die Statik noch sind Wärmeverluste zu befürchten, weil die geschlossenen Systeme mit ruhender Luftsäule einen dämmenden Effekt haben (Abb. 5). Aufgrund des Ausschlusses von infrarotem Licht ist im Sommer außerdem kein Wärmeeintrag zu befürchten. Auf diese Weise werden nicht nur Kosten für die Beleuchtung eingespart, sondern auch die meist deutlich höheren für die Klimatisierung.

### Dimensionierung von Tageslichtsystemen

Ein wesentlicher Faktor bei der Dimensionierung ist die schon mehrmals erwähnte Sehaufgabe. Mit anderen Worten: Was soll wie hell beleuchtet werden? Ist lediglich eine Grundbeleuchtung gewünscht, die eventuell durch Kunstlicht ergänzt werden soll oder gilt es, bei hohen Lichtstärken anspruchsvolle Arbeiten zu verrichten? Die lichttechnischen Anforderungen, zum Beispiel an einen begehbaren Kleiderschrank im privaten Bereich, fallen sicherlich deutlich überschaubarer aus als jene an die Qualitätssicherung einer gewerblichen Fertigungshalle.

Nun bestimmt die auf dem Dach oder der Fassade vorge-sehene Öffnungsfläche darüber, wie viel Licht in das System gelangen kann. Systeme mit Prismen und Optiken sind am effektivsten, denn sie leiten nicht nur direkte, sondern auch flach einfallende Sonnenstrahlen in das System, wodurch sie größere Freiheiten bei der Positionierung erlauben. Eine grobe Orientierungshilfe geben die Herstellerempfehlungen: Multipliziert man die Öffnungsfläche mit dem Faktor 80, erhält man die Raumfläche, die für eine mittlere Sehaufgabe beleuchtet wird.

Dazu ein Beispiel: 0,35 m Rohrdurchmesser entsprechen etwa 0,1 m<sup>2</sup> Öffnungsfläche ( $\pi \cdot r^2$ ). Multipliziert mit dem Faktor 80 ergeben sich 8 m<sup>2</sup> beleuchtete Raumfläche. Für Prismen- und Optiksysteme gilt aufgrund ihrer hohen Effizienz der Faktor 150; in diesem Beispiel könnte also bei gleicher Öffnungsfläche ein fast doppelt so großer Raum in gleicher Weise belichtet werden (15 m<sup>2</sup>). Folgende Zahlen sind Näherungswerte:

- Durchmesser 25 cm: 4 bis 9 m<sup>2</sup>,
- Durchmesser 35 cm: 9 bis 16 m<sup>2</sup>,
- Durchmesser 53 cm: 16 bis 45 m<sup>2</sup>,
- Durchmesser 74 cm: 80 m<sup>2</sup>.

Im Übrigen lohnt ein Blick auf die sogenannten Minderungsfaktoren, die das Licht auf seinem Weg in den Raum reduzieren. Jede Acryl- oder Glasschicht, durch die Licht hindurchgeführt wird, erzeugt Verluste. Optimale Transmissionsgrade liegen bei rund 92 % (8 % Verlust). Sofern der Hersteller keine konkreten Angaben macht, sollte man von 85 % Transmission (15 % Verlust) ausgehen. Hinzu kommt der Verlust durch die Reflexionen in der Röhre. Es empfiehlt sich, bei klei-

neren Systemen von 20 Reflexionen je Rohrmeter auszugehen. Die Höhen dieser Reflexionsverluste variieren – abhängig von dem verwendeten Reflektormaterial – stark. Aluminiumbedampfte Reflektoren schlucken bei jeder Reflexion etwa 5 % des Lichts, silberbedampfte Oberflächen immerhin noch rund 2 %. Lediglich ein Multilayerfilm schafft es, die unerwünschten Verluste auf 0,03 % zu reduzieren. Entsprechend betragen bei der Modellrechnung für ein 2-m-System die Verluste 80 % oder lediglich 12 %.

Sind weitere Faktoren zu berücksichtigen, wie zum Beispiel die Rohrführung (gerade, mit Bögen), stellen Hersteller hochwertiger Systeme ihr lichtplanerisches Know-how zur Verfügung oder unterstützen bei der Planung bzw. übernehmen diese ganz. Schließlich ist noch die Raumgeometrie zu untersuchen: Wie hoch ist die Decke, gibt es verschattende Wände, Mauerköpfe, Unterzüge usw.?

Jetzt wird ein diese Aspekte berücksichtigender, möglichst gleichmäßig gerasterter Deckenspiegel erstellt. Dabei ist zu bedenken, dass es sich bei diesen Systemen keinesfalls um „Tageslichtspots“ handelt, wie häufig zu lesen ist, denn der Abstrahlwinkel der Diffuser beträgt etwa 140 °.

Hallen mit einer Deckenhöhe über sechs Meter stellen einen Sonderfall dar, denn aufgrund der breit strahlenden Lichtabgabe verpufft ein Teil der Beleuchtungskraft in Raumhöhen, wo diese nicht benötigt wird. Für solche Fälle hält der führende Hersteller von Tageslichtsystemen, die Firma Interferenz

(www.interferenz.de), ein neues Modell bereit, welches aufgrund eines sogenannten Amplifiers das Licht nicht diffus verteilt, sondern gerichtet zum Hallenboden lenkt. Das Licht wird dabei nicht durch eine Acrylglaskuppel eingesammelt, sondern mithilfe eines patentierten Zylinders, der aus einem Reflektor sowie Prismen besteht. Das System kann unter günstigen Bedingungen für eine dreifache Lichtausbeute sorgen. Obwohl es 90 cm aus dem Dach herausragt, ist es natürlich absolut wetterfest und trotz auch Stürmen mit doppelter Orkanstärke. Bleibt abschließend nur noch zu bemerken: Tageslichtsysteme sind, einmal sachgerecht montiert, über viele Jahre hinweg zuverlässig und wartungsfrei. ■

### Dipl.-Ing. Kay Rosansky



Kay Rosansky absolvierte eine Schreinerlehre und studierte Innenarchitektur. Danach war er fast 15 Jahre lang Redakteur im Bauverlag. Seit 2010 arbeitet er als Freier Baufachjournalist und unterstützt mit seinem Redaktionsbüro [rosansky-presse](mailto:rosansky-presse) ausgesuchte Firmen in der Fachpressearbeit, darunter auch die Interferenz Daylight GmbH aus Tönisvorst. Mitglied im Deutschen Journalisten Verband (DJV) und im Arbeitskreis Baufachpresse. Kontakt: [kay@rosansky-presse.de](mailto:kay@rosansky-presse.de)