

KEIN WEG ZU WEIT

HWF QUARZGLASFASERN BRINGEN TAGESLICHT AUCH IN ENTFERLTE RÄUME

In Tageslichtfarben ausgeleuchtete Innenräume sind ein Ideal moderner Architektur. Erreicht wurde es bis heute nur ansatzweise. Lichtbündelnde Optiken und lichtleitende CeramOptec-Quarzglasfasern rücken seine Verwirklichung erstmals in greifbare Nähe.

Der Versuch, in Innenräumen tageslichtähnliche Lichtverhältnisse zu schaffen, gehört zu den prägenden Elementen der architektonischen Moderne. Vor allem die Bauhaus-Architektur hat hier stilbildend gewirkt und mit ihrer Idee des »Neuen Bauens« auch das Grundprinzip lichtdurchfluteter Räume im planerischen Bewusstsein verankert. Für viele Privathäuser sind heute bodentiefe Fenster, für viele Geschäftsgebäude Glasfassaden und sogar gläserne Zwischenwände charakteristisch. Wie richtig die lange Zeit umstrittenen Bauhaus-Pioniere mit dieser Grundausrüstung lagen, ließ sich in der Anfangsphase dieses Baustils noch nicht eindeutig beweisen. Heute hingegen ist durch zahlreiche Untersuchungen belegt, dass der menschliche Biorhythmus – also die alltägliche Abfolge steigender, hoher und nachlassender Aktivität – unmittelbar mit dem Tageslicht zusammenhängt. Der Grund: Die Ausschüttung des Schlafhormons Melatonin wird durch die Spektralfarben des Tageslichts reguliert. Der morgendliche Übergang von rotem zu blauerem Licht reduziert den Melatoninspiegel und der Mensch wird aktiver. Die mittägliche Dominanz des blauen Lichts maximiert die Aktivität, bis schließlich durch die abendliche Rückkehr des roten Lichts der Melatoninspiegel wieder steigt und der Mensch allmählich müde wird. Dieses natürliche Verhältnis von Tageslicht und menschlichem Organismus wird nun freilich gestört, sobald sich eine Person vermehrt



Abb.: Bisher nur eine Utopie: Tageslicht trotz geschlossener Jalousien (Quelle: ECHY)

in geschlossenen Räumen aufhält – was speziell in den gemäßigten Breiten für annähernd 90 % eines normalen (Arbeits-)Tages gilt. Der verringerte Einfluss des Tageslichts bringt den Biorhythmus durcheinander, lässt den Menschen schneller ermüden und beeinträchtigt das Wohlbefinden insgesamt. Vor allem in schattenreichen sowie in komplett fensterlosen Räumen sind diese Effekte eindeutig nachweisbar. Die Bauhaus-Idee, viel Tageslicht in ein Gebäude zu lassen, geht also keineswegs am Bedarf vorbei – im Gegenteil. Darüber hinaus hat die Idee den Charme, erhebliche Energie- und damit Kosteneinsparungen möglich zu machen. Denn wenn künstliches Licht durch Tageslicht ersetzt werden kann, ist auch der wirtschaftliche Vorteil offensichtlich.

GRENZEN DER PIONIERKONZEPTE

Doch das Prinzip opulenter Fensterflächen hat letztlich seine Grenzen. Zum einen gelangt in Gebäuden mit großdimensioniertem Grundriss selbst bei komplett verglasteter Fassade und gläsernen Zwischenwänden nicht genügend Licht in die sprichwörtliche Tiefe des Raumes. Auf künstliches Licht kann also trotz allem nicht verzichtet werden. Zum anderen bringen Glasfronten nicht selten Temperaturprobleme mit sich: Bei direkter Sonneneinstrahlung droht – vor allem im Sommer – eine starke Aufheizung des Gebäudes. Dann helfen nur Jalousien und Klimaanlage, die Tageslicht aussperren und die Energiekosten nach oben treiben. Und über all dies hinaus muss berücksichtigt werden, dass es Gebäudeformen gibt, in denen Glasfassaden und gläserne Wände aus Nutzungsgründen nicht möglich oder nicht erwünscht sind – etwa in Lagerhallen, Museen oder Krankenhäusern. Will man in solchen Gebäuden, aber auch in fensterarmen oder gänzlich fensterlosen Räumen natürliche Lichtverhältnisse realisieren und zugleich die Kosten für künstliche Beleuchtung und Klimatisierung im Rahmen halten, ist Kreativität gefragt.



Abb.: Inbegriff lichtorientierter Architektur: Fassadengestaltung im Bauhausstil. (Quelle: ©istock.com/Nikada)



Abb.: Mit Fresnel-Linsen bestückte Suntracker auf dem Gebäudedach bündeln die Tageslichtstrahlung und koppeln sie in lichtleitende Fasern ein. (Quelle: ECHY)

Eine durchaus mit Erfolg erprobte Möglichkeit ist die Installation von Lichtleitsystemen, bei denen das Tageslicht durch eine kleine Glaskuppel auf dem Gebäudedach gebündelt und über eine optische Röhre (auch Hohllichtleiter genannt) in das Gebäudeinnere transportiert wird, wo es eine Streulichtlinse im Raum verteilt. Diese 1986 in Australien entwickelte und patentierte Lösung bringt bei Röhrenlängen von bis zu 10 m gute Lichtergebnisse, ohne die Innentemperatur des Gebäudes nennenswert zu erhöhen. Sie ist jedoch architektonisch aufwendig und insbesondere bei bestehenden Gebäuden schwer zu realisieren. Zudem sollte die optische Röhre idealerweise keinen Knick aufweisen, also möglichst auf geradem Weg von oben in den jeweiligen Raum hineinführen. Denn Winkel im Lichtkanal müssten mit Hilfe von Spiegeln überbrückt werden, die dann freilich die strahlungsbedingte Temperatur in das Gebäude transportieren würden. Alles das zusammen lässt die Lösung allenfalls für Privathäuser mit ein oder zwei Stockwerken als geeignet erscheinen. In großen, hohen und komplex strukturierten Geschäftsgebäuden hingegen stößt auch dieser Ansatz schnell an seine Grenzen.

LICHTBÜNDELNDE OPTIKEN UND LICHTLEITFASERN

Flexiblere Einsatzmöglichkeiten und zudem bessere Beleuchtungsergebnisse verspricht demgegenüber ein Konzept, das in Frankreich und Deutschland entwickelt worden ist und das australische Konzept aufgreift und weiter verfeinert. Auch dabei wird das Licht auf dem Dach gebündelt und anschließend in das Gebäudeinnere transportiert. Anders als beim Down-Under-Modell ist auf dem Dach jedoch keine Glaskuppel, sondern vielmehr ein Suntracker installiert, wie er auch in der Photovoltaik genutzt wird. Auf diesem Tracker, der sich kontinuierlich nach dem Sonnenstand ausrichtet, sind statt der üblichen Solarzellen spezielle Lichtaufnahme-Module montiert, die aus nebeneinander gruppierten optischen Elementen bestehen. Bei der deutschen Lösungsvariante, die auf ein Forschungsprojekt der Technischen Hochschule Nürnberg zurückgeht, werden diese Module als Sollektoren bezeichnet. In der französischen Variante, die von der Firma Echy aus Champs-sur-Marne entwickelt wurde, ist hingegen von Konzentrationsmodulen (frz. module de concentration) die Rede.

Das Prinzip ist freilich in beiden Fällen dasselbe: Die in den Modulen enthaltenen Optiken – Echy etwa nutzt die aus der Leuchtfeuertechnik



Abb.: Je nach Anwendung kann der Suntracker auch in Bodennähe platziert werden. (Quelle: ECHY)

bekannten Fresnel-Linsen – bündeln die Strahlen des Sonnenlichts und koppeln sie anschließend in lichtleitende Fasern ein, welche das Licht in die ausgewählten Räume übertragen. Dort wird das gebündelte Licht von speziellen Deckenleuchten aufgefächert und im Raum verteilt. Ergebnis ist eine biorhythmusfreundliche Raumbelichtung mit Lichtfarben in Tageslichtqualität. Bei direkter Sonneneinstrahlung kann diese Lösung künstliches Licht zum Teil komplett ersetzen und so neben der Steigerung des Wohlfühlfaktors auch ein enormes Energie-sparpotenzial erschließen – speziell in Räumen, die bisher ausschließlich künstlich beleuchtet werden konnten.

Für den Fall, dass die Intensität des Außenlichts alleine nicht ausreicht, sind die Deckenleuchten auch als Hybridausführung mit integrierten LEDs erhältlich. Diese LEDs sind so konzipiert, dass sie das Tageslicht nachahmen und gemeinsam mit den faserbasierten Leuchtelementen betrieben werden können. Der Einsatz künstlichen Lichts erfolgt so immer nur in exaktem Einklang mit dem tatsächlichen Bedarf. Insgesamt, so haben Berechnungen der Hersteller ergeben, lässt sich die Nutzung künstlicher Beleuchtung mit Hilfe dieses Lösungsansatzes um bis zu 60% reduzieren. ▶



Abb.: Natürlicher Lichteinfall und faserbasiert übertragenes Tageslicht können sich sinnvoll ergänzen. (Quelle: ECHY)

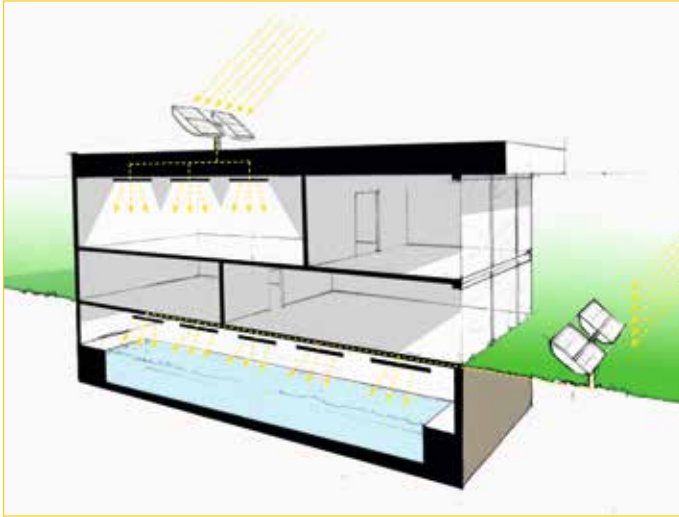


Abb.: Exemplarischer Gebäudequerschnitt. Via Suntracker und Glasfaser kann das Tageslicht sowohl in ober- als auch in unterirdische Räumlichkeiten übertragen werden. (Quelle: ECHY)

EINFACHE BAUSEITIGE INTEGRATION

Ebenso wie optische Röhren transportieren auch Lichtleitkabel nur das Sonnenlicht, nicht aber die strahlungsbedingte Temperatur in das Gebäude. Die Energieeinsparungen, die sich durch den reduzierten Einsatz künstlicher Beleuchtung erzielen lassen, werden somit nicht durch erhöhte Klimatisierungskosten reduziert.

Der bei weitem größte Vorteil des neuen Lösungsansatzes ist indes seine Flexibilität: Die lichtleitenden Fasern beanspruchen weit weniger Platz als optische Röhren und können das Licht auch auf verwinkelten Wegstrecken effektiv transportieren. Sie lassen sich überdies vergleichsweise problemlos in bestehende Gebäude integrieren und können im Gegensatz zu optischen Röhren auch Entfernungen von deutlich mehr als 10 m überbrücken. Die »Nürnberger Lösung« beispielsweise nutzt Kunststofffasern aus Polymethylmethacrylat (PMMA) und versorgt damit Räume mit Tageslicht, die bis zu 30 m vom Suntracker auf dem Dach entfernt sind. Da es in der Regel keine völlig geraden Faserstrecken gibt, ist die maximale Entfernung in der Praxis meist geringer und



Abb.: Selbst in fensterlosen Räumen lässt sich Beleuchtung in Tageslichtqualität realisieren. (Quelle: ECHY)

liegt bei etwa 20 bis 25 m. Auch dann bietet die auf PMMA-Fasern basierende Lösung jedoch noch immer einen Fortschritt gegenüber optischen Röhren.

EFFEKTIVER LICHTTRANSPORT ÜBER GROSSE DISTANZEN

In großen Gebäuden können allerdings selbst maximale Faserstrecken von etwa 20 bis 25 m nicht ausreichen, um jeden beliebigen Raum – zum Beispiel im Untergeschoss oder auch in der Gebäudemitte – mit Tageslichtbeleuchtung auszustatten. Hier müssen häufig größere Transportstrecken von zum Teil mehr als 100 m bewältigt werden. Mit PMMA-Fasern ist das nicht zu realisieren. Zwar lassen sich Fasern dieser Länge produzieren, die Kunststofffaser weist jedoch schon nach 30 m eine Dämpfung von knapp 50 % auf, überträgt also nur noch rund die Hälfte des ursprünglich eingekoppelten Lichts. Da das Licht selbst in fensterreichen Innenräumen noch immer um ein Vielfaches schwächer ist als die Beleuchtungsstärke unter freiem Himmel, ist das ein durchaus akzeptabler Wert. Über diese Grenze hinaus ist der Einsatz von PMMA-Fasern jedoch nicht mehr sinnvoll. Angesichts dieser Einschränkung hat Echy einen anderen Fasertyp ausgewählt und so die Voraussetzungen für einen breiteren Anwendungsbereich geschaffen. Das französische Unternehmen setzt auf Lichtleiter mit Quarzglaskern und Hartpolymermantel, die vom Bonner Glasfaserspezialisten CeramOptec hergestellt werden. Mit diesen »Optran® HWF«-Fasern konnte beispielsweise 2016 in einem Lebensmittelmarkt im mittelfranzösischen Bonneval eine Transportdistanz von 160 m bewältigt werden – in der faserbasierten Übertragung von Tageslicht ist das gegenwärtig Weltrekord.



Abb.: Bei der von ECHY realisierten Lösung kommen »Optran® HWF«-Fasern von CeramOptec mit Quarzglaskern und Hartpolymermantel zum Einsatz. (Quelle: CeramOptec)

Möglich wurde diese Übertragungstrecke durch die niedrige Einfügedämpfung der Fasern: Sie übertragen zum Beispiel nach 30 m immer noch 90 % des ursprünglich eingekoppelten Lichts und damit fast doppelt so viel wie PMMA-Fasern, was sie auch bei kürzeren Übertragungstrecken zu einer interessanten Komponentenlösung macht. Ihre hohe Numerische Apertur (NA) von 0,48 sorgt für eine breitwinklige Lichtaufnahme und bietet damit optimale Voraussetzungen für die verlustarme Einkopplung der von den optischen Elementen gebündelten Sonnenstrahlen. Der Hartpolymermantel absorbiert zudem UV-Strahlung – ein weiterer Vorteil dieses Fasertyps, speziell bei der Beleuchtung empfindlicher Gegenstände. Darüber hinaus wird jedoch das komplette Spektrum des sichtbaren Lichts übertragen, sodass beim Einsatz der »Optran® HWF«-Fasern jederzeit eine völlig natürliche Lichtfarbe garantiert ist.



SONNIGE AUSSICHTEN BEI KLAREM HIMMEL

Mit Beleuchtungslösungen, wie sie Echy unter Einsatz der leistungsstarken CeramOptec-Quarzglasfasern umsetzt, kann die für die moderne Architektur bestimmende Idee, in Innenräumen tageslichtähnliche Lichtverhältnisse zu schaffen, erstmals nahezu vollständig verwirklicht werden. Großflächige Bürogebäude und Einkaufszentren, Produktions- und Lagerhallen sowie selbst unterirdische Räumlichkeiten in Kliniken oder Forschungszentren lassen sich nunmehr in Tageslichtfarben ausleuchten. In Museen ergibt sich die Möglichkeit, wertvolle Gemälde aus vergangenen Epochen bei Tageslicht zu zeigen, ohne sie schädlicher UV-Strahlung auszusetzen. In Schul- und Universitätsgebäuden kann die Ausleuchtung in Tageslichtqualität die Lernleistung unterstützen. Hinzu kommt die Erschließung von Energiesparpotenzialen. Bei allem Enthusiasmus sollte allerdings immer auch beachtet werden, dass sich die Lösung nicht für alle geographischen Breiten und Klimazonen in identischer Weise eignet. Ihre Wirkung entfalten kann sie am besten dort, wo über das Jahr gesehen viele Sonnenstunden zu verzeichnen sind. Denn das diffuse Licht bei bedecktem Himmel können die lichtkonzentrierenden Module aktuell nicht in gleicher Weise bündeln wie direkte Sonnenstrahlen. Hier findet die Innovation momentan noch ihre Grenzen. ■

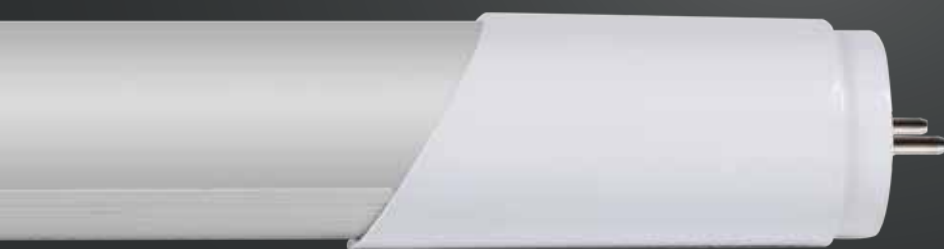
Abb.: In einem Lebensmittelmarkt in Bonneval/Südfrankreich wurde mit Hilfe der »Optran® HWF«-Fasern eine Transportdistanz von 160 m bewältigt. (Quelle: ECHY)

Autoren: Carsten Gerth, Sales Engineer & Holger Bäuerle, Head of Industrial Sales, CeramOptec GmbH, Bonn, www.ceramoptec.de

Anzeige

 Signcomplex

170LPW LED Tube



www.signcomplex.com
marketing@signcomplex.com
 phone:+86 755 2760 8650
 fax:+86 755 2760 8651