

Tageslicht intelligent nutzen

TAGESLICHTUMLENKSYSTEME IN DER FASSADE SPAREN ELEKTRISCHE BELEUCHTUNG UND REDUZIEREN KLIMALASTEN. ZUDEM FÖRDERN SIE DAS WOHLBEFINDEN DER RAUMNUTZER.

DR.-ING. HELMUT KÖSTER, SPEZIALIST FÜR DIE PLANUNG INDIVIDUELLER TAGESLICHTLÖSUNGEN, ERLÄUTERT IM INTERVIEW MIT GEBÄUDEHÜLLE WEITERE VORTEILE DIESER SYSTEME.

GEBÄUDEHÜLLE: Welche gesundheitlichen Auswirkungen hat eine natürliche Tageslichtversorgung von Büroräumen?

KÖSTER: Wir leben heute in unseren Häusern in biologischer Dunkelheit. Die menschliche Physiologie wird durch Intensität und Farbe des natürlichen Tageslichtspektrums getriggert. Stichworte: Circadianer Rhythmus, Melatonin- und Serotoninspiegel im Blut. Melatonin ist ein Schlafhormon und wird durch hohen Rotanteil angeregt. Ein höherer Blauanteil und eine erhöhte Tageslichtintensität reduziert Melatonin und fördert den Cortisolspiegel sowie den Serotoninspiegel. Serotonin gilt als Glückshormon. Bei 500 lx am Arbeitsplatz tut sich in der menschlichen Physiologie nichts. Die Arbeitsstättenrichtlinien und DIN-Normen fordern lediglich Beleuchtungsstärken, um Sehaufgaben zu erfüllen. Anforderungen zur Versorgung der Physiologie mit ausreichendem Tageslicht sind weder in den technischen Richtlinien noch in den gewerkschaftlichen oder arbeitsmedizinischen Richtlinien verankert. Wesentliche fotobiologische Vorgänge im menschlichen Organismus finden zwischen 300 nm und 800 nm statt. UV-Strah-

lung < 300 nm dient nicht nur der Vitamin D₃-Bildung, sondern auch der Bakterientötung. 85 Prozent aller Sinneswahrnehmungen sind optischen Ursprungs. Licht ist damit der Mittler zwischen Umwelt und Gehirn. Für diese kommunikative Leistung im Gehirn werden 25 Prozent unseres Energiehaushaltes benötigt. Die Sehschärfe nimmt im Alter stark ab. Das kann durch die Helligkeits- bzw. Beleuchtungsstärken zum Teil kompensiert werden, weshalb der natürlichen, guten Tageslichtausleuchtung ein besonderer Stellenwert zukommt.

GEBÄUDEHÜLLE: Die Beleuchtungsindustrie ist schon auf den Zug aufgesprungen, mittels eines Wechsels von Beleuchtungsintensität und Lichtstärke den circadianen Zyklus des Menschen anzuregen.

KÖSTER: Sehr gut, aber warum mit Kunstlicht? 19 Prozent des Gesamtenergiebedarfs der Welt geht auf das Konto der künstlichen Beleuchtung. Wenn wir wirklich sparen wollen, sollten wir mit der natürlichen Ressource Tageslicht verantwortlicher umgehen und nicht immer nur die Schotten dicht machen und die künstliche Beleuchtung zünden.



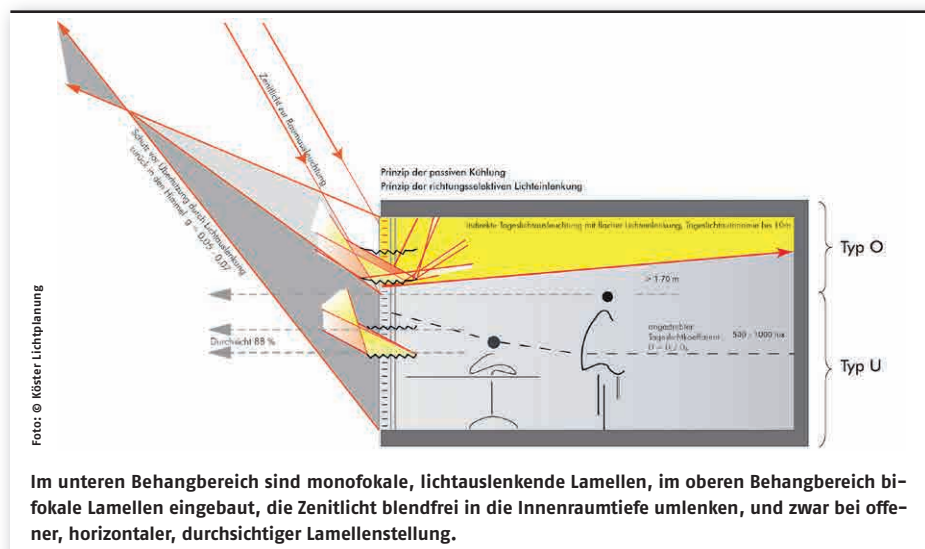
„Die verbesserte Tageslichtlenkung dient der Stromeinsparung für elektrische Beleuchtung und der Gesundheit!“.

Dr.-Ing. Helmut Köster

GEBÄUDEHÜLLE: Und welche Vorteile bietet in diesem Kontext die Tageslichtlenkung?

KÖSTER: Das natürliche Tageslicht bietet viel Anregung: Die Sonne ändert ständig ihre Position, ihre Helligkeit, ihre Lichtfarbe. Der bewölkte Himmel bietet auch Variationen. Dieses Geschehen über den Tag können wir mittels Lichtlenkssystemen in die Innenräume holen und zur menschlichen Freude und physiologischen und psychologischen Belebung erlebbar machen. Die Größen unserer Glasfassaden reichen aus, um Innenräume auch in großer Tiefe natürlich auszuleuchten. Dazu benötigt man allerdings eine Lichtumlenkung, die den diffusen Himmel einfängt und in große Raumtiefen einleitet. Die Technologie der Tageslichtumlenkung ermöglicht Innenräume mittels Spiegeln oder Prismen in großen Raumtiefen wirkungsvoll auszuleuchten und/oder die Innenräume mittels Lichtauslenkung der Sonnenstrahlung zurück in den Himmel vor Überhitzung zu schützen.

GEBÄUDEHÜLLE: Worin liegt der Unterschied zu herkömmlichen weißen Lamellen?



heroal

Les Couleurs® Le Corbusier

GEBÄUDE- HÜLLE GESTALTEN

exklusiv bei heroal • kombinierbar
mit dem Le Corbusier Farbkonzept
• heroal hwr-Pulverbeschichtung •
German Design Award 2020 Win-
ner

www.heroal.de/architekten

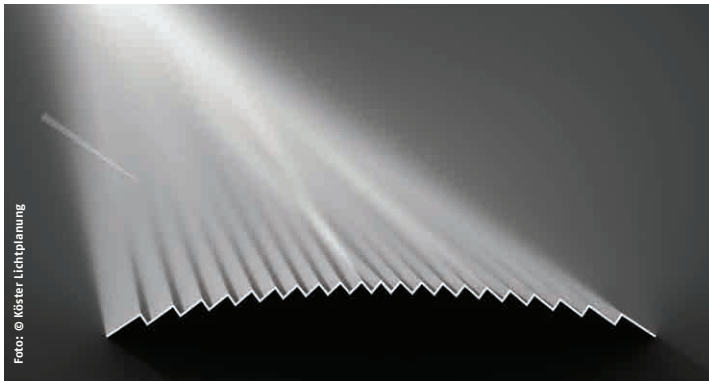


Foto: © Köster Lichtplanung

Die Retro-Technik verwendet Spiegeloberflächen, die hochpräzise ausgeformt sind. Durch die spezielle Lamellenkontur wird die Sonne entweder zurück in den Himmel und/oder an die Innenraumdecke und in die Innenraumtiefe umgelenkt.

KÖSTER: Auch weiße Lamellen können mit einem hohen Reflexionsvermögen versehen werden. Jedoch reflektiert eine weiße Lamelle diffus, d. h. das Licht wird ungezielt, gleichmäßig gestreut. Ein Teil des reflektierten Lichtes wird nach innen, ein Teil nach außen und ein Großteil wird auf die Unterseite der oberen Lamelle gelenkt und löst dort entweder aufgrund großer Helligkeit eine Blendung des Innenraumnutzers aus, oder – wenn die Unterseite dunkler gefärbt ist – das Licht wird absorbiert und damit in Wärme gewandelt. Der Innenraum heizt sich auf.

GEBÄUDEHÜLLE: Was macht die Retro-Technik besser?

KÖSTER: Die Retro-Technik verwendet Spiegeloberflächen, die nach Gesetzen der Spiegeloptik (Einfallswinkel = Ausfallswinkel) hochpräzise ausgeformt sind. Durch eine spezielle Lamellenkontur wird die Sonne entweder gezielt zurück in den Himmel und/oder an die Innenraumdecke und in die Innenraumtiefe umgelenkt. Dies ermöglicht eine exakte Bestimmung der g-Werte, der Lichttransmissionswerte und der Tageslichtautonomie im Innenraum.

Gebäudehülle: Ein weißer, geschlossener Jalousiebehang lenkt auch die Energie nach außen?

KÖSTER: Richtig, aber die Durchsicht ist verhindert, wenn der Behang geschlossen wird. Der Innenraum ist dann abgedunkelt. Die Lichter gehen an, obwohl draußen die Sonne scheint. Welch kontraproduktive Gebäudetechnik, ein unnötiger Energieverbrauch für die Beleuchtung und eine zusätzliche Aufheizung durch interne Lichtquellen.

GEBÄUDEHÜLLE: Müssen die Retro-Behänge nicht auch zugedreht werden, um den Raum vor Überhitzung zu schützen?

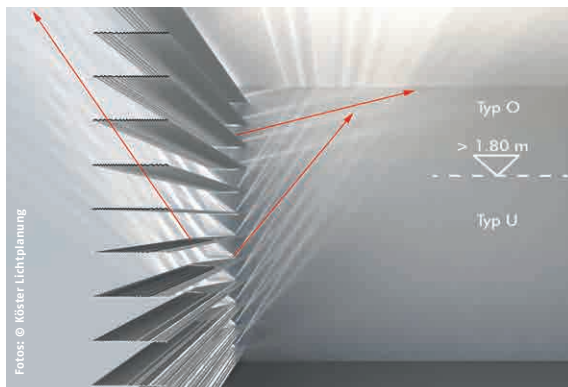
KÖSTER: Nein, die Lamellen werden so berechnet, dass in horizontaler Lamellenlage das Licht ausgeleitet wird. Dies wird durch eine Stufung der Lamellenkontur erreicht. Um genau zu sein, bildet die Lamellenkontur einen Fresnell-Reflektor, der ähnlich einer fragmentierten Parabel ausgebildet ist. Der Fresnell-Reflektor hat seinen Brennpunkt außen vor der Fassade! Das Licht wird ausgeleitet, ohne die Lamellen zudrehen zu müssen. Deshalb kann das diffuse Himmelslicht gleichzeitig zwischen den offenen Lamellen in den Innenraum eindringen. Eine Verdunklung des Innenraums wird vermieden. Der Nutzer kann ungehindert durch die offen gestellten Jalousien nach außen schauen. So ist der Außenbezug gesichert.

Simulation der Lichtumlenkung der direkten Sonne ohne diffusen Himmel. Im unteren Fensterbereich wird das Licht blendfrei steiler und im oberen Fensterbereich flacher an die Innenraumdecke umgelenkt.

Foto: © Universität Luzern, Lars Grohe

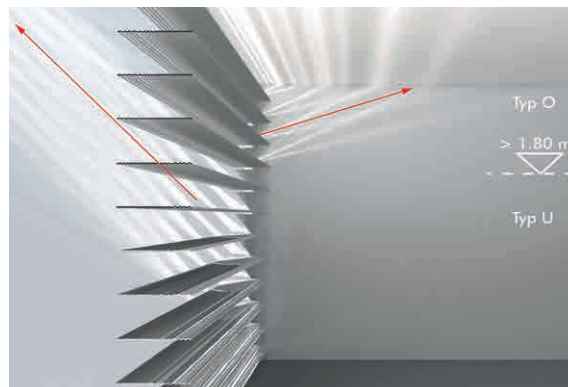


ROLLLÄDEN | SONNENSCHUTZ
ROLLTORE | FENSTER | TÜREN
FASSADEN | SERVICE



l. Lichtführung bei fixierter Anordnung der Lichtlenklamellen mit optimierter Durchsicht bei blendfreiem Arbeitsplatz bei niedrigem Sonnenstand im Winter.

r. Lichtführung bei fixierter Anordnung der Lichtlenklamellen mit optimierter Durchsicht bei blendfreiem Arbeitsplatz bei hohem Sonnenstand im Sommer.



GEBÄUDEHÜLLE: Und wenn die Wärme erst einmal im Innenraum ist ...?

KÖSTER: Sonnenlicht ist kurzwellige Strahlung ohne langwellige Wärmeanteile im Strahlenspektrum. Der Weltraum hat -275° Celsius. Wärme entsteht durch Energiewandlung der kurzwelligen in langwellige Strahlung, d. h. durch Absorption. Die Intelligenz der Tageslichtumlenksysteme besteht darin, die Sonne in den Himmel zurückzureflektieren, ohne die Strahlung zu absorbieren. Dies gelingt einerseits mit hochwertigen Reflektoren und andererseits durch ganz spezifische Lamellengeometrien mit spiegelnden Oberflächen, die gewährleisten, dass die Sonne mit einer einzigen Reflexion wieder nach außen reflektiert wird. Stichwort: Monorefektivität.

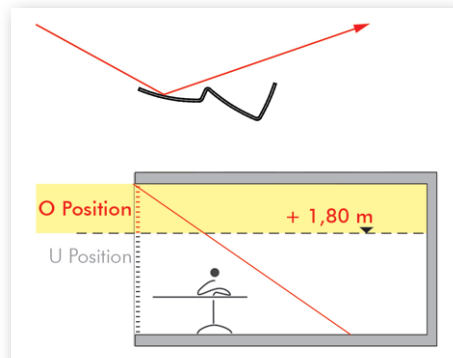
GEBÄUDEHÜLLE: Welche g-Werte können mit der Technologie realisiert werden?

KÖSTER: Dies ist primär abhängig von der äußeren Verglasung und von der Position der Lamellen, z.B. hinter einer Prallscheibe in einer geschlossenen Kavität, im Isolierglas oder im Innenraum hinter einer Zwei- oder Dreischeibenverglasung. Mit einer Oberflächenreflexion von 96 Prozent der Lamellen erreicht man mit den Behängen in einer geschlossenen Kavität hinter einer Prallschei-

be und einer Zwei- oder Dreifach-Wärmeschutzverglasung auf der Innenraumseite g-Werte zwischen 0,05 und 0,07 ohne Sonnenschutzschicht. Bei Anordnung der Jalousien im Innenraum empfehlen wir ein farbneutrales Sonnenschutzglas z. B. Typ 66/32. Mit solchen Verglasungen lassen sich g-Werte von 0,1 bei offener Jalousie und hoher Sommersonne erzielen.

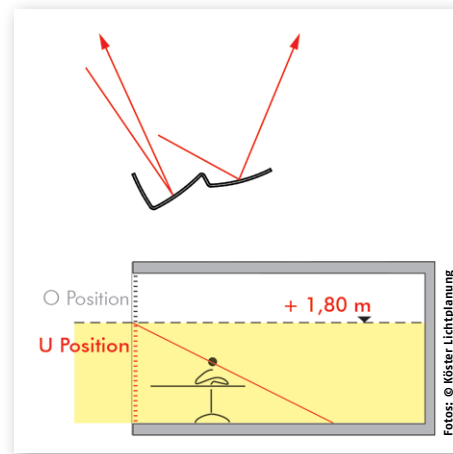
GEBÄUDEHÜLLE: Und wie schaffen Sie es, die Innenräume gleichzeitig bis in große Raumtiefen auszuleuchten?

KÖSTER: Ich habe das Prinzip der bifokalen Lamellen entwickelt (siehe Abbildung nächste Seite unten). Diese verfügen über mindestens zwei Teilstücke: ein erstes Teilstück, das das auftreffende Sonnenlicht nach außen lenkt und ein zweites Teilstück, das das einfallende Licht nach innen lenkt. Solche dichotrischen Lamellenstrukturen lassen sich im unteren Fensterbereich einsetzen, um die hohe Sommersonne komplett auszublenken. Diffuses Licht und flache Sonne jedoch wird steil und für den Nutzer blendfrei an die Innenraumdecke gelenkt. Im oberen Behangbereich werden die Lamellen um eine vertikale Achse um 180° gedreht und lenken dann Zenitlicht in die Innenraumtiefe. Damit erhält ein

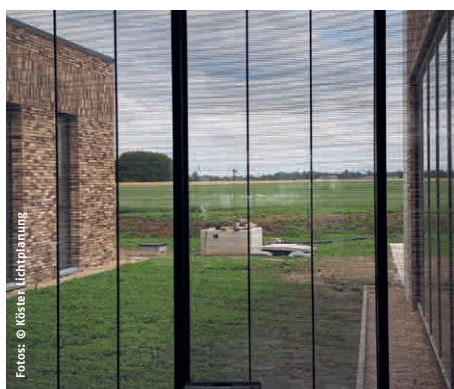


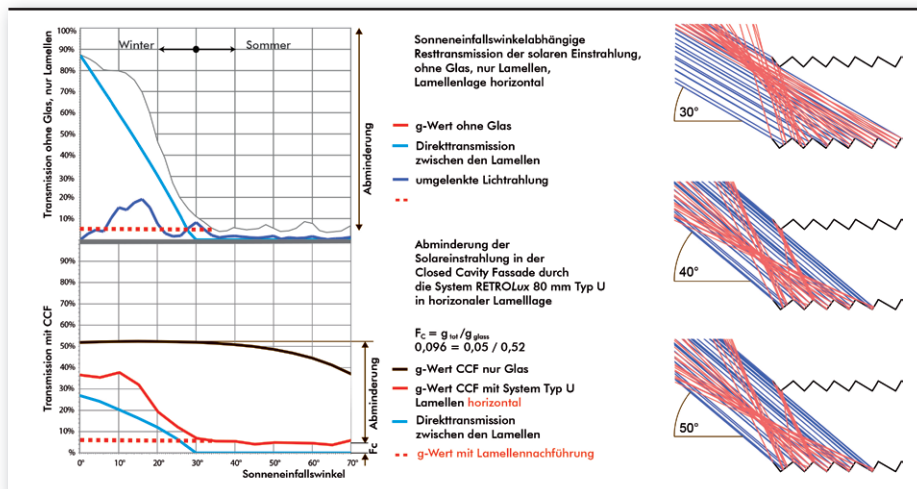
o. Lichteinlenkung von Zenitstrahlen im oberen Fensterbereich.

u. Lichtauslenkung der überhitzenden Sommersonne im unteren Fensterbereich. Blendfreie Lichtumlenkung diffuser Strahlung an die Decke.

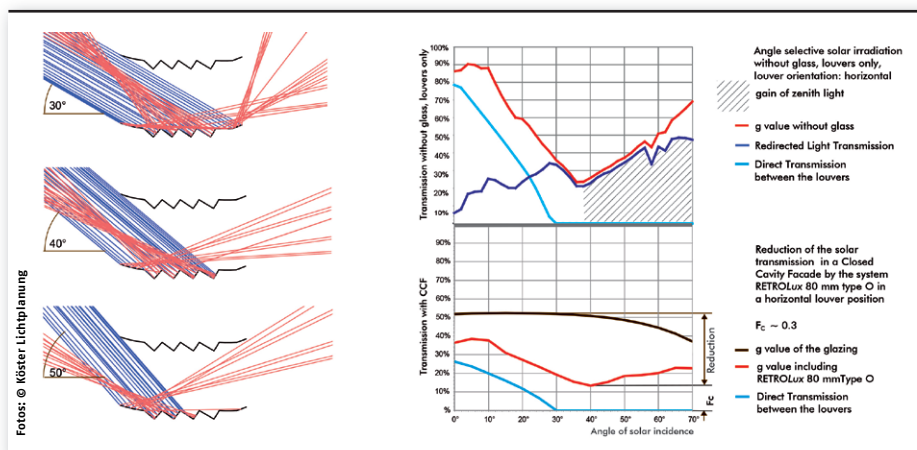


Beispiel Neubau BAM Contractors, Zettel Oost, Belgien: In der Innen- und Außenansicht sind die Lamellen kaum erkennbar. Eine sehr gute Durchsicht ist trotz Sonnenschutzfunktion gewährleistet.





Monofokale Lichtumlenkung: Auf die Lamellen einfallende Lichtstrahlung wird monorefektiv, d. h. mit einer einzigen Reflexion zurück in den Himmel gelenkt. Dies ermöglicht äußerst minimale g-Werte bei horizontaler Lamellenlage. Bei flachem Lichteinfall wird die Jalousie wie üblich weiter zuge dreht.



Bifokale Lichtumlenkung im Oberlichtbereich: Die Lamellen haben an den Kanten Lichtfängerflügel, die Zenitstrahlung sowie flachere Sonne einfangen, um Innenräume oberhalb 1,8 Meter in der Raumtiefe auszuleuchten (Patent Dr. Köster).

Jalousiebehang zwei unterschiedliche Funktionszonen mit einer hochkomplexen Spiegeloptik, die jedoch leicht zu beherrschen ist, da der Behang auf maximale Durchsicht in horizontaler Lamellenlage gestellt ist. Ein Schließen der Behänge erfolgt nur bei flacher Sonne < 30° Sonneneinfall.

GEBÄUDEHÜLLE: Spiegel können blenden, wie vermeiden Sie die Blendung des Innenraumnutzers und der Gebäudeumgebung?

KÖSTER: Mit Hilfe von sogenannten Raytracern (Strahlenverfolgungssoftware) erkennen wir für jeden beliebigen Einfallswinkel der Sonne die Richtung der Lichtumlenkung nach innen oder nach außen. Es ist eine hohe Kunst, die Reflektoren so zu berechnen und zu fertigen, dass das Licht zurück in den Himmel reflektiert wird ohne gegenüberliegende Gebäude oder den Straßenraum mit störenden Reflexionen zu belasten. Lichtstrahlung, die nach in-

nen umgelenkt wird, wird im unteren Fensterbereich steil an die Decke und ab etwa 1,80 Meter Raumhöhe horizontal in die Raumtiefe gelenkt, so dass eine Blendung im menschlichen Auge verhindert ist.

GEBÄUDEHÜLLE: Ist das alles noch Theorie, oder haben Sie schon Messwerte von Prüfinstituten und Bauvorhaben mit Ihren Lichtlenkssystemen umgesetzt?

KÖSTER: Mit einfacheren Spiegelgeometrien haben wir die ersten Bauvorhaben bereits im Jahre 1988/89 fertiggestellt. Seither sind eine ganze Reihe von Projekten realisiert worden. Beispielhaft nenne ich an dieser Stelle nur einige Bauvorhaben mit Retro-Lamellen aus meinen Patenten, wie die Fassade des debis-Gebäudes am Potsdamer Platz in Berlin, das Blue-Win Hochhaus in Zürich, der Energy Tower in Linz oder das neue Grand Egyptian Museum (GEM)

an den Pyramiden von Gizeh mit ca. 6.000 m² Lichtumlenkung im Dach. Weitere größere Bauvorhaben sind in Planung. Betonen möchte ich, dass wir in der Entwicklung von der DBU und dem Bundesministerium für Wirtschaft unterstützt wurden, zum Teil im Rahmen von Gemeinschaftsforschungsvorhaben zusammen mit Fraunhofer Instituten und der TU-Berlin, die die lichttechnischen und g-Wert-Messungen durchgeführt haben.

GEBÄUDEHÜLLE: Welche Vorteile sehen Sie durch die Lichtumlenkungstechnologie für die Fassadenbauer?

KÖSTER: Der Fassadenbau wird profitieren, weil wir den ewigen Kampf gegen Überhitzung von Glasfassaden gewonnen haben – insbesondere die CC-Fassaden. Wir reduzieren die Temperaturen in der Kavität und die Temperatur der Innenverglasung. Das bringt thermischen Komfort. Die gleichzeitige Durchsicht und die optimierte Tageslichtausleuchtung erhöhen den visuellen Komfort. Ein weiterer Gewinner ist die Energiebilanz und der CO₂-Footprint von Gebäuden. Wir weisen anhand ausgeführter Bauvorhaben einen um bis zu 30 Prozent verminderten Gesamtenergieverbrauch in Folge reduzierter Kühllasten und wesentlich verbesserter Tageslichtautonomie nach. Die künstliche Beleuchtung hat einen Anteil von ca. 30 Prozent am Gesamtenergieverbrauch von Verwaltungsgebäuden. Diesen Verbrauch reduzieren wir um 50 Prozent und damit gleichzeitig die Kühllasten.

GEBÄUDEHÜLLE: Ist es nicht sinnvoller, die Fenster mit Photovoltaik zu beschatten?

KÖSTER: Die Lichtumlenkung nach innen erfolgt fast verlustfrei ohne großen technischen Aufwand, während die Photovoltaik immer noch einen vergleichsweise bescheidenen Wirkungsgrad hat. Das Kosten-/Nutzenverhältnis der Tageslichtnutzung ist unvergleichlich viel höher. Dazu kommt die positive Wirkung des natürlichen Tageslichtspektrums auf die Gesundheit der Nutzer.

DR.-ING. HELMUT KÖSTER

Helmut Köster leitet das Entwicklungsbüro Köster Lichtplanung, hat weltweit über 600.000 m² Lichtlenkssysteme für Glasdächer und Fassaden in der Umsetzung begleitet und über 100 Patente auf dem Gebiet der Lichttechnik. Darüber hinaus ist er Autor zahlreicher Veröffentlichungen und Bücher. www.koester-lichtplanung.de