

Kosten reduzieren mit natürlicher Beleuchtung

Tageslicht ist wirtschaftlich und zuverlässig

„Intelligentes“ Lichtmanagement nutzt das einfallende Tageslicht: Die künstliche Beleuchtung wird nur dann zugeschaltet, wenn natürliches Licht nicht ausreicht. Damit ist Tageslicht als Beleuchtungsquelle die wirtschaftlichere Alternative zum Kunstlicht. Vor allem durch Dachoberlichter, Lichtkuppeln und Lichtbänder lassen sich auch tiefe Räume und Hallen mit Tageslicht kostengünstig beleuchten. Basis für eine optimale Belichtung mit maximaler Qualität und Energieeffizienz sind sorgfältige Analyse und professionelle Lichtplanung. Gute Projektvorbereitung kostet Zeit, macht sich aber schnell bezahlt: Wer Ziele und Prioritäten zu Beginn exakt definiert, kann den Qualitätsgewinn und die erreichten Einsparungen leicht beziffern.

Text: Wolfgang Cornelius

Foto: LAMILUX

Grafiken und Tabellen: FVLR

In den meisten Gebäuden kann Tageslicht die Beleuchtung tagsüber ganz oder teilweise übernehmen, wenn die entsprechenden baulichen Einrichtungen wie Fenster, Dachoberlichter und Lichtschächte vorhanden sind. Tageslicht steht den größten Teil des Tages zur Verfügung und ist kostenlos. Zudem weist es Qualitätsmerkmale auf, die in ihrer Gesamtheit durch Kunstlicht nur mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand erreichbar sind. So erzeugt die Sonne Außenbeleuchtungsstärken von 3.000 bis 100.000 lx. Wird nur ein Teil davon zur Beleuchtung genutzt, lassen sich weit höhere Beleuchtungsstärken erzielen als die 100 bis 1.000 lx, die mit den üblichen Arbeitsplatzleuchten erreichbar sind. Außerdem ist die Beleuchtung mit Tageslicht störunanfällig, betriebssicher und zuverlässig.

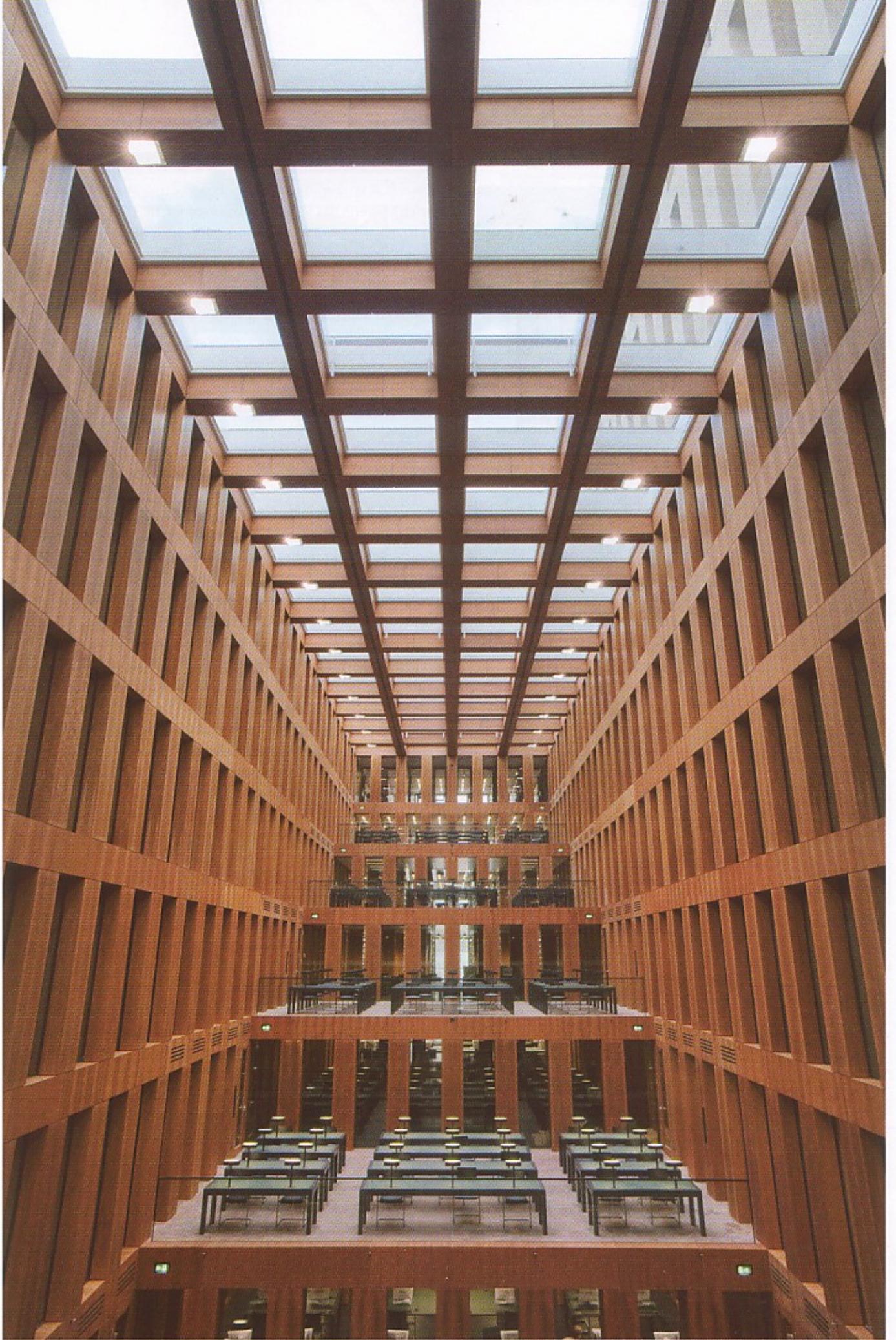
Beleuchtung im Kostenvergleich

Wie wirtschaftlich Tageslicht im Vergleich zu Kunstlicht ist, hat der bekannte französische Lichtplaner Marc Fontoynt, Professor am Institut l'habitat ENTPE in Lyon, in einer Studie untersucht. Die Ergebnisse: Bezogen auf die jährlichen Amortisationskosten einer Deckenlampe mit Standard-Leuchtstoffröhre liegen die Kosten für die Beleuchtung durch ein Fenster um 70 Prozent und über eine Lichtkuppel im Dach sogar um 90 Prozent niedriger. Dagegen sind die Kosten für die Beleuchtung durch eine Glühlampe mit vergleichbarer Lichtausbeute um 330 Prozent, für eine Stehlampe mit Leuchtstoffröhre um 20 Prozent und für eine Leuchte mit solarbetriebener LED um 430 Prozent höher im Vergleich zu einer Standard-Deckenlampe. Die Studie zeigt, dass die Beleuchtungskosten durch Tageslichtnutzung erheblich verringert werden können. Es lohnt sich daher, so viel Tageslicht wie möglich gezielt zur Beleuchtung zu nutzen.

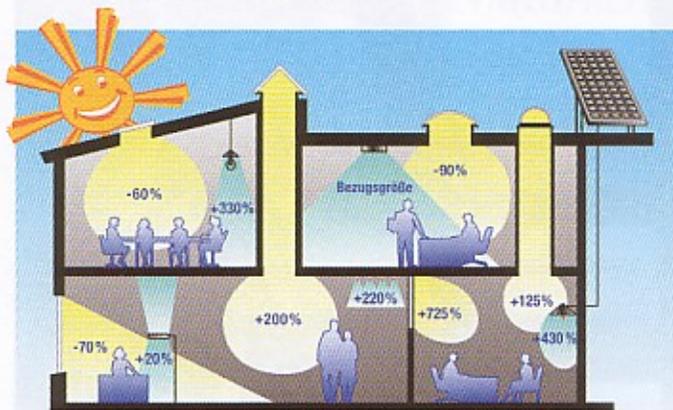
Tageslichtplanung nach Regeln der Berufsgenossenschaften

Die wichtigsten Normen zur Planung von Beleuchtung mit Tageslicht sind die DIN-Normreihe 5034 „Tageslicht in Innenräumen“, die für Wohn- und Arbeitsräume gilt, sowie die DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“. Einen ersten Überblick, wie Arbeitsstätten mit Kunstlicht unter Einbeziehung des Tageslichts zu beleuchten sind, bietet die von den Berufsgenossenschaften herausgegebene BG-Regel 131 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“. Dabei ist BG-Regel 131-1 eine Handlungshilfe für Unternehmer, während sich BG-Regel 131-2 als „Leitfaden zur Planung und zum Betrieb der Beleuchtung“ an Planer und Beleuchtungsfachleute richtet. Ausführungsbeispiele und Anwendungsbeschreibungen speziell zur optimalen Tageslichtbeleuchtung enthält die Broschüre BGI/GUV-I 7007 „Tageslicht am Arbeitsplatz“. Beide Publikationen stehen zum Download auf der Homepage www.fvlr.de des FVLR Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V. zur Verfügung.

1 In der neuen Bibliothek der Berliner Humboldt-Universität (Architekt: Max Dudler) sorgen 92 Oberlichter für klaren Durchblick – und für einen großzügigen Tageslichteinfall in den zentralen Lesesaal des Jacob-und-Wilhelm-Grimm-Zentrums.



Ein Vergleich: Tageslicht- und Kunstlichtversorgung



Jährliche Amortisationskosten für die Beleuchtung mit Tageslicht und Kunstlicht – bezogen auf die Kosten einer Standard-Leuchtstoffröhre in %

2

	Beleuchtungsstärke		
	niedrig	mittel	hoch
Verkehrsbereiche	50 lx	100 lx	200 lx
allgemeine Aufenthaltsbereiche	100 lx	200 lx	300 lx
Lager, Archiv, Technikräume etc. (geringe visuelle Anforderungen)	100 lx	200 lx	200 lx
Arbeitsräume mit üblichen Anforderungen	300 lx	500 lx	750 lx
Arbeitsräume mit hohen Anforderungen	500 lx	750 lx	1.000 lx

	Variante 1: ohne Oberlichter	Variante 2: mit Oberlichtern
Einschaltzeiten Kunstlicht (h/a)	2.860	858
benötigte Beleuchtungsenergie (kWh/a)	45.760	13.728
jährliche Kosten (€/a)	5.949	1.785

2 Im Kostenvergleich schneidet die Tageslichtversorgung am besten ab.

3 Aus der DIN abgeleitete Auswahl übliche Anforderungen an die Beleuchtungsstärke für verschiedenen Nutzungen

4 Modellrechnung für die Beleuchtung einer Industriehalle

Lichtkuppeln nutzen helles Zenitlicht

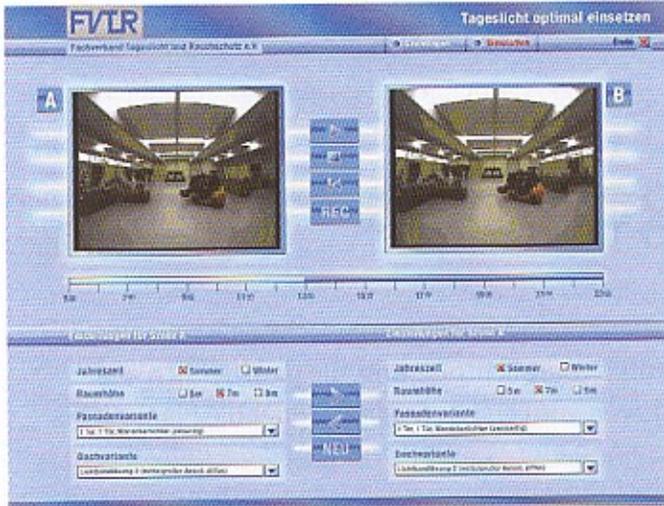
Nach BGR 131-2 wird eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht erreicht, wenn das Verhältnis von lichtdurchlässiger Fläche – beispielsweise von Fenstern, Türen, Dachoberlichtern – zur Raumgrundfläche mindestens 1:10 beträgt. Bei höheren Sehanforderungen ist ein Verhältnis von 1:5 anzusetzen. Mit Fenstern von normaler Breite und Höhe ist eine den Anforderungen entsprechende Arbeitsplatzbeleuchtung mit Tageslicht jedoch meist nur bis zu einer Raumtiefe von etwa 4,50 Metern möglich, geht man von normal geschnittenen Räumen mit einem Breiten- zu Längenverhältnis von bis zu 1:2 aus. Für Räume mit großer Grundfläche und Raumtiefe, die direkt unter einem Flachdach liegen, sowie für eingeschossige Produktionsgebäude mit Flachdach bietet sich deshalb eine Tageslichtbeleuchtung allein oder zusätzlich durch Dachoberlichter an.

Der Vorteil dachinstallierter Lichtkuppeln und Lichtbänder: Damit lassen sich auch Bereiche beleuchten, die bei großer Raumtiefe vom Fensterlicht nicht mehr erreicht werden. Sie nutzen das Zenitlicht, das dreimal so hell ist wie das Seitenlicht. Das Himmelslicht steht im Gegensatz zum Fensterlicht weitaus länger zur Verfügung. Der Lichteinfall durch Dachoberlichter ist daher in der Regel um ein Fünffaches höher als über gleich große seitliche Fensterflächen. Das Tageslicht kann zudem unabhängig von der Fassaden- oder Wandausrichtung, der Bebauung und Bepflanzung oder der Ausrichtung des Gebäudes einfallen. Das natürliche Licht von oben ist deshalb selbst an bedeckten Tagen morgens früher und abends länger nutzbar. Geht man in mitteleuropäischen Breiten von Arbeitsstunden zwischen 7 und 18 Uhr aus, dann kommt über Dachoberlichter zu 93 Prozent der Arbeitszeit Tageslicht.

Dachoberlichter amortisieren sich schnell

3 Dachoberlichter verursachen zwar wie elektrische Beleuchtungsanlagen Anschaffungskosten, amortisieren sich jedoch innerhalb weniger Jahre. Welche Kosteneinsparungen durch den Einbau von Dachoberlichtern zu erwarten sind, zeigt eine Amortisationsberechnung des FVLR.

Als Beispielobjekt dient eine durchschnittliche Industriehalle von 40 Metern Länge, 20 Metern Breite und 8 Metern Höhe. In der Variante 1 wird die Halle ausschließlich mit Kunstlicht versorgt, in der Variante 2 hat sie eine Oberlichtfläche von etwa 13 Prozent. Das bewirkt einen mittleren Tageslichtquotienten von vier Prozent, entsprechend einer Nennbeleuchtungsstärke E_n von 200 lx. Der Tageslichtquotient bestimmt sich nach der DIN 5034 Teil 1, wonach Arbeitsräume mit Oberlichtern auf der Nutzebene einen mittleren Tageslichtquotienten von D_m größer als vier Prozent aufweisen müssen. Für die Gesamtfläche aller Oberlichtöffnungen ergibt sich entsprechend den DIN-Forderungen eine Mindestgröße von etwa 100 Quadratmetern. Für Anschaffung und Einbau der Standardlichtkuppeln kann ein Quadratmeterpreis von rund 400 Euro zugrunde gelegt werden. Die Investitionskosten für Oberlichter mit einer Gesamtfläche von 100 Quadratmetern betragen somit etwa 40.000 Euro. Bei einer Amortisationszeit von zwölf Jahren liegen



5

die jährlichen Kosten für die Beleuchtung mit Oberlichtern bei 1.800 Euro. Die jährlichen Energiekosten für die künstliche Beleuchtung dieser Halle – bei einer installierten Leistung von 20 W/m², Energiekosten von 0,13 Euro/kWh und Einschaltzeiten von etwa 30 Prozent – erreichen dagegen rund 6.000 Euro.

Lichttechnik bereits früh in die Planung einbeziehen

Die Anzahl, Ausführung und Anordnung der Lichtkuppeln und Lichtbänder auf der Dachfläche richtet sich einerseits nach architektonischen Gesichtspunkten, andererseits nach den Bedürfnissen der Nutzer. Daher sollte die Lichttechnik bereits zu einem möglichst frühen Zeitpunkt des architektonischen Entwurfs geplant werden. Qualifizierte Mitarbeiter der deutschen Hersteller von Lichtkuppeln, Lichtbändern sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, die im FVLR Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V. zusammengeschlossen sind, beraten Architekten und Ingenieure umfassend bei der Projektierung von Dachoberlichtern zur Tageslichtversorgung.

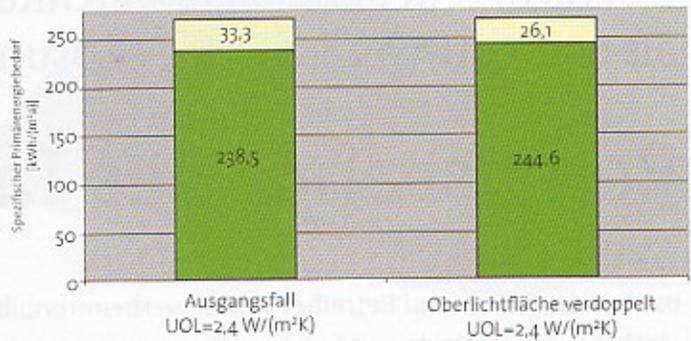
Dabei können sie das effiziente Software-Planungstool LightWorks einsetzen, das ausschließlich den FVLR-Mitgliedern zur Verfügung steht. Mithilfe dieser Planungssoftware können die verschiedensten Konstellationen zur Anordnung der Dachoberlichter und der daraus resultierenden Beleuchtungssituationen durchgespielt und die sich daraus ergebenden Beleuchtungsniveaus grafisch differenziert dargestellt werden. Zudem lassen sich damit die für den Nachweis in DIN V 18 599-4 geforderten mittleren Tageslichtquotienten D_m für Gebäude mit Tageslichtöffnungen mit wenigen Eingaben schnell errechnen und deren Verlauf über definierte Beleuchtungszonen visualisieren. ■



Wolfgang Cornelius

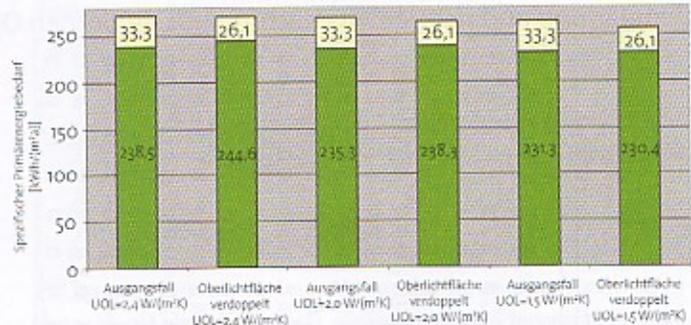
Jahrgang 1954, ist Diplom-Ingenieur, VDI, studierte Bauingenieurwesen an der RWTH Aachen. Er arbeitete als Ingenieur, Verkaufsleiter und Geschäftsführer für Unternehmen im Bereich Lichtkuppeln, Dachlichtbänder und Rauch- und Wärmeabzugsanlagen. Seit Ende 2000 ist er Referent beim FVLR Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V. und betreut dort die Belange der Tageslichttechnik. Cornelius ist Mitglied in DIN-Normausschüssen und VDI-Richtlinienausschüssen.

Primärenergetische Auswirkungen durch den Einsatz von Dachoberlichtern



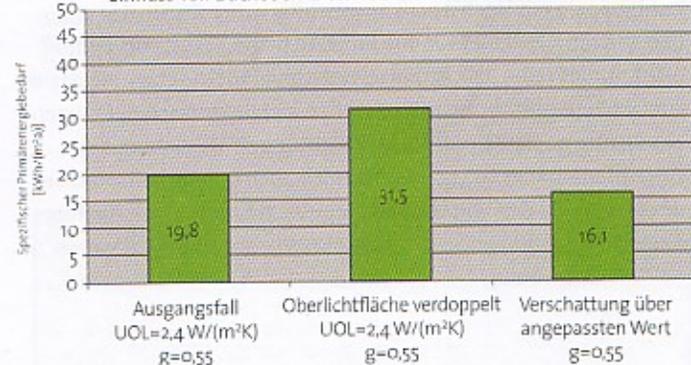
6

Primärenergetische Auswirkungen von Dachoberlichtern bei Ansatz unterschiedlicher U-Werte



7

Einfluss von Dachoberlichtern auf den sommerlichen Wärmeschutz



8

■ Heizung
■ Beleuchtung

5 Optimaler Einsatz von Tageslicht, verdeutlicht am Bildschirm der FVLR-Lichtanimation

6 Primärenergetische Auswirkungen durch den Einsatz von Dachoberlichtern

7 Primärenergetische Auswirkungen von Dachoberlichtern bei Ansatz unterschiedlicher U-Werte

8 Einfluss von Dachoberlichtern auf den sommerlichen Wärmeschutz