

Wolfgang Cornelius



F. Aumüller/digitalstock

TAGESLICHT ist allorten eine preiswerte und (meistens) Gemütlichkeit verbreitende Möglichkeit der Beleuchtung.

## Effiziente Alternative

Mit Dachoberlichtern können selbst tiefe Räume und große Hallen wirtschaftlich beleuchtet werden

Ein Kostenvergleich zeigt, dass Tageslicht als Beleuchtungsquelle eine wirtschaftliche Alternative zum Kunstlicht ist. Insbesondere durch den Einbau von Dachoberlichtern, also zum Beispiel von Lichtkuppeln oder Lichtbändern, können, wie nachfolgend zu lesen ist, mit Tageslicht selbst tiefe Räume und große Hallen auf recht kostengünstige Weise beleuchtet werden. Für solche Planungen bietet der Fachverband Tageslicht und Rauchschutz, aus dessen Geschäftsstelle der folgende Beitrag über dieses Thema übrigens stammt, außerdem ausführliche Planungshilfen an.

In den meisten Gebäuden kann Tageslicht die Beleuchtung tagsüber ganz oder teilweise übernehmen, wenn die entsprechenden baulichen Einrichtungen wie Fenster, Dachoberlichter und Lichtschächte zur Verfügung stehen. Tageslicht weist 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 Lux. Wird nur ein Teil davon zur Beleuchtung genutzt, lassen sich weit höhere Beleuchtungsstärken erzielen als die 100 bis 1.000 Lux, die mit den üblichen Arbeitsplatzleuchten erreichbar sind. Außerdem ist die Beleuchtung mit Tageslicht störunanfällig, betriebssicher und zuverlässig.

### Tageslichtbeleuchtung 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 entsprechenden jährlichen Kosten für die Beleuchtung mit einem Fenster um siebzig Prozent und mit einer Lichtkuppel im Dach sogar um neunzig Prozent niedriger. Dagegen sind die Kosten für die Beleuchtung durch eine Glühlampe mit vergleichbarer Lichtausbeute um 330 Prozent, für eine Stehlampe mit Leuchtstoffröhre um zwanzig Prozent und für eine Leuchte mit solarbetriebener LED um 430 Prozent höher im Vergleich zu einer Deckenlampe mit Standard-Leuchtstoffröhre (Abb. 1). Die Studie zeigt auch, dass die Beleuchtungskosten durch Tageslichtnutzung erheblich verringert werden können. Es lohnt sich daher, so viel Tageslicht wie möglich gezielt zur Beleuchtung einzusetzen.

### Grundlagen der Tageslichtplanung

Die wichtigsten Normen zur Planung von Beleuchtung mit Tageslicht sind die DIN-Normreihe 5034 (Tageslicht in Innenräumen), die für Wohn- und Arbeitsräume gilt, und die DIN EN 12464-1 (Licht und Beleuchtung, Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen) (Abb. 2). Einen ersten Überblick, wie Arbeitsstätten mit Kunstlicht unter Einbeziehung des Tageslichts zu beleuchten sind, bietet die von den Berufsgenossenschaften herausgegebene zweiteilige BG-Regel 131 (Natürliche und



### Wolfgang Cornelius

Dipl.-Ing.; Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen; seit Ende 2000 Referent beim Fachverband Tageslicht und Rauchschutz in Detmold; Mitglied mehrerer CEN- und DIN-Normausschüsse und mehrerer VDI-Richtlinienausschüsse



Abb. 1: Vergleich der Amortisationskosten

künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten). Die BG-Regel 131-1 ist eine Handlungshilfe für den Unternehmer, während sich die BG-Regel 131-2 (Leitfaden zur Planung und zum Betrieb der Beleuchtung) an Planer und Beleuchtungsfachleute richtet. Dieser Leitfaden steht unter [www.deutsches-ingenieurblatt.de](http://www.deutsches-ingenieurblatt.de) → DIB-WebInfos → Suchwort: Leitfaden\_Tageslicht.

DIB  
web  
info

Ausführungsbeispiele und Anwendungsbeschreibungen speziell zur optimalen Tageslichtbeleuchtung enthält die neue Broschüre BGI/GUV-I 7007 (Tageslicht am Arbeitsplatz). Diese und weitere Broschüren stehen zum Download auf der Homepage des Fachverbandes Tageslicht und Rauchschutz unter [www.fvlr.de](http://www.fvlr.de) zur Verfügung.

### Fenster oder Dachoberlichter?

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

Meter möglich, wenn von normal geschnittenen Räumen mit einem Breiten- zu Längenverhältnis von bis zu 1:2 ausgegangen wird.

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 wie Lichtkuppeln oder Lichtbänder an.

Der Vorteil von dachinstallierten Lichtkuppeln und Lichtbändern: Damit lassen sich auch Raumbereiche beleuchten, die bei größerer Raumtiefe vom Fensterlicht nicht

mehr erreicht werden. Sie nutzen das Zenitlicht, das dreimal so hell ist wie das Seitenlicht. Das Himmelslicht steht ihnen im Gegensatz zum Fensterlicht ganztägig zur Verfügung. Der Lichteinfall durch Dachoberlichter ist daher in der Regel um ein Fünffaches höher als über gleich große seitliche Fensterflächen. Durch Dachoberlichter kann das Tageslicht zudem unabhängig von der Fassaden- oder Wandausrichtung, der Bebauung und Bepflanzung sowie der Ausrichtung des Gebäudes einfallen. Das natürliche Licht von oben ist deshalb selbst an bedeckten Tagen morgens früher und abends länger nutzbar als das Licht durch Fenster. Geht man in mitteleuropäischen Breiten von Arbeitszeiten zwischen 7 und 18 Uhr aus, dann ist mit Dachoberlichtern zu 93 Prozent der Arbeitszeit Tageslicht vorhanden.

### Wirtschaftliche Dachoberlichter

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 von unserem Verband durchgeführte Amortisationsberechnung.

Als Beispielobjekt der Berechnung dient eine durchschnittliche Industriehalle (Länge = 40 m, Breite = 20 m, Höhe = 8 m Länge). In der Variante 1 wird die Halle ausschließ-

	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

Abb. 2 Auswahl üblicher Anforderungen an die Beleuchtungsstärke für verschiedene Nutzungen, abgeleitet aus DIN EN 12 464-1

lich mit Kunstlicht versorgt, in der Variante 2 besitzt die Halle eine Oberlichtfläche von etwa dreizehn Prozent. Dies bewirkt einen mittleren Tageslichtquotienten von vier Prozent, entsprechend einer horizontalen Beleuchtungsstärke  $E_n$  von zweihundert Lux. Der Tageslichtquotient bestimmt sich aus der Forderung der DIN 5034 Teil 1, wonach Arbeitsräume mit Oberlichtern auf der Nutzebene einen mittleren Tageslichtquotienten von  $D_m > vier$  Prozent aufweisen müssen. Für die Gesamtfläche aller Ober-

liegen bei rund 6.000 Euro. Die jährlichen Kosten für die Beleuchtung mit Oberlichtern liegen dagegen bei nur 1.800 Euro (bei einer installierten Leistung von 20 W/m<sup>2</sup>, Energiekosten von 0,13 Euro/kWh und Einschaltzeiten von etwa 30 Prozent. Dies führt zu einer Amortisationszeit von zwölf Jahren). (Abb. 3)

Die Anzahl, Ausführung und Anordnung der Lichtkuppeln und Lichtbänder auf der Dachfläche richtet sich einerseits nach architektonischen Gesichtspunkten, andererseits

im Fachverband Tageslicht und Rauchschutz zusammengeschlossenen sind, beraten Planer und Architekten umfassend bei der Projektierung von Dachoberlichtern zur Tageslichtversorgung.

Dabei können sie das effiziente Software-Planungstool *LightWorks* einsetzen, das ausschließlich den Mitgliedern des Fachverbandes Tageslicht und Rauchschutz zur Verfügung steht. Mit dieser Planungssoftware können die verschiedensten Konstellationen zur Anordnung der Dachoberlichter

	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

▲ Abb. 3: Tabelle Beleuchtung Industriehalle



► Abb. 4: Ausgabebildschirm der Lichtanimation des Fachverbandes Tageslicht und Rauchschutz (FVLR)

lichtöffnungen ergibt sich entsprechend den Forderungen der DIN 5034 eine Mindestgröße von etwa einhundert Quadratmeter. Für Anschaffung und Einbau der Standardlichtkuppeln kann ein Quadratmeterpreis von rund 400 Euro pro Quadratmeter zugrunde gelegt werden. Die Investitionskosten für Oberlichter mit einer Gesamtfläche von einhundert Quadratmetern betragen somit etwa 40.000 Euro. Die jährlichen Energiekosten für die künstliche Beleuchtung dieser Halle

nach den Bedürfnissen der Nutzer. Daher sollte die Lichttechnik bereits zu einem möglichst frühen Zeitpunkt des architektonischen Entwurfs geplant werden.

### Unterstützung bei der Tageslichtplanung

Qualifizierte Mitarbeiter der deutschen Hersteller von Lichtkuppeln, Lichtbändern sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, die

und der daraus resultierenden Beleuchtungssituationen durchgespielt und die sich daraus ergebenden Beleuchtungsniveaus auch grafisch differenziert dargestellt werden. Zudem lassen sich damit die für den Nachweis in DIN V 18 599-4 geforderten mittleren Tageslichtquotienten  $D$  für Gebäude mit Tageslichtöffnungen mit wenigen Eingaben schnell errechnen und dessen Verlauf über definierte Beleuchtungszonen visualisieren (Abb. 4).