

TAGES LICHT

KURZ GEFASST

Informationen für Architekten,
Planer und Errichter



EDITORIAL



Liebe Leserin, lieber Leser,

Tageslicht unterscheidet sich in vielen Eigenschaften von künstlichem Licht. So erzeugt die natürliche Lichtquelle Sonne Außenbeleuchtungsstärken zwischen etwa 3.000 lx an trüben Wintertagen und 100.000 lx an sonnigen Sommertagen künstliche Lichtquellen schaffen in der Regel nur eine Innenbeleuchtungsstärke zwischen 100 und 1.000 lx. Das Tageslicht verändert sich im Laufe des Tages und je nach Bewölkung – Kunstlicht ist statisch. Die Empfindlichkeit des menschlichen Auges ist an das umfassende Spektrum der sichtbaren Sonnenstrahlung angepasst, jedoch nicht an das selektive Linienspektrum von Leuchtstofflampen oder dem der LEDs. Tageslicht hat aufgrund seiner Zusammensetzung und Dynamik erwiesene Vorteile gegenüber Kunstlicht. Es unterstützt die Sehaufgabe und trägt entscheidend zum Wohlbefinden, zur Leistungssteigerung und zur Sicherheit am Arbeitsplatz bei.

Als Planer, Architekt oder Errichter entscheiden Sie, ob und wie die Vorteile des Tageslichts wahrgenommen und in der Beleuchtung von Innenräumen umgesetzt werden. Diese Broschüre gibt Ihnen dafür Informationen an die Hand. Sie enthält die wichtigsten Fakten zu den Eigenschaften und Qualitätsmerkmalen einer Tageslichtbeleuchtung. Kurz und knapp wird beschrieben, wie Arbeitsplätze wirkungsvoll mit Tageslicht durch Fenster und Dachoberlichter versorgt werden können und welche Materialien und Produkte es ermöglichen, Tageslicht je nach Nutzungsanforderung in verschiedensten Gebäudetypen gezielt einzusetzen.

Dipl.-Ing. Wolfgang Cornelius VDI, Löhne

Obmann der DIN-Fachnormenausschüsse
FNL 6 „Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht“ und
FNL 20 „Energetische Bewertung der Lichttechnik in Gebäuden“
Vorsitzender des Richtlinienausschusses VDI 6011
„Optimierung von Tageslicht und künstlicher Beleuchtung“

1.

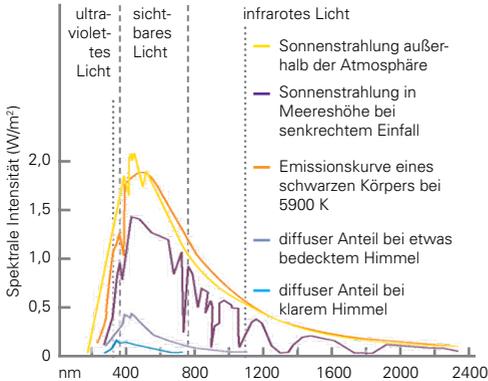
TAGESLICHT UND KUNSTLICHT

Tageslicht ist der sichtbare Teil der Strahlung der Sonne mit Wellenlängen von 380 bis 780 nm.

Wie unser Auge Licht unterschiedlicher Wellenlänge wahrnimmt, beschreibt die relative spektrale Empfindlichkeitsfunktion für das Tagessehen $V(\lambda)$ und für das nächtliche Sehen $V'(\lambda)$ (Diagramm 2). Das helladaptierte Auge ist für Licht im grün-gelben Bereich am empfindlichsten. Bei diesen Wellenlängen erreicht das sichtbare Spektrum der Sonnenstrahlung

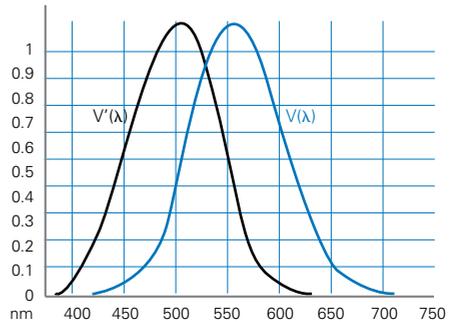
auf der Erdoberfläche seine größte Intensität (Diagramm 1). Das Spektrum künstlicher Lichtquellen ist dagegen oft diskontinuierlich (Linienspektrum) und besitzt andere Intensitätsmaxima als Sonnenlicht (Diagramm 3). Die Vorteile des Tageslichts lassen sich durch Kunstlicht nicht erreichen.

Diagramm 1



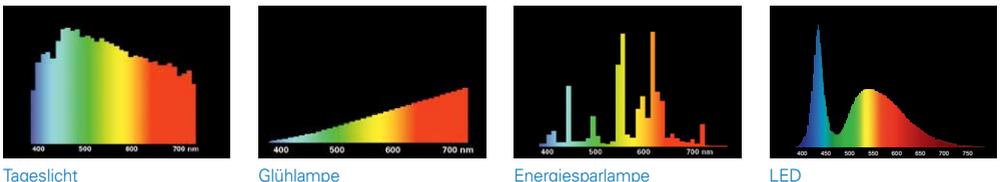
Beim Durchgang durch die Erdatmosphäre unterliegt die Sonnenstrahlung verschiedenen Streu- und Absorptionsprozessen, die das Strahlungsspektrum und die Intensität beeinflussen.

Diagramm 2



Relative spektrale Hellempfindlichkeitsgrade des menschlichen Auges für das Tagessehen (photopisches Sehen) $V(\lambda)$ und das nächtliche Sehen (skotopisches Sehen) $V'(\lambda)$.

Diagramm 3

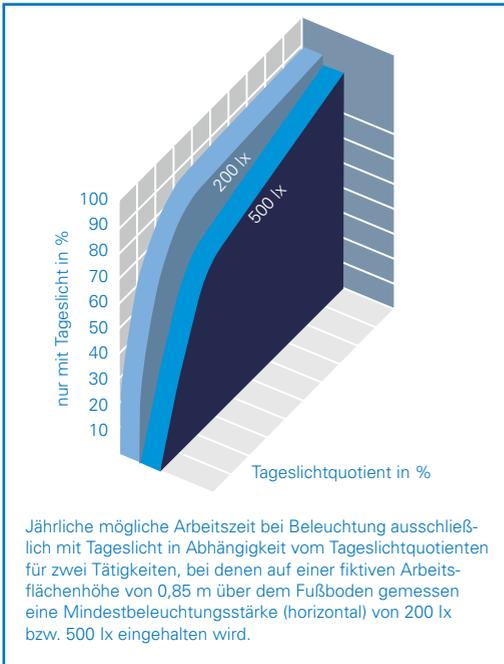


■ Vorteile der Beleuchtung mit Tageslicht

Allgemeine Gütekriterien für die Beleuchtung mit Kunstlicht können auch auf die Beleuchtung mit Tageslicht angewendet werden. Darüber hinaus wirken sich die besonderen Eigenschaften von Tageslicht vorteilhaft auf die Nutzer aus:

■ Beleuchtungsstärke

Tageslicht erzielt hohe Beleuchtungsstärken ohne zu blenden. Aufgrund wechselnder äußerer Bedingungen variiert die Beleuchtungsstärke allerdings. Die folgende Grafik zeigt den durch Tageslicht erreichbaren Planungswert. Große Anteile der Arbeitszeit lassen sich auch ohne zusätzliches Kunstlicht abdecken.



■ Leuchtdichteverteilung

Diffuses Tageslicht führt zu einer harmonischen Verteilung der Leuchtdichte. Kunstlicht führt dagegen zu einer harmonischen Leuchtdichteverteilung mit lokalen Spitzenleuchtdichten.

■ Blendung

Psychologische Blendung durch direkte Einwirkung der Lichtquellen auf das Auge bzw. durch Reflexe auf anderen Objekten (Reflexblendung): Großflächige Tageslichtquellen (Fenster, Dachoberlichter) erzeugen wegen niedrigerer Leuchtdichte sehr viel weniger Reflexblendung als kleinflächige Lampen.

Physiologische Blendung: In der Regel besteht bei Tageslichtbeleuchtung eine höhere Toleranz gegen Blendung als bei künstlicher Beleuchtung. Der Grund: Fenster und Dachoberlichter als Quellen der Blendung vermitteln dem Gebäudenutzer zusätzlich wichtige bewusst und unbewusst wahrgenommene Informationen.

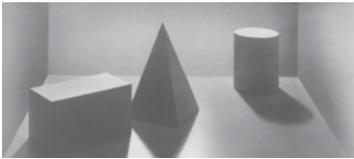
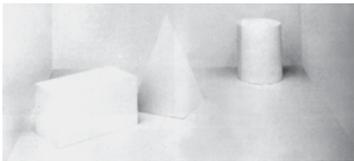


■ Lichtrichtung und Körperwiedergabe

Die Körperwiedergabe (auch Schattigkeit genannt) umschreibt alle Eigenschaften der Beleuchtung, die die Wiedergabe von räumlichen Objekten (z. B. Gesichtern) beeinflussen (Bilder siehe rechts). Bewertung der Körperwiedergabe durch das Verhältnis vom Lichteinfall in der horizontalen zur vertikalen Ebene. Bei einer Tageslichtbeleuchtung mit Dachoberlichtern ist mit guten Verhältnissen bezüglich der Schattigkeit zu rechnen. In Räumen mit Fenstern auf zwei Seiten ist die Körperwiedergabe in der Regel günstig. Bei einseitigen Fenstern hängt sie stark von der Blickrichtung ab.

■ Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Die Lichtfarbe des Tageslichts variiert. Dies wird nicht als störend, sondern eher als angenehm empfunden. Die Farbwiedergabe des Tageslichts ist sehr gut und wird nur von wenigen künstlichen Lichtquellen näherungsweise erreicht.



Erscheinungsbilder von räumlichen Objekten bei unterschiedlicher Schattigkeit. Wenig gerichtetes Licht (links oben) bringt die Räumlichkeit und die Gegenstände nicht zur Geltung, bei optimaler Schattigkeit (rechts oben) erkennt man die räumlichen Strukturen gut, während eine zu stark gerichtete Beleuchtung (links unten) zu harte Schatten erzeugt. Bei gezielter Anstrahlung eines Objekts wird dieses besonders hervorgehoben (rechts unten).

■ Begrenzung der Lichtwelligkeit

Keine Welligkeit des Tageslichts – im Gegensatz zu künstlicher Beleuchtung z. B. mit Leuchtstofflampen.

■ Spiegelungen auf dem Bildschirm

Spiegelungen von Himmelslicht wirken sich aufgrund geringerer Leuchtdichten weit weniger negativ aus als bei künstlicher Beleuchtung.

■ Tageslicht und Gesundheit

Der Mensch ist körperlich, seelisch und geistig an das Tageslicht angepasst. Rund 80 Prozent aller Sinneseindrücke werden über das Licht vermittelt.

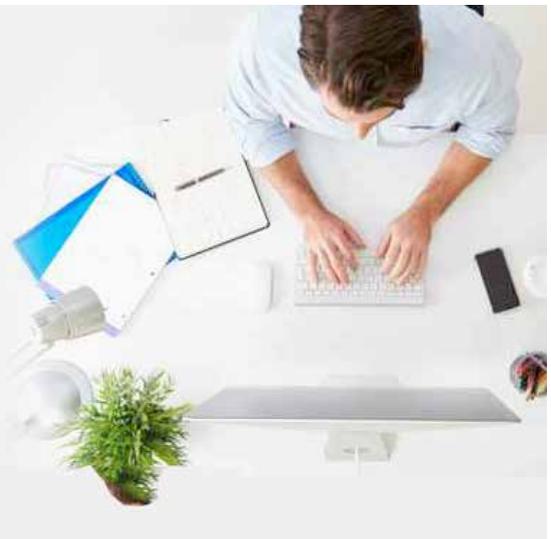
Viele lebenswichtige Körperfunktionen laufen nur dann optimal ab, wenn über Auge oder Haut eine bestimmte Dosis an Tageslicht aufgenommen wurde. Ein Mangel an Tageslicht im Alltag verursacht Störungen im Stoffwechsel, der Hormonregulation und verschiedener vegetativer Vorgänge – z. B. Winterdepression (Seasonal Affective Disorder), Sick Building Syndrom.

VORTEILE DES TAGESLICHTS

- weniger anstrengendes Sehen
- besseres räumliches Sehen
- besonders gute Farbwiedergabe
- weniger Müdigkeit der Augen, weniger Reizung

Wissenschaftliche Untersuchungen belegen, dass das Tageslicht bei Menschen ...

- die Blut-Zusammensetzung positiv beeinflusst,
- die Melatoninproduktion (Schlafhormon) unterdrückt
- die „Gute-Laune-Hormone“ wie Serotonin und Noradrenalin zum Zuge kommen lässt,
- positiv den Wasserhaushalt verändert,
- positiv septische Krankheiten beeinflusst,
- positiv Hals-Nasen-Ohren-Krankheiten beeinflusst,
- die Vitamin A- und D-Synthese ermöglicht,
- den Stoffwechsel reguliert,
- positiv die Aktivität der Nebennierenrinde beeinflusst,
- positiv Hautkrankheiten wie Akne oder Schuppenflechte beeinflusst,
- die Abwehrkräfte verbessert,
- den Schlaf-/Wachrhythmus steuert,
- Unfallgefahren verringert und
- die Leistungsfähigkeit und Lernfähigkeit steigert.



2.

QUALITÄT DER TAGESLICHTBELEUCHTUNG

Eine „Sichtverbindung nach außen“ ist unverzichtbar. Für die Gesundheit und die Sicherheit am Arbeitsplatz sind die speziellen Eigenschaften des einfallenden Tageslichts von besonderer Bedeutung.

Informationsgehalt

Das Tageslicht überträgt Informationen, die der menschliche Körper für seine Regulation benötigt, z. B. für die Anpassung an den 24-Stunden-Rhythmus des Tages und über die Außenwelt wie Wetter, Jahreszeit oder farbliches Erscheinungsbild.

Dynamik

Wichtige Informationen vermittelt Tageslicht durch tageszeitliche Veränderungen von Merkmalen wie Lichtfarbe, Farbwiedergabe, Lichteinfallrichtung (Veränderung der Leuchtdichtemuster im Raum) oder die Lichtintensität (Beleuchtungsstärke).

Vertikalbeleuchtungsstärke

Der Strahlungseinfall in das menschliche Auge ist bei künstlicher Beleuchtung gering. Ein Beispiel:

Bei normgerechter Kunstlichtanlage in einem Büroraum beträgt die am Auge gemessene Vertikalbeleuchtungsstärke nur ca. 170 lx (1/3 der geplanten Horizontalbeleuchtungsstärke von 500 lx). Tageslicht erzeugt Vertikalbeleuchtungsstärken, die um den Faktor 10 höher liegen können als bei künstlicher Beleuchtung, wenn in Fensternähe gearbeitet wird.

Unverfälschtes Spektrum des Tageslichts

Bestimmte Fenstergläser, z.B. beschichtete Gläser mit niedrigen U-Werten, filtern Teile der UV-Strahlung und des Lichts im blauen Bereich aus, die aber für die Gesundheit unverzichtbar sind. Um alle Vorteile des Tageslichts nutzen zu können, sollten möglichst farbneutrale Verglasungsmaterialien mit höheren Transmissionsgraden eingesetzt werden.



Im Unterschied zu farbneutralen Gläsern (links) filtern Sonnenschutzgläser aus selektiven Materialien (rechts) bestimmte Spektralbereiche der sichtbaren Sonnenstrahlung aus und verfälschen dadurch die natürliche Farbe und Erkennbarkeit von Gegenständen (Mitte).

VORTEILE DER BELEUCHTUNG MIT DACHOBERLICHTERN

3.

Generell ist für Arbeitsstätten die Tageslichtversorgung dann als ausreichend anzusehen, wenn sowohl die positiven Wirkungen (Erhaltung der Gesundheit und Erhöhung der Leistungsbereitschaft) als auch die notwendigen Beleuchtungsstärken erzielt werden.

An über 85 Prozent aller Tage steht in Deutschland von etwa 8 bis 17 Uhr genügend Tageslicht zur Verfügung. Durch ausreichend große Öffnungen in der Wand (Fenster) oder im Dach (Dachoberlichter) kann es in den Raum geleitet werden. Richtwerte für die Beleuchtungsstärke bei verschiedenen Nutzungen sind rechts angegeben. Sie gelten sowohl für Tageslicht als auch für Kunstlichtbeleuchtung.

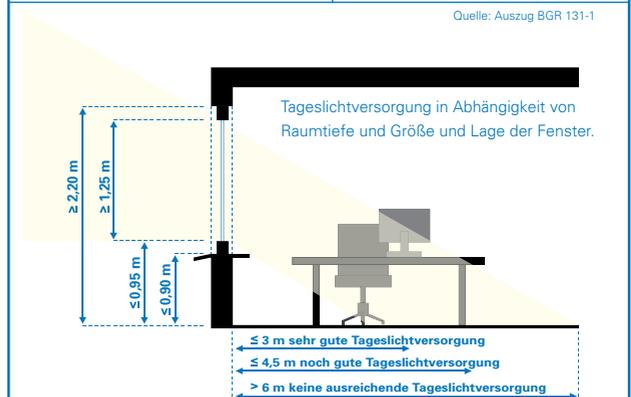
Tageslicht durch Fenster

Eine Möglichkeit der Beleuchtung von Arbeitsplätzen mit Tageslicht besteht in Wandöffnungen:

- bis zu einer Raumtiefe von 4,5 m bei normal geschnittenen Räumen (Verhältnis Länge zu Tiefe bei ca. 2:1) mit normal hohen Fenstern, wenn die Fensterbreite etwa der Raumbreite entspricht.

Arbeitsbereiche	Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke	
	Arbeitsbereich	Umgebungsbereich
Arbeitsbereiche, in denen Beschäftigte sich regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder im Verlauf der täglichen Arbeitszeit nicht nur kurzfristig aufhalten.	300 lx	300 lx
Arbeitsbereiche, in denen aus sehphysiologischen oder produktionsbezogenen Erfordernissen Werte ab 500 lx erforderlich sind, z.B. Büroarbeitsplätze, Laboratorien oder alle Arbeitsbereiche mit besonderen Gefährdungen, z.B. Arbeiten mit Kreissägen.	500 lx	300 lx
Arbeitsbereiche, in denen Mitarbeiter sich nicht regelmäßig oder nur kurzfristig aufhalten, z.B. für Tätigkeiten im Lager.	200 lx	200 lx
Sonstige Bereiche		
Verkehrsflächen und Flure		100 lx
Fahrwege mit Personenverkehr		150 lx
Anlagen mit gelegentlichen manuellen Eingriffen		150 lx
Lagerflächen		100 lx
Pausenräume		100 lx

Quelle: Auszug BGR 131-1



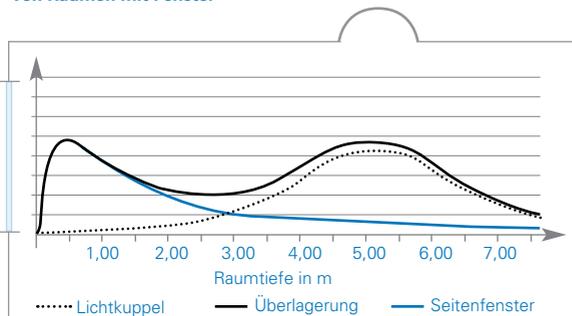
Der Vorteil von entsprechend angeordneten, klar durchsichtig ver-
glasten Wandöffnungen liegt darin, dass sie eine Sichtverbindung
zur Außenwelt schaffen. Bei Arbeits-, Pausen-, Bereitschafts-,
Liege- und Sanitätsräumen wird empfohlen, eine Mindestgröße
gemäß den Vorgaben der DIN 5034 sicherzustellen. Verschiedene,
durch die Architektur und die Umgebung gegebene Faktoren beein-
flussen die Beleuchtung der Räume mit Tageslicht (siehe unten).

Einflussfaktoren	erhöht die Lichtmenge	verringert die Lichtmenge
äußere Bebauung	keine vorhanden größerer Abstand geringere Höhe helle Oberflächen	vorhanden geringerer Abstand größere Höhe dunkle Oberflächen
äußere Bepflanzung	keine geringer Abstand	größere Pflanzen größerer Abstand
Wirkungsbereich des Himmelslichtes	keine äußere Kragplatte (z.B. Balkon) über dem Fenster hohe Sturzunterkante oder geringe Brüstungs- höhe des Fensters	äußere Kragplatte über dem Fenster Fenster zurückgesetzt niedrige Sturzunterkante oder hohe Brüstungshöhe des Fensters
Lichtdurchlass	unbeschichtete Verglasung keine Sprossen schlanke Profile guter Reinigungs- zustand keine Vorhänge	stark beschichtet (Sonnenschutzverglasung) starke Versprossung breite Profile schlechter Reinigungs- zustand lichtdichte Vorhänge
Innenraum- gestaltung	helle Oberflächen (Wand, Decke, Boden, Einrichtung)	dunkle Oberflächen

Tageslicht durch Dachoberlichter

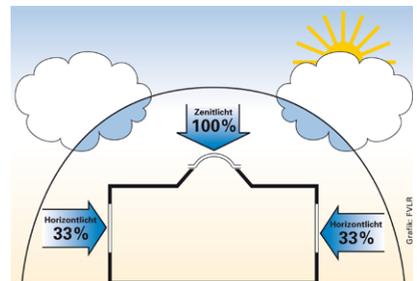
Die Leuchtdichte des Außenlichts fällt
bei gleichmäßig bedecktem Himmel vom
höchsten Punkt, dem Zenit, bis zum Hori-
zont steil ab. Am Horizont selbst erreicht
das Himmelslicht noch ganze 33 %, also
1/3 der Helligkeit vom Zenitlicht. Diese
Eigenschaft ist jahreszeitunabhängig
(siehe unten). Dachoberlichter nutzen im
Gegensatz zu Fenstern auch das helle
Zenitlicht. Die Berechnung der Hori-
zontalbeleuchtungsstärke an einem üblichen
Schreibtischarbeitsplatz zeigt: Ein Ar-
beitsplatz, der vom Seitenfenster ebenso
weit entfernt ist wie vom Oberlicht darü-
ber, benötigt für die selbe Beleuchtungs-
stärke ein Seitenfenster, das fünfeinhalb
malso groß ist wie das Oberlicht. Mit Dach-
oberlichtern lässt sich eine gleichmäßige
Raumausleuchtung mit Tageslicht errei-
chen – unabhängig vom Abstand von der
Außenwand oder von einer architekto-
nischen Fassadengestaltung. Eine opti-
male Ausleuchtung ergibt sich oft durch
die Kombination von Wandöffnungen mit
Dachoberlichtern (siehe unten links).

Einflussfaktoren und ihre Wirkung bei der Beleuchtung von Räumen mit Fenster



Qualitativer Verlauf der horizontalen Beleuchtungsstärke bei Räumen
mit größerer Tiefe, wenn diese über Seitenfenster und ergänzend über
Dachoberlichter beleuchtet werden.

Mehr Licht von oben



Die durch Seitenfenster nutzbare Leuchtdichte
beträgt nur rund 1/3 der Leuchtdichte im Zenit.

Anzahl und Fläche von Dachoberlichtern

Die Mindestanzahl der Einzeldachöffnungen kann für übliche Nutzungen (z. B. handwerkliche Arbeiten, Leseaufgaben) auch ohne exakte Projektierung aus folgender Tabelle bestimmt werden.

Raumhöhe	mind. 1 Dachöffnung pro
bis 4 m	30 m ² Grundfläche
bis 6 m	50 m ² Grundfläche
bis 8 m	80 m ² Grundfläche
über 8 m	100 m ² Grundfläche

Bestimmung der Mindestanzahl von Dachöffnungen

Für Arbeitsplätze im Innenbereich mit Anforderungen zwischen 300 und 500 lx reicht in der Regel eine Dachoberlichtfläche (Rohbauöffnung ohne Rahmenanteile) von 15 bis 20% der vorhandenen Raumgrundfläche aus.

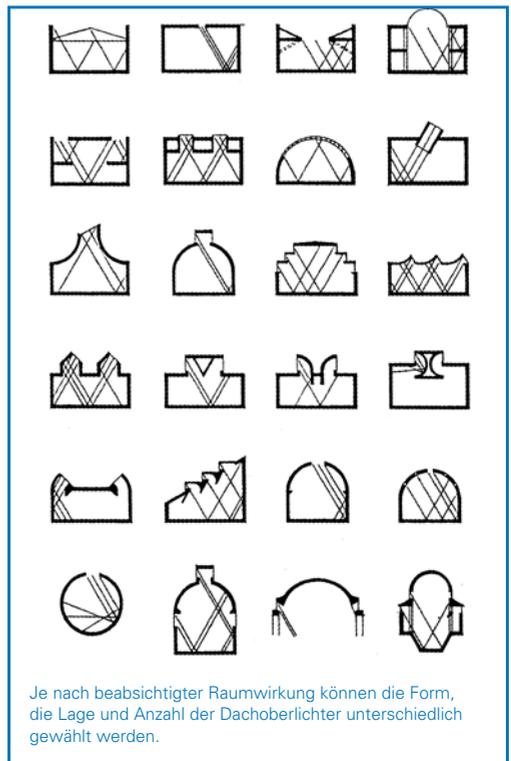
Zur Tageslichtausleuchtung von Arbeitsräumen für bestimmte Nutzungen sind mindestens folgende Dachoberlichtflächenanteile anzusetzen:

- 1/10 z. B. für Verkehrsflächen
- 1/7 z. B. für Kantinen und Waschräume
- 1/6 z. B. für grobe Produktionsarbeiten
- 1/5 z. B. für feine Produktionsarbeiten

Mehrfachnutzen von Dachoberlichtern

■ Beleuchtung

Mit Dachoberlichtern wie Lichtkuppeln oder Lichtbändern können Innenräume besonders gleichmäßig und hell mit Tageslicht beleuchtet werden. Je nach Lage, Einzelgröße und Anzahl der Dachoberlichter wirkt das einfallende Tageslicht unterschiedlich auf den Innenraum. Dadurch eignen sich Dachoberlichter gerade auch zur Beleuchtung von speziell genutzten Innenräumen.



■ Lüftung

Dachoberlichter mit Lüftungssystemen leiten infolge ihrer hohen Einbaulage im Dachbereich verbrauchte Luft ins Freie und sorgen für angenehme Frischluft. Dies funktioniert ohne aufwändige Regeltechnik allein durch den thermischen Auftrieb. Einmal installiert, verursacht das Lüftungssystem nahezu keine Kosten mehr, denn es arbeitet weitgehend energie- und wartungsfrei.

■ Brandschutz

Entsprechend ausgerüstete Dachoberlichter dienen als Rauch- und Wärmeabzugsgeräte. Im Brandfall führen sie in Verbindung mit aktivierten Zuluftöffnungen Hitze und gefährliche Brandgase unverzüglich aus dem Gebäude ab und schaffen so eine raucharme Schicht im unteren Bereich. Die raucharme Schicht ermöglicht die Selbst- und Fremdreteung der Personen, die sich im Gebäude aufhalten. Außerdem kann die Feuerwehr den Brandherd schneller orten und wirksamer bekämpfen.

Wirtschaftlichkeit von Dachoberlichtern

Die Nutzung von Tageslicht zur Beleuchtung von Innenräumen senkt die Energiekosten. Eingespart werden Kosten z.B. für

- elektrische Energie zum Betrieb von Kunstlicht,
- Verschleiß und Wartung der künstlichen
- Beleuchtung,
- den Betrieb von maschinellen Lüftungsanlagen,
- zusätzliche Geräte zur Entrauchung im Brandfall,
- Heizung durch den Wärmeeintrag über Dachoberlichter (Solareffekte).

Tageslicht erhöht darüber hinaus die Produktivität durch

- positive Auswirkungen auf die Gesundheit der Mitarbeiter,
- Verringerung der krankheitsbedingten Fehltage,
- Steigerung der Leistungs- und Lernfähigkeit der Mitarbeiter,
- Steigerung der Motivation der Mitarbeiter,
- günstigere Sehbedingungen,
- Verringerung der Unfallhäufigkeit und
- Verringerung der Fehlerquote.

Anzustreben ist aus ökonomischer und physiologischer Sicht eine Tageslichtautonomie: Kunstlicht sollte möglichst nur in erforderlichem Maße und nur dort zugeschaltet werden, wo es das im Laufe des Tages nachlassende Tageslicht ergänzen soll. Preiswerte Steuerungen (Sensoren) können das Zuschalten des Kunstlichts automatisch regeln.

Beispiel für Kosteneinsparung durch Dachoberlichter

Angenommen, eine Halle hat eine Grundfläche von 800 m² und eine Höhe von 8 m. Beleuchtet wird sie entweder ausschließlich mit Kunstlicht (Variante 1) oder mit Dachoberlichtern (Variante 2).

Gesamtfläche aller Oberlichtöffnungen entsprechend DIN 5034 mindestens 101 m² (12,6 % der Gesamtdachfläche):

- Kosten für eine Lichtkuppel mit einem Außenmaß von 1,50 m x 1,50 m: 400 € Lieferung, 500 € Einbau (Auswechslung, Montage, Dacheindichtung)
- Investitionskosten für Oberlichter mit einer Gesamtfläche von 101 m² von rund 40.000 €

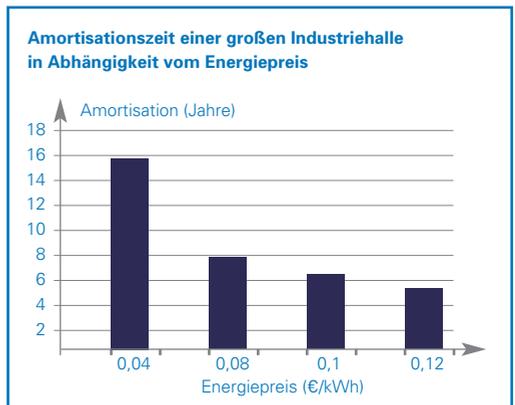
Bei einer installierten Leistung von 20 W/m², Energiekosten von 0,13 €/kWh (bzw. 0,20 €/kWh) und Einschaltzeiten von etwa 30 % betragen die

- jährlichen Energiekosten für die Beleuchtung dieser Halle rund 6.000 € (bzw. 9.150 €),
- mit Dachoberlichtern dagegen nur rund 1.800 € (bzw. 2.750 €).

Energiekosten für eine Industriehalle	Variante 1 ohne Oberlichter	Variante 2 mit Oberlichtern
Einschaltzeit Kunstlicht (h/a)	2.860	858
benötigte Beleuchtungsenergie (kWh/a)	45.760	13.728
jährliche Kosten (2/a)	5.949	1.785
Kosten für andere Energiekosten 0,20 €/kWh	9.152 €	2.746 €

Bei einem Kapitalzins von 6,5 %, einer Energiepreissteigerung von real 1,5 % pro Jahr und einer Inflationsrate von 2 % pro Jahr beläuft sich die Amortisationszeit auf zwölf Jahre. Sie liegt unter der normativen Nutzungszeit eines Fensters und weit unter der eines Gebäudes.

„Humane“ Faktoren der Tageslichtversorgung tragen zusätzlich zum wirtschaftlichen Betriebsergebnis bei: Eine Einsparung von 1 % infolge Leistungssteigerung bei umgerechneten Personalkosten von 5.000 €/m² Nutzfläche und Jahr (ein Angestellter, 50.000 €/a, 10 m² Arbeitsfläche) ergibt bereits Personalkostenreduzierungen von jährlich 50 €/m². Dadurch verkürzt sich die Amortisation auf etwa drei Jahre.



GESETZLICHE UND NORMATIVE VORGABEN FÜR ARBEITSSTÄTTEN



Nach der EU-Arbeitsstättenrichtlinie, den Leitlinien der International Labour Organization (ILO), der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A3.4 Beleuchtung wird Tageslicht bevorzugt

In der Musterbauordnung (MBO) aus dem Jahr 2002 ist festgelegt:

„§ 47 (2) Aufenthaltsräume müssen ausreichend belüftet und mit Tageslicht belichtet werden können. Sie müssen Fenster mit einem Rohbaumaß der Fensteröffnungen von mindestens 1/8 der Netto-Grundfläche des Raumes einschließlich der Netto-Grundfläche verglaster Vorbauten und Loggien haben.“ Nach der EU-Arbeitsstättenrichtlinie, den Leitlinien der International Labour Organization (ILO), der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A3.4 Beleuchtung ist Tageslicht bevorzugt einzusetzen.

Die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) aus dem Jahr 2004 gibt vor:

„3.4 Beleuchtung und Sichtverbindung

(1) Die Arbeitsstätten müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten und mit Einrichtungen für eine der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Beschäftigten angemessenen künstlichen Beleuchtung ausgestattet sein.“

Die Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A3.4 führt im Abschnitt 4.1 aus:

Ausreichendes Tageslicht

(1) Die Arbeitsstätten müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten. Eine Beleuchtung mit Tageslicht ist der Beleuchtung mit ausschließlich künstlichem Licht vorzuziehen. Helle Wände und Decken unterstützen die Nutzung des Tageslichts.

(2) Tageslicht kann durch Fenster, Dachoberlichter und lichtdurchlässige Bauteile in Gebäude gelangen, wobei Fenster zusätzlich eine Sichtverbindung nach außen ermöglichen. Eine gleichmäßige Lichtverteilung kann mit Dachoberlichtern erreicht werden, wenn der Abstand der Dachoberlichter voneinander nicht größer ist als die lichte Raumhöhe.

(3) Die Anforderung nach ausreichendem Tageslicht wird erfüllt, wenn in Arbeitsräumen

- am Arbeitsplatz ein Tageslichtquotient größer als
- 2 %, bei Dachoberlichtern größer als 4 % erreicht wird oder
- mindestens ein Verhältnis von lichtdurchlässiger Fenster-, Tür- oder Wandfläche bzw. Oberlichtfläche zur Raumgrundfläche von mindestens 1 : 10 (entspricht ca. 1 : 8 Rohbaumaße), eingehalten ist. Die Einrichtung fensternaher Arbeitsplätze ist zu bevorzugen.

Die Anforderungen gelten auch für Aufenthaltsbereiche in Pausenräumen.

Berufsgenossenschaftliche Informationen wie die (kommende) BGI 7007 enthalten Hinweise zur praktischen Ausführung.

Die wichtigsten Normen zur Planung von Beleuchtung mit Tageslicht sind die DIN 5034 „Tageslicht in Innenräumen“ sowie die DIN EN 12 464-1 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen“.

5.

PRODUKTBEISPIELE FÜR DACHOBERLICHTER

Die Mitglieder des FVLR bieten eine große Auswahl an Dachoberlichtern in Form von Lichtbändern und Einzeloberlichtern an.

Einzeloberlichter

Einzeloberlichter sind in Form von Lichtkuppeln, Pyramiden oder Doppelklappen erhältlich. Meist werden neben starren auch zu öffnende (lüftbare) Varianten angeboten. Lichtkuppeln besitzen eine bis mehrere Lichtkuppelschalen. Am gebräuchlichsten ist gegenwärtig die dreischalige Lichtkuppel. Bei erhöhten Anforderungen an den Wärmeschutz kommen drei- oder sogar vierschalige Lichtkuppeln oder Konstruktionen mit horizontalen Zwischenlagen, z. B. aus Isolierglas oder Stegmehrfachplatten, zum Einsatz. Für unbeheizte Räume können auch noch doppelschalige Lichtkuppeln verwendet werden. Mehrschalige Lichtkuppeln bestehen meist aus lichtstreuendem, opal eingefärbtem Acryl- oder Polycarbonat-Kunststoffglas. Der Lichtdurchlass im sichtbaren Spektrum liegt bei 60 bis 70 %. Die Einfärbung verhindert eine Blendung durch direkt einfallendes Sonnenlicht, gewölbte Formen reduzieren den Reinigungsaufwand (Selbstreinigung durch den Regen).



Verschiedene Formen von Oberlichtern (nach VDI-Richtlinie VDI 6011-2)

flache Bauform	gewölbte Bauform	gerichteter Lichteinfall	ungerichteter Lichteinfall
Wellplatte	Lichtkuppel	Nordlichtkuppel	Pyramidenlichtkuppel
ebenes Lichtband	gewölbtes Industrie-Lichtband (Dachlichtband)	Pultoberlicht	Satteloberlicht, gewölbtes Lichtband
ebene Lichtdachkonstruktion	Lichtdächer aus aneinandergereihten Lichtbändern	60°-Shed (Sägezahnshed)	Laterne mit geneigten Öffnungen
		90°-Shed (Senkrecht-Shed)	Dachlaterne mit senkrechten Öffnungen

Verschiedene Formen von Dachoberlichtern



Eine vielfach bewährte Lösung, um viel Tageslicht durch Dachöffnungen in die Gebäude zu leiten, besteht in einer Kombination aus großformatigen Lichtbändern (diese werden oberhalb der Längslinien der Hauptfertigung oder über Verkehrswegen installiert) und einzelnen Lichtkuppeln (für die Zwischenflächen).

Lichtbänder

Dachlichtbänder bestehen komplett aus gewölbten oder satteldachförmigen lichtdurchlässigen Elementen über dem gesamten Bereich der Dachöffnung. Sie werden meist beim Hersteller in individuellen Abmessungen in Einzelteilen vorproduziert und auf der Baustelle auf Aufkantungungen montiert. Besonders für die Beleuchtung von Verkehrswegen oder lang gestreckten Arbeitsplätzen sind Dachoberlichtbänder aus witterungsstabilem und schlagzähem Kunststoff eine technisch einfach im Dach zu integrierende Lösung. Wegen des geringen Eigengewichtes können sie auch leicht nachträglich eingebaut werden.

Shedlichtbänder sind meist 60° oder 90° geneigt. Sie bestehen aus einer – meist nach Norden ausgerichteten und daher praktisch blendfreien – lichtdurchlässigen Fläche und einem gegenüberliegenden lichtundurchlässigen Shedrücken.



Mit gewölbe- oder raupenförmigen Lichtbändern lassen sich auch große Spannweiten statisch sicher überbrücken. Es gibt sie in den vielfältigsten Abmessungen und Bauformen.



Ein gewölbtes Dachoberlichtband aus opal eingefärbten Polycarbonat-Stegdoppelplatten sorgt für gute Ausleuchtung des Verkehrsweges und ausreichende Beleuchtung der Lagerflächen.



Sattelförmige Lichtbänder haben lichtdurchlässige oder lichtundurchlässige Giebelflächen. Einzelne Segmente können auch als bewegliche Lüftungskappen ausgeführt werden.

6.

LICHT UND SCHATTEN

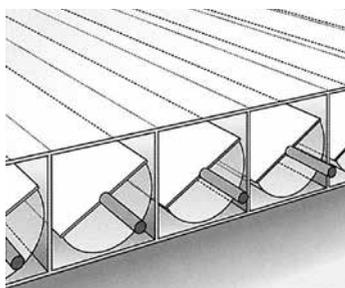
Fenster, Oberlichter und Glaswände müssen z. B. nach der Arbeitsstättenverordnung je nach Art der Arbeit und der Arbeitsstätte gegen übermäßige Sonneneinstrahlung abgeschirmt werden können.

Sonnenschutz an Seitenfenstern

Um der Blendung und der Raumerwärmung durch zu starke Sonneneinstrahlung vorzubeugen, sollten Seitenfenster mit Sonnenschutzvorrichtungen versehen sein. Die Verschattungssysteme sind vorzugsweise außen anzubringen, da im Raum angebrachte Vorrichtungen wegen des Treibhauseffekts kaum den Wärmeeintritt verhindern. Üblich ist es, oben vor der Fensteröffnung angebrachte Kragarme mit starren, zum Teil auch mit beweglichen Lamellen zu versehen oder senkrecht vor den Fenstern automatisch oder individuell steuerbare Lamellen oder Stoffrollos zu installieren.

Sonnenschutz an Oberlichtern

Bei Lichtkuppeln und Lichtbändern ist Sonnenschutz erforderlich, um vor allem bei hoch stehender Sonne im Sommer eine Blendung der Nutzer und die Aufheizung der betroffenen Räume zu vermeiden. Er sollte möglichst auf der Außenseite der Oberlichter angebracht sein, damit diese sich nicht selbst aufheizen und Wärme in den Innenraum abgeben. Zu beachten sind mögliche Auswirkungen des Sonnenschutzes auf weitere Funktionen der Dachoberlichter, wie freie Lüftung sowie Rauch- und Wärmeabzug. Durch Vorrangschaltungen der Funktionssysteme lassen sich Konfliktsituationen verhindern.



In das Lichtbandensystem sind halbkreisförmige schwenkbare Lamellen eingebettet, deren drehbare Lamellenkörper an der abgeflachten Seite lichtundurchlässig sind.

Als Sonnenschutz eingesetzt werden neben allen Arten von Jalousien auch horizontal bewegliche Rollos, Baldachine und abnehmbare Sonnensegel sowie andere im Lichtband integrierte Blendschutz- und Sonnenschutzmaßnahmen. Schutz bieten auch spezielle Lochbleche, die in geringem Abstand über ebenen oder gleichmäßig gekrümmten Lichtkuppeln und -bändern montiert werden. Die Bleche schützen zusätzlich gegen Hagel, Durchsturz von Personen und im Brandfall gegen Flugfeuer und strahlende Wärme.

Blendschutzraster aus diffus reflektierenden Materialien, die am unteren Rand des Lichtschachts auf Deckenhöhe montiert sind, lassen sich hervorragend in die Innenausstattung integrieren.



Ein außen aufgesetztes System reduziert den Wärmedurchgang, verbessert die Lichtstreuung und sichert die Verglasung gegen Hagel.

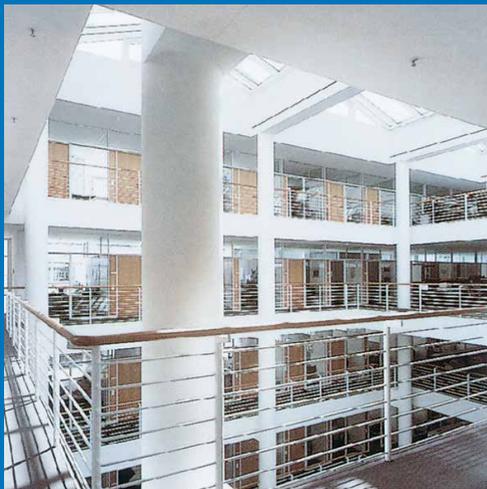
Selektive Verglasungen

Selektive Verglasungen schützen vor Einstrahlungen aus dem wärmeintensiven infraroten Teil des Sonnenlichtspektrums. Oberlichtgläser werden dazu oft komplett mit Perlglanzpigmenten eingefärbt. Farblose lasergeschlitzte Platten blenden durch Totalreflexion die sommerliche Sonnenstrahlung aus. Hauptanwendungen sind großflächige Verglasungen klimatisierter Gebäude wie zum Beispiel Einkaufszentren. Die sommerlichen Kühllasten können damit deutlich reduziert werden.

Abgleich zwischen außen und innen

Bei jalousieartigen Sonnenschutzsystemen sollte ein Abgleich zwischen Außenbedingungen wie Helligkeit, Sonnenstand und Fassadenausrichtung mit den energetischen und tageslichttechnischen Anforderungen im Gebäudeinneren erfolgen. Er wird weitgehend durch die Einstellung des Öffnungswinkels der Lamellen realisiert. Eine dynamische Lamelleneinstellung, bei der die Lamellen dem Sonnenstand automatisch durch maschinellen Antrieb nachgeführt werden, optimiert Sonnenschutz und Tageslichteintrag für jede Tages- und Jahreszeit.





Herausgeber:

FVLR

Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V.

Ernst-Hilker-Straße 2

32758 Detmold

Telefon 0 52 31 3 09 59-0

Telefax 0 52 31 3 09 59-29

www.fvlr.de, info@fvlr.de

REDAKTION UND GESTALTUNG:

KOOB Agentur für Public Relations GmbH (GPRA)

Solinger Straße 13, 45481 Mülheim an der Ruhr

Telefon 02 08 46 96-0

Telefax 02 08 46 96-300

www.koob-pr.com, FVLR@koob-pr.com

