

Tageslicht am Arbeitsplatz



Inhalt

Vorwort

Tageslicht am Arbeitsplatz

Tageslicht gezielt nutzen

Tageslichteintrag durch Fenster

Taghell mit Dachoberlichtern

Tageslichtnutzung in der Praxis





Tageslicht am Arbeitsplatz

■ Natürliches Tageslicht gewinnt auch im Industriebereich wieder zunehmend an Bedeutung. Über Dachoberlichter wurden schon im ver-

gangenen Jahrhundert große Teile von Industriehallen mit Tageslicht versorgt. Die Ausrichtung nach Norden der in den Anfängen meist klassischen Shedfenster führte zu einer guten Ausleuchtung der Halle mit verminderter Blendung und Wärmestrahlung. Damit konnte die Verwendung des Kunstlichts im Deckenbereich am Tage weitestgehend reduziert werden. Hingegen kann bei Schichtbetrieben nicht auf das Kunstlicht verzichtet werden. Mit heutigen modernen, flach gewölbten Lichtkuppeln und Lichtbändern konnte man die Wirtschaftlichkeit der Aufwendungen für Beleuchtung wesentlich verbessern. Um einen richtigen Schritt zur Verbesserung der Gesundheit bzw. Gesunderhaltung der Mitarbeiter zu tun, ist es wichtig, auch die Einflüsse des Lichts auf den Organismus mit einzubeziehen. Die Qualität und Menge des Lichts ist von entscheidender Bedeutung für die sichere Arbeit und die Gesundheit des Menschen. Tageslicht hat eine andere Qualität als künstliches Licht und sollte, soweit möglich, bevorzugt eingesetzt werden. Tageslicht beeinflusst auch den Biorhythmus des Menschen positiv. Vor diesem Hintergrund sind Aspekte der Gesundheit und Unfallverhütung, aber auch wirtschaftliche Gesichtspunkte hinsichtlich Energieeffizienz, des Wartungsaufwands sowie der Lebensdauer zu bewerten. Die speziellen Eigenschaften von Tageslicht sind bei der Planung und Ausführung der Beleuchtungsanlage zu berücksichtigen.

Diese Informationsschrift stellt eine leicht verständliche Handlungsanleitung zur Abschätzung und Lösung einfacher lichttechnischer Aufgaben dar. Sie hilft, dass das Tageslicht wieder attraktiver wird für die Neugestaltung von Gebäuden, insbesondere im Industriebereich und an Arbeitsplätzen.

Dipl.-Ing. Matthias Strutz

Elektro Energieversorgung Planung Volkswagen AG

Mitarbeit im Arbeitskreis Beleuchtung, Licht und Farbe der Berufsgenossenschaft

Tageslicht am Arbeitsplatz

■ Bei der Beleuchtung von Arbeitsplätzen kommt es nicht nur darauf an, für eine der jeweiligen Sehaufgabe angepasste Beleuchtungsstärke zu sorgen. Entscheidend ist auch, ob mit natürlichem Tageslicht oder mit Kunstlicht beleuchtet wird. Tageslicht hat aufgrund seiner spektralen Zusammensetzung und seiner Dynamik andere Eigenschaften als Licht aus künstlichen Lichtquellen. Es weist Qualitätsmerkmale auf, die in ihrer Gesamtheit durch künstliche Beleuchtung kaum oder nur mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand erreichbar sind.

Zudem ist der Mensch entwicklungsgeschichtlich an das Tageslicht angepasst. Natürliches Licht hat somit Funktionen, die über die Erfüllung der Sehaufgabe hinausgehen. So versorgt das über das Auge einfallende Tageslicht den Körper mit Informationen, die er beispielsweise zur Regulation des Hormonhaushalts, zur Synchronisation der inneren Uhr (der so genannten circadianen Rhythmen wie z. B. Schlaf-Wach-Rhythmus oder Rhythmus der Jahreszeiten) und als Auslöser für lebenswichtige physiologische Abläufe benötigt. Mangelt es dagegen über einen längeren Zeitraum an Tageslicht, treten physische und psychische Störungen auf wie Kopfschmerzen und Depressionen bis hin zu schweren gesundheitlichen Schäden.

Über die gesundheitlichen Wirkungen des Lichts hinaus ist bekannt, dass es das Unfallgeschehen beeinflusst. Durch Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass sich Licht in starkem Maße auf die Verhaltensweise des arbeitenden Menschen auswirkt, insbesondere auf seine Konzentrationsfähigkeit und sein Reaktionsvermögen. Gutes Licht an den Arbeitsplätzen ist daher unabdingbar für die Arbeitssicherheit. Da das Tageslicht die physische und psychische Verfassung des Menschen und seine Leistungsfähigkeit positiv beeinflusst, wird in der BG-Regel 131 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ Teil 2 ausdrücklich gefordert: „Deshalb ist eine ausreichende Beleuchtung mit Tageslicht am Arbeitsplatz anzustreben und der Beleuchtung ausschließlich mit künstlichem Licht vorzuziehen.“ Die entsprechenden berufsgenossenschaftlichen Informationen wie die kommende BGI 7007 enthalten Hinweise zur praktischen Ausführung.

Richtlinien und gesetzliche Vorgaben zur Beleuchtung von Arbeitsstätten

Da Tageslicht eine bessere Qualität als künstliches Licht hat, sollte es auch nach der EU-Arbeitsstättenrichtlinie, den Leitlinien der International Labour Organization (ILO) und der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) bevorzugt eingesetzt werden. So gibt die Arbeitsstättenverordnung aus dem Jahr 2004 dem Tageslicht grundsätzlich Vorrang bei der Arbeitsstätten- bzw. Arbeitsplatzbeleuchtung:

„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.“

In der Musterbauordnung (MBO) aus dem Jahr 2002, die in die jeweils gültigen Landesbauordnungen (LBO) umgesetzt wird, 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 Raums einschließlich der Netto-Grundfläche verglaster Vorbauten und Loggien haben.“

Die wichtigsten Normen zur Planung von Beleuchtung mit Tageslicht sind die DIN-Normreihe 5034 „Tageslicht in Innenräumen“ sowie die DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“.

Wie viel Tageslicht ist nötig?

Bisher hat der Gesetzgeber quantitativ nicht festgelegt, wie groß der Anteil des Tageslichts an der Beleuchtung von Arbeitsstätten sein muss. Für den Wohnungsbau fordern einige Landesbauordnungen eine Mindestfensterfläche (Rohbauöffnung) von 1/8 der Raumgrundfläche (siehe oben). Derart ausgestattete Räume wirken zwar am Tage nicht dunkel. Doch ist damit allein noch nicht gewährleistet, dass beispielsweise eine Sehaufgabe mit einer definierten Beleuchtungsstärke an einem bestimmten Arbeitsplatz auch ausgeführt werden kann. Zudem

lassen sich die positiven Wirkungen des Tageslichts nicht immer allein in messbaren Größen ausdrücken. Generell ist daher für Arbeitsstätten die Tageslichtversorgung dann als ausreichend anzusehen, wenn durch das Tageslicht positive Wirkungen wie die Erhaltung der Gesundheit und Erhöhung der Leistungsbereitschaft erzielt werden.

Nach der BG-Regel 131 Teil 2 wird das erforderliche Beleuchtungsniveau mit natürlicher Beleuchtung beispielsweise erreicht, wenn das Verhältnis von lichtdurchlässiger Fenster-, Tür- oder Wandfläche bzw. Oberlichtfläche zur Raumgrundfläche mindestens 1:10 (entspricht ca. 1:8 Rohbaumaße), für höhere Anforderungen bis 1:5 beträgt. Diese Werte gelten bei der Beleuchtung durch Fenster-, Tür- oder Wandflächen nur für die üblichen Abmessungen der Räume (Verhältnis von Raumbreite zur Raumtiefe von bis zu 1:2) bis zu einer maximalen Raumtiefe von 6 m.

Richtwerte für die Beleuchtungsstärke bei verschiedenen Nutzungen sind in unten stehender Tabelle angegeben. Sie gelten sowohl für Tages- als auch Kunstlichtbeleuchtung. Wie groß Dachoberlichter oder Wandöffnungen sein müssen, um durch Tageslichteinfall diese Richtwerte zu erreichen, ist im Anhang dieser Publikation aufgelistet.

	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

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



Tageslicht gezielt nutzen

Die abnehmende Beleuchtungsstärke einer Beleuchtungsanlage während ihrer Betriebszeit aufgrund Alterung bzw. Verschmutzung muss bei der Planung mit einem höheren mittleren Beleuchtungsstärkewert berücksichtigt werden. Dieser Planungswert der Beleuchtungsstärke ergibt sich aus dem Wartungswert und einem vom Lichtplaner festzulegenden Wartungsfaktor. Der Wartungswert für Beleuchtungsstärken in Innenräumen bzw. für sonstige Bereiche ist in den unteren beiden Tabellen aufgeführt.

Arbeitsbereiche	Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke	
	Arbeitsbereich	Umgebungsbereich
Arbeitsbereiche, in denen Beschäftigte sich bei der von ihnen ausübenden Tätigkeit regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder im Verlauf der täglichen Arbeitszeit nicht nur kurzfristig aufhalten.	300 Lux*	300 Lux*
Arbeitsbereiche, in denen aus sehphysiologischen oder produktionsbezogenen Erfordernissen** Werte ab 500 Lux erforderlich sind, z. B. Büroarbeitsplätze, Laboratorien, Arbeitsplätze im Gesundheitswesen oder alle Arbeitsbereiche mit besonderen Gefährdungen, z. B. Arbeiten mit Kreissägen.	500 Lux*	300 Lux*
Arbeitsbereiche, in denen Mitarbeiter sich nicht regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder im Verlauf der täglichen Arbeitszeit nur kurzfristig aufhalten, z. B. für Tätigkeiten im Lager, und die keine besondere Gefährdungen aufweisen.	200 Lux*	200 Lux*

* Der Wartungswert der Beleuchtungsstärke von 300 Lux wird aus sicherheitstechnischen Gründen festgelegt. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Unfallhäufigkeit unter 300 Lux deutlich ansteigt. (Völker, Stephan „Ermittlung von Beleuchtungsniveaus für Industriearbeitsplätze“, BAUA Fb 881; Dortmund, Berlin 2000).

** In der DIN EN 12464-1 werden Wartungswerte der Beleuchtungsstärken in Abhängigkeit von sehphysiologischen und produktionsbezogenen Erfordernissen empfohlen, die davon abweichen können.

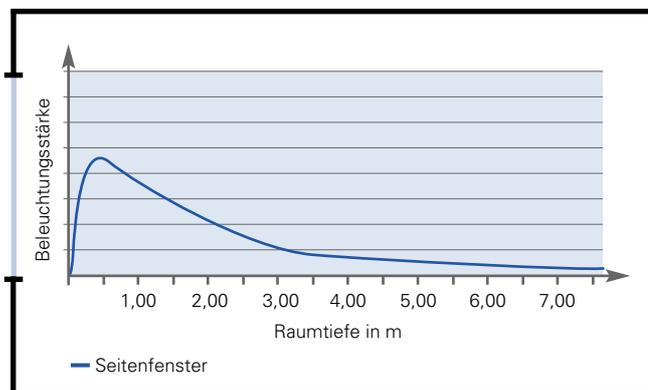
Sonstige Bereiche	Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke
Verkehrsflächen und Flure	100 Lux
Treppen, Rolltreppen und Fahrbänder	150 Lux
Fahrwege mit Personenverkehr	150 Lux
Fahrwege ohne Personenverkehr	50 Lux
Anlagen mit Fernbedienungen	50 Lux
Anlagen mit gelegentlichen manuellen Eingriffen	150 Lux
Lagerflächen	100 Lux
Pausenräume	100 Lux
Sanitäräume	200 Lux
Bereiche mit niedrigen Anforderungen an die Seh Aufgabe, z. B. Wartungsgänge, Stellflächen in Parkhäusern	50 Lux

Quelle: BGR 131-1

■ In unseren Breitengraden steht an über 85 Prozent aller Tage von etwa 8.00 Uhr bis 17.00 Uhr genügend Tageslicht zur Verfügung. Durch ausreichend große Öffnungen in der Wand (Fenster) oder im Dach (Dachoberlichter), die in nicht zu große Einzelflächen aufgeteilt sein sollten, kann es in den Raum geleitet werden.

Tageslicht durch Wandöffnungen

Wandöffnungen wirken lichttechnisch nur für eine begrenzte Raumtiefe. Ihre Wirkfläche kann man vereinfachend ermitteln, indem man von der Fenstersturzunterkante eine 45-Grad-Linie nach unten bis auf die Oberfläche der Arbeitsplätze herunternimmt. Die dadurch abbildbare Raumfläche wird durch die Wandöffnung beleuchtet. Im Regelfall ist in bis zu 6 m tiefen Räumen mit einer Verglasungsfläche von 20 % der Raumfläche noch eine ausreichend helle Ausleuchtung durch Tageslicht gegeben. Arbeitsplätze, die mehr als 6 m vom Fenster entfernt sind, können zumeist allein über die Wandöffnungen nicht mehr ausreichend mit Tageslicht beleuchtet werden, weil der Abfall der Beleuchtungsstärke zu groß wird. Wollte man auch diese Arbeitsplätze ausschließlich über Fenster ausreichend beleuchten, müssten die nutzbaren Fensterhöhen (und damit auch die Raumhöhen) erheblich vergrößert werden. Dann wären aber auch gleichzeitig die Arbeitsplätze in Fensternähe durch zu große Blendung und Erwärmung nur eingeschränkt nutzbar.



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

Sicht nach außen

Der Vorteil von Wandöffnungen liegt darin, dass sie eine Sichtverbindung zur Außenwelt schaffen. Auch wenn die aktuelle Arbeitsstättenverordnung diese Sichtverbindung nicht mehr ausdrücklich fordert, so ist sie dennoch unverzichtbar. Insbesondere bei Arbeits-, Pausen-, Bereitschafts-, Liege- und Sanitätsräumen ist sicherzustellen, dass diese Sichtverbindung nach außen in Augenhöhe durch verzerrungsfrei durchsichtige Verglasungen von Fenstern oder Türen möglich ist. Dabei sollte die nutzbare Einzelfläche einer Sichtverbindung von

- 1,25 m² bei einer Raumtiefe bis 6,00 m und
 - 1,50 m² bei einer Raumtiefe von mehr als 6,00 m
- möglichst nicht unterschritten werden. Die Mindestabmessung der einzelnen Öffnung beträgt dabei mindestens 1,25 m Höhe und 1,00 m Breite. Die zum Sichtkontakt genutzten Flächen dürfen bei der Ermittlung der notwendigen Flächen für die Raumbeleuchtung mit Tageslicht angerechnet werden, sofern sie zur Beleuchtung geeignet sind.

Als Gesamtfläche für den Sichtkontakt nach außen sollten eingehalten werden

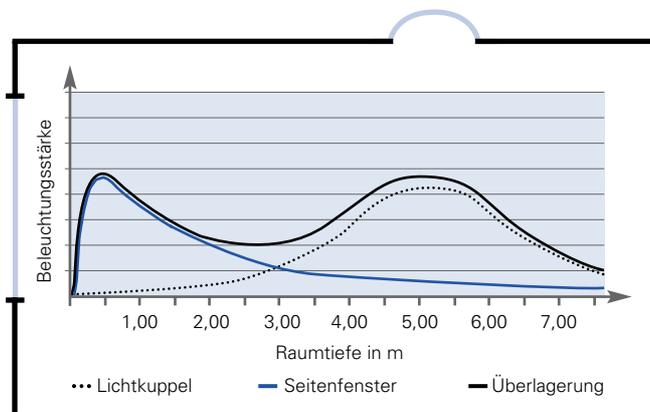
- mindestens 1/10 der Raumfläche bei einer Raumfläche von bis zu 600 m²
- zusätzlich 1/100 der Raumfläche für Flächen, die über 600 m² hinausgehen.

Tageslicht durch Dachoberlichter

Oft sind Arbeitsplätze schon bei einer Raumtiefe ab 4,50 m allein durch Seitenfenster nicht mehr gut mit Tageslicht zu versorgen. Für Räume, die unmittelbar unter dem Dach liegen, bietet sich deshalb eine Tageslichtbeleuchtung allein oder zusätzlich durch Dachoberlichter an. Mit Dachoberlichtern lässt sich eine gleichmäßige Raumausleuchtung mit Tageslicht erreichen – unabhängig vom Abstand von der Außenwand oder von einer architektonischen Fassadengestaltung. Eine optimale Ausleuchtung ergibt sich durch die Kombination von Wandöffnungen mit Dachoberlichtern.

Dachoberlichter bringen zudem mehr Licht ins Gebäude. Denn der gleichmäßig bedeckte Himmel, die Basis für Tageslichtberechnungen, ist keineswegs gleichmäßig hell. Die Leuchtdichte des Außenlichts fällt vom höchsten Punkt, dem Zenit, bis zum Horizont steil ab. Am Horizont selbst erreicht das Himmelslicht noch ganze 33 %, also 1/3 der Helligkeit vom Zenitlicht. Diese Eigenschaft ist jahreszeitunabhängig.

Schon verhältnismäßig kleine Dachoberlichtöffnungen geben einem Raum somit genauso viel Licht wie wesentlich größere Seitenfenster. Die Berechnung der Horizontalbeleuchtungsstärke an einem üblichen Schreibtischarbeitsplatz zeigt: Ein Arbeitsplatz, der vom Seitenfenster ebenso weit entfernt ist wie von einem Oberlicht darüber, benötigt für dieselbe Beleuchtungsstärke ein Seitenfenster, das fünfeinhalbmal so groß ist wie das Oberlicht.



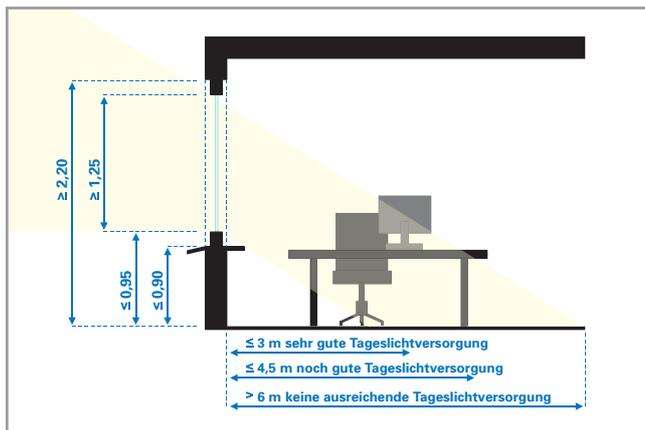
Qualitativer Verlauf der horizontalen Beleuchtungsstärke bei Räumen mit größerer Tiefe, wenn diese über Seitenfenster und ergänzend über Dachoberlichter beleuchtet werden.

Arbeitsplätze mit mehr als 6 m Abstand zu Fenstern in der Wand sind entweder durch Dachoberlichter oder auch am Tage zusätzlich mit Kunstlicht zu beleuchten.



Tageslichteintrag durch Fenster

■ Eine gute Arbeitsplatzbeleuchtung mit Tageslicht durch Wandöffnungen ist bei normal geschnittenen Räumen (Verhältnis Länge:Tiefe bis ca. 2:1) mit normal hohen Fenstern (1,50 m bis 2,50 m) bis zu einer Raumtiefe von 4,50 m erreichbar, wenn die Fensterbreite etwa der Raumbreite entspricht. Diese Situation ist in den meisten Büros gegeben. Fensterflächen unterhalb einer Höhe von ca. 90 cm über dem Fußboden sind für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen nicht nutzbringend und sollten daher für die lichttechnische Bewertung nicht verwendet werden.



Der Tageslichteintrag durch Fenster ist u. a. abhängig von der Raumtiefe.

Für die Berechnung der Tageslichtöffnung kann nur die freie Fensterfläche, also die Glasfläche ohne Rahmenanteile, angesetzt werden. In der Praxis beträgt diese freie Fensterfläche ca. 75 % der Rohbauöffnung.

Beispiel zum Nachweis einer ausreichenden Fensterfläche:

Raumbreite:	3,75 m
Raumtiefe:	5,25 m
Fensterbrüstungshöhe:	0,90 m
Fensterfläche (Rohbaumaß):	5,50 m ²

$$\frac{\text{Fensterfläche} \times 0,75}{\text{Raumbreite} \times \text{Raumtiefe}} = \frac{5,50 \text{ m}^2 \times 0,75}{3,75 \text{ m} \times 5,25 \text{ m}} = 0,21$$

Ergebnis: Die Verglasungsfläche beträgt 21 % der Raumgrundfläche und liegt damit über der Forderung von beispielsweise 1/5 der Raumfläche.

Für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen mit Tageslicht sollten vorzugsweise farbneutrale Verglasungsmaterialien (Lichtdurchlass im sichtbaren Spektrum ca. 65 bis 75 %) verwendet werden. Denn wenn das Material (z. B. spezielle Sonnenschutzverglasungen) bestimmte Farbspektren unterschiedlich absorbiert oder reflektiert, kann es im Innenraum zu einer Veränderung des Farbeempfindens, zur Erhöhung von Unfallgefahren oder auch zu Ermüdung und damit zum Leistungsabfall kommen.

Einflüsse auf die Tageslichtversorgung durch Fenster

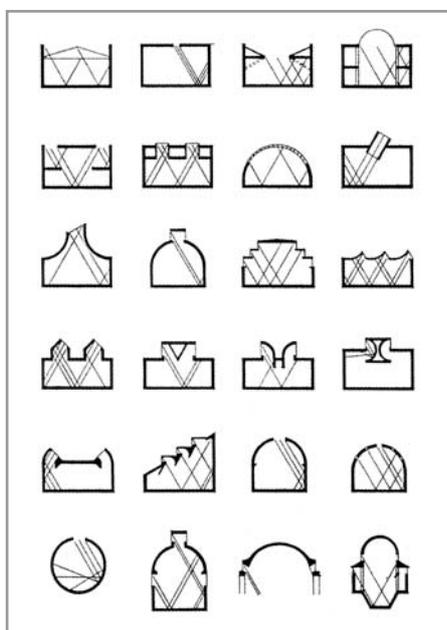
Verschiedene, durch die Architektur und die Umgebung vorgegebene Faktoren beeinflussen die Beleuchtung der Räume mit Tageslicht. So können Fenster in der Nord- oder Ostseite eines Gebäudes weniger direktes Licht einleiten. Dafür ist dieses Licht aber meist blendfreier und nicht so wärmeintensiv. Dichte äußere Bepflanzung und eng benachbarte Bebauung verringern ebenfalls den Lichteinfall. Welche Faktoren die durch Fenster eindringende Lichtmenge verringern und mit welchen Maßnahmen diese erhöht werden kann, ist in der unteren Tabelle dargestellt.

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 keine Brüstungshöhe größerer Abstand	größere Pflanzen geringer Abstand
Wirkungsbereich des Himmelslichts	keine äußere Kragplatte (z. B. Balkon) über dem Fenster hohe Sturzunterkante oder geringe Brüstungshöhe des Fensters	äußere Kragplatte über dem Fenster Fenster zurückgesetzt niedrige Sturzunterkante oder hohe Brüstungshöhe des Fensters
Lichtdurchlass	unbeschichtete Verglasung (klar) keine Sprossen schlanke Profile guter Reinigungszustand keine Vorhänge	stark beschichtet (Sonnenschutzverglasung) starke Versprossung breite Profile schlechter Reinigungszustand lichtdichte Vorhänge
Innenraumgestaltung	helle Oberflächen (Wand, Decke, Boden, Einrichtung)	dunkle Oberflächen

Einflussfaktoren und ihre Wirkung bei der Beleuchtung von Räumen mit Fenstern.

Taghell mit Dachoberlichtern

■ Mit Dachoberlichtern wie Lichtkuppeln und 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.



Je nach beabsichtigter Raumwirkung können die Form, die Lage und Anzahl der Dachoberlichter unterschiedlich gewählt werden.

Lichtkuppeln/Doppelklappen

Die Mitgliedsunternehmen des FVLR bieten eine große Auswahl unterschiedlicher Einzeloberlichter in Form von Lichtkuppeln, Pyramiden oder Doppelklappen an. Meist sind neben starren auch öffnensfähige (lüftbare) Varianten erhältlich. Dachoberlichter besitzen eine bis mehrere Schalen. Einschalige Elemente werden dort eingesetzt, wo ausschließlich die Versorgung mit Tageslicht im Vordergrund steht, beispielsweise bei Freiflä-



Mit gleichmäßig verteilten Lichtkuppeln lassen sich Innenräume auch bei bedecktem Himmel flächig ausleuchten, vereinzelt angeordnet ermöglichen sie eine punktgenaue und gezielte Belichtung.

chenüberdachungen oder Vordächern. Ihr Einsatz in beheizten Gebäuden scheidet aufgrund der geringen Wärmedämmeigenschaften aus. Den Regelfall stellt gegenwärtig die doppel-schalige Lichtkuppel dar. Sie wird in Standardgrößen zwischen 0,60 x 0,60 m bis 2,50 x 2,50 m bzw. 2,00 x 3,00 m fertig vorproduziert mit Aufsetzkränzen im Dach eingebaut, jedoch sind auch andere Größen bei den FVLR-Mitgliedern erhältlich. Wenn erhöhte Anforderungen an den Wärmeschutz bestehen, kommen drei- oder sogar vierschalige Elemente zum Einsatz.

Dachlichtbänder

Auch bei Dachlichtbändern bietet der Markt eine große Auswahl unterschiedlicher Konstruktionen an, beispielsweise gebogene Oberlichtbänder und Shedlichtbänder. Lichtbänder bestehen komplett aus gewölbten oder satteldachförmigen, lichtdurchlässigen Elementen über dem gesamten Bereich der Dachdurchtrittsöffnung. Shedlichtbänder besitzen auf einer Seite, meistens der Südseite, einen lichtundurchlässigen Shedrücken. In der unteren Tabelle sind die verschiedenen Typen von Dachoberlichtern dargestellt. Für übliche doppel-schalige Lichtkuppeln oder Lichtbänder wird lichtstreuendes, z. B. opal eingefärbtes Acryl- oder Polycarbonat-Kunststoffglas verwendet. Der Lichtdurchlass im sichtbaren Spektrum liegt bei 60 bis 70 %. Die Einfärbung verhindert Blendung durch direkt einfallendes Sonnenlicht, eine gewölbte Form reduziert den Reinigungsaufwand (Selbstreinigung durch den Regen).

flache Bauform	gewölbte Bauform	gerichteter Lichteinfall	ungerichteter Lichteinfall
Wellplatte	Lichtkuppel	Nordlichtkuppel	Pyramidenlichtkuppel
ebenes Lichtband	gewölbtes Industrie-Lichtband (Dachlichtband)	Pultoberlicht	Sattelloberlicht, 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 Oberlichtern (nach VDI-Richtlinie VDI 6011-2)



Lichtbänder werden meist beim Hersteller in individuellen Abmessungen in Einzelteilen vorproduziert und auf der Baustelle auf Aufkantungen montiert. Besonders für die Beleuchtung von Verkehrswegen oder lang gestreckten Arbeitsplätzen sind Dachoberlichtbänder aus witterungsstabilem und schlagzähem Kunststoff eine technisch einfach ins Dach zu integrierende Lösung. Wegen des geringen Eigengewichts können sie auch leicht nachträglich eingebaut werden.



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

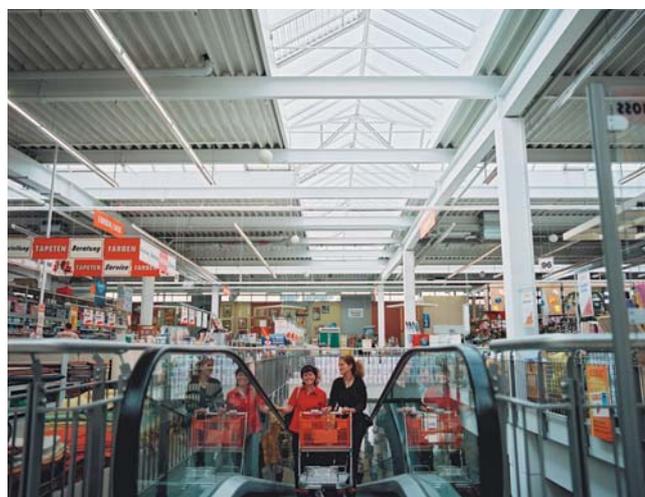
Anordnung der Lichtbänder

Oft werden Lichtbänder ausschließlich auf der Dachfirstlinie (mittlere Längsachse eines Raums) platziert. Dadurch werden zwar die Raumflächen unmittelbar unter dem Lichtband sehr hell, weiter entfernt liegende Flächen jedoch weniger und Randflächen meist nicht mehr ausreichend mit Tageslicht beleuchtet. Durch eine im Verhältnis zur Raumhöhe zu große Breite des Lichtbands besteht zudem die Gefahr, dass besonders im Hochsommer die Raumluft zu stark erwärmt wird. Eine möglichst gleichmäßige Aufteilung der Dachoberlichter in der Dachfläche und eine gut proportionierte Größenwahl sichert die gleichmäßige Raumausleuchtung und vermindert im Hochsommer einen zu hohen Wärmeeintritt.



Für eine möglichst gleichmäßige Beleuchtung sollten statt eines breiten mehrere schmale Lichtbänder eingesetzt werden.

Eine in vielen Projekten bewährte Lösung, um viel Tageslicht durch Dachöffnungen in die Gebäude zu leiten, besteht aus einer Kombination aus großformatigen Lichtbändern (diese werden oberhalb der Längslinien der Hauptfertigung oder über Verkehrswegen installiert) und einzelnen Lichtkuppeln (für die Zwischenflächen). Mit dieser Anordnung wird nicht nur eine gleichmäßige Raumausleuchtung erreicht, sondern auch im Sommer der direkte Wärmeeinfall reduziert.



Bewährte Kombination großer und kleiner Dachöffnungen zur Tageslichteinleitung.

Anzahl und Fläche von Dachoberlichtern

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

Raumhöhe	mindestens 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 zu 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

Eine detaillierte Auflistung der tageslichttechnischen Beleuchtungsanforderungen für Arbeitsplätze und Nebenflächen und die Realisierung mit Dachoberlichtern und Wandöffnungen können Sie ab Seite 12 finden.

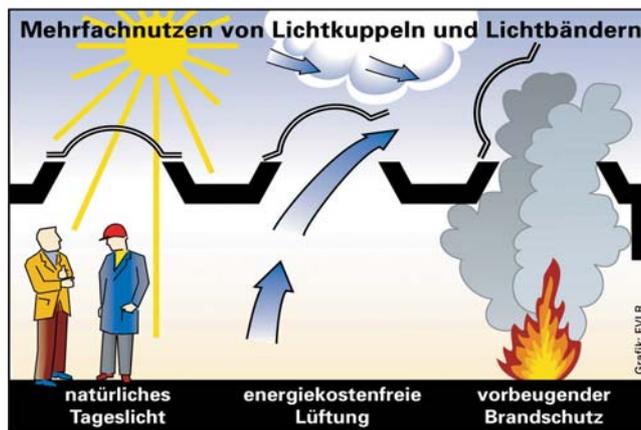
Ist bei der Planung bereits bekannt, dass für bestimmte Räume eine spätere Nutzungsänderung mit daraus folgenden höheren Sehanforderungen vorgesehen ist, sollten diese Räume schon beim Bau mit dem entsprechend größeren Dachoberlichtflächenanteil ausgestattet werden. Der

nachträgliche Einbau von Dachöffnungen ist meist sehr aufwändig und kostenträchtig.

Um im Sommer eine zu große Wärmeeinstrahlung zu verhindern, sollte die Breite von Dachoberlichtbändern immer kleiner sein als die Hälfte der Raumhöhe.

Dachoberlichter mit Mehrfachnutzen

Über die Beleuchtungsfunktion hinaus können Dachoberlichter in Form von Lichtkuppeln, Doppelklappen, Jalousien und Lichtbändern auch zur natürlichen Lüftung eingesetzt werden. Denn infolge ihrer hohen Einbaulage im Dachbereich leiten sie bei adäquaten Zu- und Abluftquerschnitten verbrauchte Luft ins Freie und sorgen für angenehme Frischluft. Dies funktioniert ohne komplizierte Regeltechnik allein durch den thermischen Auftrieb. Einmal installiert, verursacht das Lüftungssystem nahezu keine Kosten mehr, denn es arbeitet weitgehend energie- und wartungskostenfrei.



Dachoberlichter können zusätzlich auch zur natürlichen Lüftung und zum vorbeugenden Brandschutz beitragen.

Auf die gleiche Weise dienen entsprechend ausgerüstete Dachoberlichter auch als Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA). Im Brandfall führen sie Hitze und gefährliche Brandgase unverzüglich aus dem Gebäude ab. Im Zusammenspiel mit anderen Komponenten des baulichen Brandschutzes, vor allem Zuluftöffnungen, bilden sich auf diese Weise zwei Luftschichten im Raum aus: eine Rauchsicht im oberen und eine raucharme Schicht im unteren Bereich. In der raucharmen Schicht bleibt eine ausreichende Sicht erhalten, welche die Selbst- und Fremdrettung der Personen, die sich im Gebäude aufhalten, ermöglicht.

Außerdem kann die Feuerwehr den Brandherd schneller orten und wirksam bekämpfen.

Bei üblichen Raumsituationen reicht eine Dachoberlichtfläche von 1/5 bis 1/6 der Raumgrundfläche für eine ausreichend helle Tageslichtausleuchtung der Arbeitsräume aus.



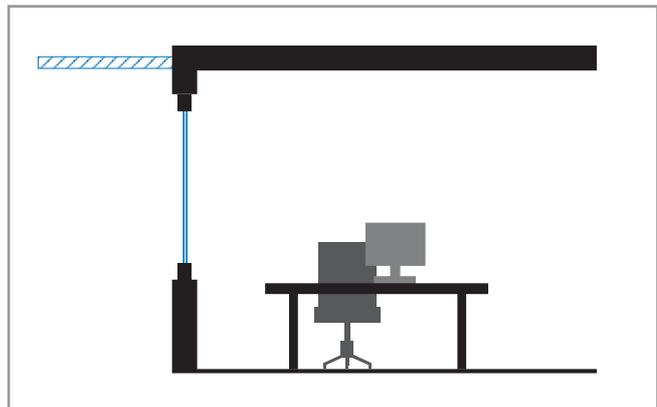
Tageslichtnutzung in der Praxis

■ An besonders dunklen Tagen, in der Dämmerung und bei Mehrschichtbetrieb reicht das natürliche Tageslicht allein nicht zur Beleuchtung der Arbeitsplätze aus. In Räumen mit größerer Raumtiefe, die nur durch Seitenfenster beleuchtet werden, muss auch zu helleren Tagesstunden zusätzlich Kunstlicht für die hinteren Raumflächen zugeschaltet werden. Eine Überlagerung von Kunst- und Tageslichtbeleuchtung ist nicht zu beanstanden, denn der früher befürchtete negative Zwielichteffekt ließ sich in der Praxis nicht belegen.

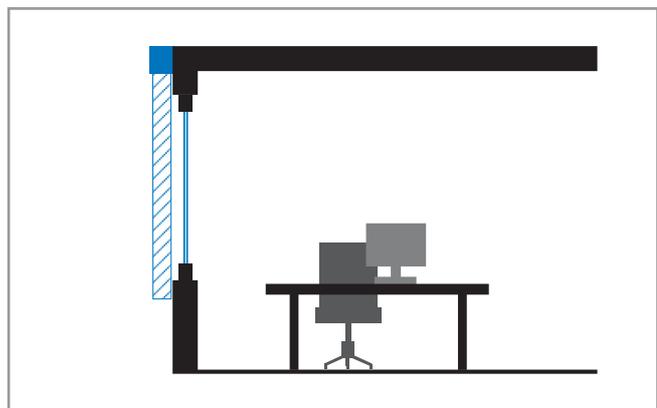
Zur Senkung der Energiekosten sollte das Kunstlicht aber möglichst nur in dem erforderlichen Maße und nur dort zugeschaltet werden, wo es das nachlassende Tageslicht ergänzen soll. Beispielsweise können dauerhaft installierte preiswerte Steuerungen (Sensoren) das Zuschalten des Kunstlichts automatisch regeln. Daneben sollte den Mitarbeitern auch die Möglichkeit gegeben werden, die künstliche Beleuchtung manuell zu steuern, damit sie sich ihre individuell gewünschte Arbeitsplatzatmosphäre schaffen können. Zur Senkung der Energiekosten hat es sich zudem bewährt, in den Pausenzeiten das Kunstlicht in den Arbeitsräumen automatisch zurückzuschalten. Die aus der Pause zurückkehrenden Mitarbeiter können dann die künstliche Beleuchtung je nach Bedarf wieder zuschalten.

Blendung und Erwärmung vorbeugen

Um der Blendung und der Raumerwärmung durch zu starke Sonneneinstrahlung vorzubeugen, sollten Seitenfenster mit (verstellbaren) Sonnenschutzvorrichtungen versehen sein. Wichtig ist es, die Verschattungssysteme außen anzubringen, da im Raum oder im Scheibenzwischenraum angebrachte Vorrichtungen den Wärmeeintritt wegen des Treibhauseffekts kaum verhindern. Üblicherweise werden oben vor der Fensteröffnung angebrachte Kragarme mit starren, zum Teil auch mit beweglichen Lamellen versehen oder senkrecht vor den Fenstern automatisch oder individuell steuerbare Lamellen oder Stoffrollos installiert.



Automatisch oder individuell gesteuerte äußere Sonnenschutzvorrichtungen verhindern Blendung und erhöhten Wärmeeintritt. Oberes Fenster: äußerer Kragarm mit starren oder beweglichen Lamellen; unteres Fenster: äußere Jalousie mit beweglichen Lamellen.



Wartung der Beleuchtungsanlagen

Fenster und Dachoberlichter verschmutzen im Laufe der Zeit. Daher sollte bereits bei der Beleuchtungsplanung die spätere Wartung (Reinigung) der Beleuchtungsanlage berücksichtigt werden. Erforderlich sind

- gute Zugänglichkeit (gegebenenfalls Standorte für Wartungsgeräte oder Hebebühnen von innen oder außen vorsehen)
- sichere Aufstiege
- begehbare Dachflächen (gegebenenfalls Absperrungen oder Sicherheitseinrichtungen gegen Absturz von Personen vorsehen)
- Befestigungspunkte für Sicherungs- oder Haltegurte.

Anmerkung: siehe auch BGI 827 „Sonnenschutz im Büro – Hilfe für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen.“

Energiekosten sparen mit Tageslicht

Eine einfache Amortisationsberechnung zeigt, welche Kosteneinsparungen durch den Einbau von Dachoberlichtern und die damit mögliche Tageslichtbeleuchtung zu erwarten sind. Dazu wird eine Halle mit 800 m² Grundfläche und 8,00 m Höhe betrachtet: In der Variante 1 wird sie ausschließlich mit Kunstlicht beleuchtet, in der Variante 2 mit Dachoberlichtern.

Für die Gesamtfläche aller Oberlichtöffnungen ergibt sich entsprechend den Forderungen der DIN 5034 eine Mindestgröße von 101 m² (12,8 % der Gesamtdachfläche). Die grob geschätzten Investitionskosten bestehen aus den Kosten für das Oberlicht und den Einbaukosten. In manchen Fällen sind noch Kosten für die Verstärkung der Dachkonstruktion sowie das Einbinden in die Dachfläche anzurechnen. Gegenzurechnen sind die eingesparten Dachflächen.

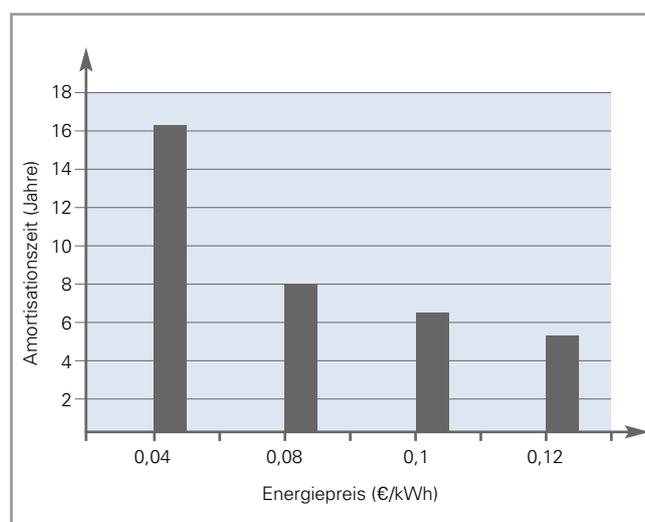
	Variante 1: ohne Oberlichter	Variante 2: mit Oberlichtern
Einschaltzeiten Kunstlicht (h/a)	2.860	858
benötigte Beleuchtungsenergie (kWh/a)	45.760	13.728
jährliche Kosten (€/a)	5.949	1.785

Energiekosten für die Beleuchtung einer Industriehalle ohne und mit Tageslichtbeleuchtung durch Dachoberlichter

Die Kosten für eine Lichtkuppel mit einem Außenmaß von 1,50 x 1,50 m betragen rund 400 €, die Kosten für den Einbau und die Dachkonstruktion rund 500 €. Damit ergibt sich ein Quadratmeterpreis von rund 400 €/m². Bei Lichtbändern reduzieren sich die Kosten je Fläche noch einmal um 20 % bis 30 %. Die Investitionskosten für Oberlichter mit einer Gesamtfläche von 101 m² liegen somit bei ca. 40.000 €. Bei einer installierten Leistung von 20 W/m², Energiekosten von 0,13 €/kWh und Einschaltzeiten von etwa 30 % betragen die jährlichen Energiekosten für die Beleuchtung dieser Halle rund 6.000 €, mit Dachoberlichtern dagegen nur rund 1.800 € (siehe Tabelle oben).

Zur Berechnung der Amortisation wird ein Kapitalzins von 6,5 % für die zusätzlichen Investitionen, eine Energiepreissteigerung von real 1,5 % pro Jahr und eine Inflationsrate von 2 % pro Jahr angenommen. Damit beläuft sich die Amortisationszeit auf 12 Jahre. Sie liegt unter der normativen Nutzungszeit eines Fensters und weit unter der eines Gebäudes.

Zusätzlich tragen aber auch „humane“ Faktoren einer Tageslichtversorgung zum wirtschaftlichen Betriebsergebnis bei. Eine Arbeitsumgebung mit genügend Tageslicht wirkt beispielsweise motivierend auf die Mitarbeiter. Dieser Effekt hat nicht zu vernachlässigende Auswirkungen auf die Personalkosten. So ergibt eine Einsparung von 1 % bei umgerechneten Personalkosten von 5.000 €/m² Büronutzfläche und Jahr (1 Angestellter, 50.000 €/a, 10 m² Arbeitsfläche) bereits Personalkostenreduzierungen von jährlich 50 €/m². Rechnet man diesen Anteil auch nur teilweise auf die Investitionskosten für Dachoberlichter an, dann verkürzt sich die Amortisationszeit auf 2 bis 3 Jahre.



Amortisationszeit von Dachoberlichtern in einer großen Industriehalle in Abhängigkeit vom Energiepreis



Anteil der notwendigen Dachoberlichtflächen bezogen auf die Raumgrundfläche für die Beleuchtung von Arbeitsstätten mit Tageslicht. Grundlage $E_a = 5.000 \text{ lx}$, gleichmäßig bedeckter Himmel, basierend auf DIN EN 12 464-1.

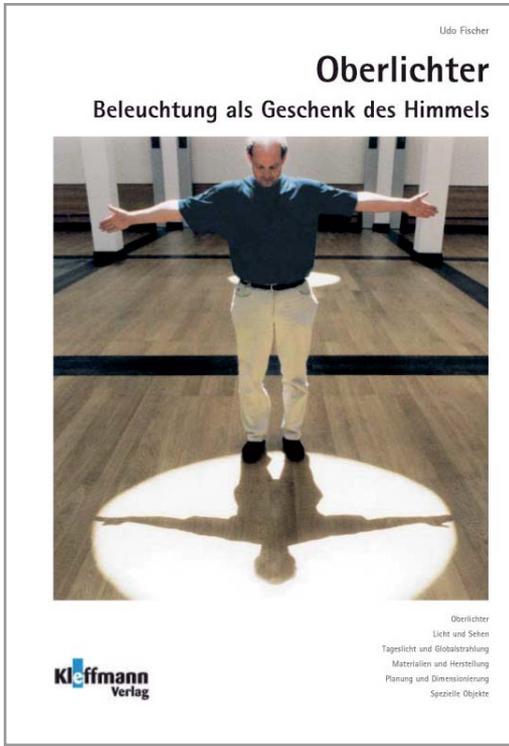
Verkehrszonen und allgemeine Bereiche innerhalb von Gebäuden	Anforderungen			
	sehr gering	gering	mittel	hoch
	1/10	1/7	1/6	1/5
Verkehrszonen • Verkehrsflächen und Flure, Treppen, Rolltreppen und Fahrbänder, Laderampen, Ladebereiche				
Pausen-, Sanitär- und Erste-Hilfe-Räume • Kantinen, Teeküchen sowie Garderoben, Waschräume, Bäder, Toiletten • Sanitätsräume und Räume für medizinische Betreuung				
Kontrollräume • Räume für haustechnische Anlagen, Schaltgeräteräume • Telex- und Posträume, Telefonvermittlungsplätze				
Lager- und Kühlräume • Vorrats- und Lagerräume • Versand- und Verpackungsbereiche				
(Hoch-)Regallager • Fahrwege				
Industrielle und handwerkliche Tätigkeiten/Landwirtschaft • Beschicken und Bedienen von Fördereinrichtungen und Maschinen, Ställe für kranke Tiere, Abkalbställe, Futteraufbereitung, Milchräume, Gerätereinigung • Viehställe				
Bäckereien • Vorbereitungs- und Backräume • Endbearbeitung, Glasieren, Dekorieren				
Zement, Zementwaren, Beton, Ziegel • Trocknen • Materialaufbereitung, Arbeiten an Öfen und Mischern • Allgemeine Maschinenarbeiten, Grobformen				
Keramik, Fliesen, Glas, Glaswaren • Trocknen • Materialaufbereitung, allgemeine Maschinenarbeiten • Schleifen, Gravieren, Polieren von Glas, Formen kleiner Teile, Herstellung von Glasinstrumenten				
Chemische, Kunststoff- und Gummi-Industrie • Verfahrenstechnische Anlagen mit Fernbedienung • Verfahrenstechnische Anlagen mit gelegentlichen manuellen Eingriffen • Ständig besetzte Arbeitsplätze in verfahrenstechnischen Anlagen • Präzisionsmessräume, Laboratorien, Arzneimittelherstellung, Reifenproduktion				
Nahrungs- und Genussmittelindustrie • Arbeitsplätze und -zonen - in Brauereien, auf Malzböden - zum Waschen, zum Abfüllen in Fässer, zur Reinigung, zum Sieben, zum Schälén - zum Kochen in Konserven- und Schokoladenfabriken - Arbeitsplätze und -zonen in Zuckerfabriken - zum Trocknen und Fermentieren von Rohtabak, Gärkeller • Sortieren und Waschen von Produkten, Mahlen, Mischen, Abpacken, Schneiden und Sortieren von Obst und Gemüse • Arbeitsplätze in Schlachthöfen, Metzgereien, Molkereien, Mühlen, auf Filterböden in Zuckerraffinerien, Herstellung von Feinkost-Nahrungsmitteln, Küchenarbeit, Herstellung von Zigarren und Zigaretten, Kontrolle von Gläsern und Flaschen, Produktkontrolle, Garnieren, Sortieren, Dekorieren, Laboratorien, Farbkontrolle				

	Anforderungen			
	sehr gering	gering	mittel	hoch
	1/10	1/7	1/6	1/5
Elektro-Industrie <ul style="list-style-type: none"> • Kabel- und Drahtherstellung, Wickeln großer Spulen, Imprägnieren von Spulen, Galvanisieren, grobe Montagearbeiten, z. B. große Transformatoren, Spulen • Wickeln mittlerer und feiner Spulen, mittelfeine bis sehr feine Montagearbeiten, z. B. Schalttafeln oder Messinstrumente • Elektronikwerkstätten, Prüfen, Justieren 				
Gießerei und Metallguss <ul style="list-style-type: none"> • Bühnen • Sandaufbereitung, Gussputzerei, Arbeitsplätze am Kupolofen und am Mischer, Gießhallen, Ausleerstellen, Maschinenformerei, Hand- und Kernformerei • Druckgießerei • Modellbau 				
Wäschereien und chemische Reinigung <ul style="list-style-type: none"> • Wareneingang, Auszeichnen und Sortieren, Waschen und chemische Reinigung, Bügeln und Pressen • Kontrolle und Ausbessern 				
Leder und Lederwaren <ul style="list-style-type: none"> • Arbeiten an Bottichen, Fässern, Gruben • Schaben, Spalten, Schleifen, Walken der Häute • Sattlerarbeiten, Schuhmacherei, Schuhherstellung: Steppen, Nähen, Polieren, Pressen, Zuschneiden, Stanzen, Sortieren, Leder färben (maschinell), Handschuhherstellung, Qualitätskontrolle, Farbprüfung 				
Metalbe- und -verarbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Freiformschmieden, Verarbeitung von schweren Blechen: Dicke ≥ 5 mm, grobe Montagearbeiten • Mittelfeine Montagearbeiten, Gesenkschmieden, Draht-, und Rohrzieherei, Schweißen, Kaltverformung, grobe und mittlere Maschinenarbeiten: Toleranzen $\geq 0,1$ mm, Verarbeitung von leichten Blechen: Dicke < 5 mm, Galvanisieren • Feine Maschinenarbeiten, Schleifen: Toleranzen $< 0,1$ mm, feine und sehr feine Montagearbeiten, Oberflächenbearbeitung und Lackierung • Anreißen, Kontrolle, Herstellung von Werkzeugen und Schneidwaren, Werkzeug-, Lehren- und Vorrichtungsbau, Präzisions- und Mikromechanik 				
Papier und Papierwaren <ul style="list-style-type: none"> • Arbeiten an Holländern, Kollergängen, Holzschleiferei • Papierherstellung und -verarbeitung, Papier- und Wellpappmaschinen, Kartonagenfabrikation • Allgemeine Buchbinderarbeiten, z. B. Falten, Sortieren, Leimen, Schneiden, Prägen, Nähen 				
Kraftwerke <ul style="list-style-type: none"> • Kraftstoff-Versorgungsanlagen, Kesselhäuser • Maschinenhallen • Nebenräume, z. B. Pumpenräume, Kondensatorräume usw.; Schaltanlagen (in Gebäuden) • Schaltwarten 				
Druckereien <ul style="list-style-type: none"> • Zuschneiden, Vergolden, Prägen, Ätzen von Klischees, Arbeiten an Steinen und Platten, Druckmaschinen, Matrizenherstellung, Papiersortierung und Handdruck, Typensatz, Retusche, Lithographie, Farbkontrolle bei Mehrfarbendruck, Stahl- und Kupferstich 				
Walz-, Hütten- und Stahlwerke <ul style="list-style-type: none"> • Produktionsanlagen mit gelegentlichen manuellen Eingriffen • Produktionsanlagen mit ständigen manuellen Eingriffen, Hochofen • Walzstraße, Haspel, Scheren-/Trennstrecken, Steuerbühnen, Kontrollstände • Test-, Mess- und Inspektionsplätze 				
Holzbe- und -verarbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Sägegatter, Arbeiten an der Hobelbank, Leimen, Zusammenbau • Arbeiten an Holzbearbeitungsmaschinen, z. B. Drechseln, Kehlen, Abrichten, Fugen, Schneiden, Sägen, Fräsen, Schleifen, Lackieren, Modelltischlerei, Auswahl von Furnierhölzern, Marketerie, Holzeinlegearbeiten, Qualitätskontrolle 				



Verkehrszonen und allgemeine Bereiche innerhalb von Gebäuden (Fortsetzung)	Anforderungen			
	sehr gering	gering	mittel	hoch
	1/10	1/7	1/6	1/5
Textilherstellung und -verarbeitung				
<ul style="list-style-type: none"> Produktionsanlagen ohne manuelle Eingriffe 				
<ul style="list-style-type: none"> Krempeln, Waschen, Bügeln, Arbeiten am Reißwolf, Strecken, Kämmen, Schlichten, Kartenschlagen, Vorspinnen, Jute- und Hanf spinnen 				
<ul style="list-style-type: none"> Spinnen, Zwirnen, Spulen, Winden, Zetteln, Weben, Flechten, Stricken, Nähen, Zurichten, Färben, Feinstricken, Maschenaufnahmen, Entwerfen, Muster zeichnen, automatisches Stoff drucken, Noppen, Ketteln, Putzen, Farbkontrolle, Stoffkontrolle, Kunststopfen, Hutherstellung 				
<ul style="list-style-type: none"> Trocknungsraum 				
Automobilbau				
<ul style="list-style-type: none"> Karosseriebau und Montage, Lackieren, Spritzkabinen, Schleifkabinen: Ausbessern, Inspektion, Polsterei, Endkontrolle 				
Büros				
<ul style="list-style-type: none"> Ablegen, Kopieren, Verkehrszonen usw., Empfangstheke 				
<ul style="list-style-type: none"> Schreiben, Schreibmaschine schreiben, Lesen, Datenverarbeitung, Technisches Zeichnen, CAD-Arbeitsplätze, Konferenz- und Besprechungsräume 				
<ul style="list-style-type: none"> Archive 				
Verkaufsräume				
<ul style="list-style-type: none"> Verkaufsbereich 				
<ul style="list-style-type: none"> Kassenbereich, Packtisch 				
Öffentliche Bereiche				
Allgemeine Bereiche				
<ul style="list-style-type: none"> Eingangshallen 				
<ul style="list-style-type: none"> Garderoben, Warteräume 				
<ul style="list-style-type: none"> Kassen/Schalter 				
Messen und Ausstellungshallen				
<ul style="list-style-type: none"> Allgemeinbeleuchtung 				
Ausbildungseinrichtungen				
Ausbildungsstätten				
<ul style="list-style-type: none"> Unterrichtsräume in Grund- und weiterführenden Schulen, Musikübungsräume, Computerübungsräume, Sprachlaboratorien, Lehrerzimmer, Sporthallen, Gymnastikräume, Schwimmbäder (allgemeine Nutzung) 				
<ul style="list-style-type: none"> Hörsäle, Zeichensäle, Übungsräume und Laboratorien, Lehrwerkstätten, Küchen 				
<ul style="list-style-type: none"> Eingangshallen, Gemeinschaftsräume für Schüler/Studenten und Versammlungsräume, Schulkantinen 				
<ul style="list-style-type: none"> Verkehrsflächen, Flure, Treppen 				
Verkehrsbereiche				
Flughäfen				
<ul style="list-style-type: none"> Ankunfts- und Abflughallen, Gepäckausgabe, Wartebereiche, Gepäckaufbewahrungsräume 				
<ul style="list-style-type: none"> Verkehrsbereiche, Rolltreppen, Fahrbänder 				
<ul style="list-style-type: none"> Informationsschalter, Check-in-Schalter, Zoll- und Passkontrollschalter 				
<ul style="list-style-type: none"> Bereiche der Sicherheitsüberprüfung 				
<ul style="list-style-type: none"> Flugzeughallen für Tests und Reparaturen, Bereiche für Triebwerkstests, Messbereiche in Flugzeughallen 				
Bahnanlagen				
<ul style="list-style-type: none"> Bahnsteige 				
<ul style="list-style-type: none"> Schalter und Bahnhofshallen, Warteräume 				
<ul style="list-style-type: none"> Schalter und Büros für Fahrkarten und Gepäck 				

Literaturhinweise:



Oberlichter – Beleuchtung als Geschenk des Himmels

Grundlagen der Tageslichttechnik unter besonderer Berücksichtigung von Dachoberlichtern
Udo Fischer.

Tageslicht nutzen

Bedeutung von Dachlichtöffnungen für Ergonomie, Architektur und Technik
Eine interdisziplinäre Studie
Ahmet Çakir, Gisela Çakir
Martin Kischkoweit-Lopin
Volkher Schultz.

Beide Bücher können sehr bequem bestellt werden unter www.fvlr.de.



BG-Regel 131 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“: Teil 1 „Handlungshilfen für den Unternehmer“; Teil 2 „Leitfaden zur Planung und zum Betrieb der Beleuchtung“.



BG-Information 7007 „Tageslicht am Arbeitsplatz – Handlungshilfe für die betriebliche Praxis“ (in Kürze verfügbar).

Berufsgenossenschaftliche Regeln und Informationen stehen zum Download bereit unter: www.arbeitsicherheit.de.

Weitere Informationen zu den gesetzlichen Anforderungen des Baurechts und des Arbeitsschutzes, zu den wesentlichen berufsgenossenschaftlichen und normativen Regelwerken sowie zur weiterführenden Fachliteratur finden sich auf den Internetseiten des FVLR unter www.fvlr.de.

FVLR-Publikationen zum Thema Tageslicht

Heft 3: Grundlagen der Tageslichttechnik. Basis-Informationen zur Beleuchtung mit Tageslicht über Dachoberlichter.



Heft 9: Tageslichtberechnung im Detail. Enthält eine Formel, mit der die Gesamfläche der Oberlichter im Rohbaumaß überschlägig ermittelt werden kann.



Heft 10: Zusatznutzen von Lichtkuppeln und Lichtbändern: Raumlüftung. Enthält Lüftungstechnische Grundlagen, Berechnungsformeln und Hinweise zur Geräteauswahl.



Heft 11: Gestaltung mit Dachlichtelementen. Überblick zur Geschichte der Tageslichtarchitektur, Hinweise für die Tageslichtplanung mit Dachlichtelementen und Tipps für den kreativen Umgang mit Tageslicht.



Heft 13: Tageslicht und Ergonomie. Leben und arbeiten mit Tageslicht. Das Heft gibt Anregungen zur effizienten Nutzung von Tageslicht am Arbeitsplatz.



Heft 15: Gestalten mit Tageslicht. Lichtplaner über Lichtkonzepte, Lichtverteilung, Raumqualität, Raumgestaltung und Oberlichtvariationen.



Einzel Exemplare können unter www.fvlr.de/publikationen kostenlos angefordert werden.

Bildnachweis: aus dem Archiv des FVLR und seiner Mitgliedsunternehmen

Eine Haftung oder Gewährleistung aus dieser und anderen Veröffentlichungen wird ausdrücklich ausgeschlossen.

Mit freundlicher Empfehlung

Der FVLR stellt sich vor

Der FVLR Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V. wurde 1982 gegründet. Er repräsentiert die deutschen Hersteller von Lichtkuppeln, Lichtbändern sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen. Langjähriges Know-how und technisch qualifizierte Mitarbeiter bilden die Grundlage für umfassende und aktive Beratung von Architekten, Planern und Anwendern bei der Projektierung, Ausführung und Wartung von Dachoberlichtern und RWA. Lichtkuppeln und Lichtbänder erfüllen vielfältige Aufgaben in der Architektur. RWA sind unverzichtbare Bestandteile des vorbeugenden baulichen Brandschutzes. Der FVLR leistet europaweit produktneutrale und fundierte Forschungs- und Informationsarbeit. Er ist aktives Mitglied in EuroLux, der Vereinigung der europäischen Hersteller von Lichtkuppeln, Lichtbändern und RWA, und wirkt seit vielen Jahren an der internationalen und europäischen Normungsarbeit mit.

Eine Liste aller Verbandsmitglieder sowie weitere FVLR-Publikationen zum Thema vorbeugender Brandschutz finden Sie im Internet unter www.fvlr.de.

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