



Information

Tageslicht am Arbeitsplatz – leistungsfördernd und gesund

Gesund und fit im Kleinbetrieb



Die Handlungshilfe für die betriebliche Praxis

Herausgeber

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung (DGUV)

Mittelstraße 51
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Erarbeitet vom Fachausschuss
Einwirkungen und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren
Arbeitskreis: Beleuchtung, Licht und Farbe
der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung.
Mit freundlicher Unterstützung der
Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)

Ausgabe Februar 2009

Bildquellennachweis:
Titelbild © Gerold Soestmeyer
Bilder auf Seite 14, 15, 18 und 19 © ALWare
Bild 8, 9, 10 und 11 © FVLR
Bild 11 © RWE Power

BGI/GUV-I 7007, zu beziehen bei Ihrem zuständigen
Unfallversicherungsträger. Die Adressen finden Sie unter
www.dguv.de.



Information

Tageslicht am Arbeitsplatz – leistungsfördernd und gesund

Die Handlungshilfe für die betriebliche Praxis

Inhalt

	Seite
Was bietet Ihnen diese Schrift?	5
1. Was ist Tageslicht?	6
2. Warum ist Tageslicht wichtig?	7
3. Was sagt der Gesetzgeber?	8
4. Was bedeutet möglichst ausreichendes Tageslicht?	9
5. Durch welche Faktoren wird der Tageslicheinfall durch Fenster bestimmt?	12
6. Welchen Einfluss haben bauliche Bedingungen auf den Tageslicheinfall?	14
7. Welchen Einfluss haben Bewölkung und Jahreszeit auf den Tageslicheinfall?	21
8. Welche Beleuchtungsstärken werden durch Fenster und Dachoberlichter erreicht?	24
9. Was kann man nachträglich tun, wenn nicht genügend Tageslicht am Arbeitsplatz ankommt?	27
10. Was ist zu beachten, damit Tageslicht die Mitarbeiter nicht stört?	28
11. Warum ist die Sichtverbindung nach außen wichtig?	30
12. Wie wirkt sich die Verglasungsart der Fenster auf den Tageslicheinfall aus?	32
13. Welche Arten von Dachoberlichtern gibt es?	34
14. Durch welche Faktoren wird der Tageslicheinfall durch Dachoberlichter bestimmt?	38
15. Wann sollten Fenster, wann Dachoberlichter verwendet werden?	40
16. Kann Tageslicht durch künstliches Licht ersetzt werden?	42
17. Spart Tageslicht Energiekosten?	43
18. Fensterputzen, muss das sein?	44
19. Wo kann man mehr erfahren?	46

Was bietet Ihnen diese Schrift?

Diese Information bietet Ihnen eine Hilfestellung zur Planung der Beleuchtung von Arbeitsstätten mit Tageslicht. Hier finden Sie Hinweise und Tipps, wie Sie Tageslicht an Arbeitsplätzen nutzen können und somit für die Gesundheit und Leistungsfähigkeit Ihrer Mitarbeiter sorgen können.

Diese Information gibt Antworten, wie die Forderungen nach ausreichendem Tageslicht der Arbeitsstättenverordnung und der BG-Regel „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ (BGR 131) erfüllt werden können.

Sie gibt z.B. Hinweise, was bei Fenstern oder Dachoberlichtern zu beachten ist oder zur Kombination von Tageslicht mit Kunstlicht.

1. Was ist Tageslicht?

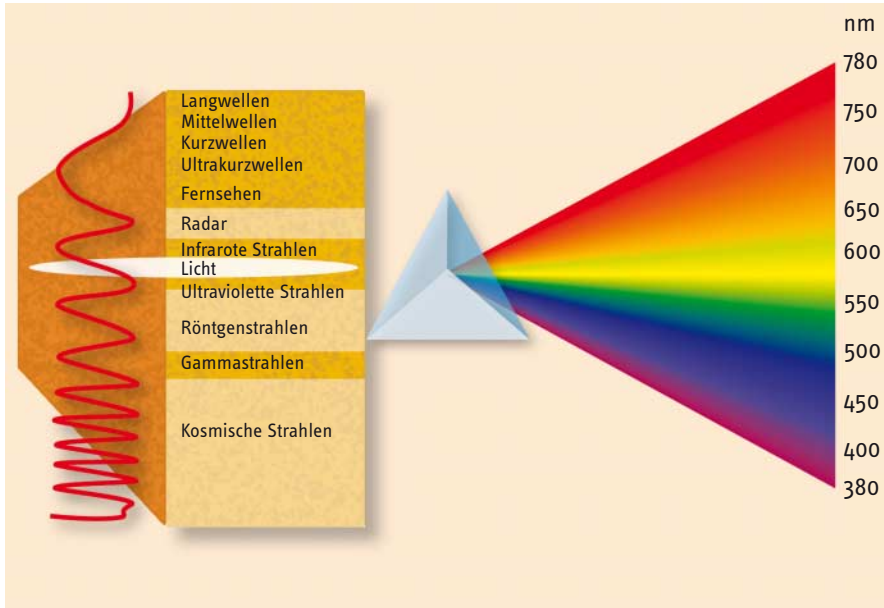


Bild 1: Licht, der sichtbare Teil der elektromagnetischen Strahlung

Tageslicht ist der sichtbare Teil der Sonnen- und Himmelsstrahlung. Die sichtbare Strahlung ist der kleine Ausschnitt aus dem Bereich der elektromagnetischen Strahlung bei Wellenlängen zwischen 380 und 780 Nanometer. Licht wird einfarbig wahrgenommen, besteht aber aus verschiedenen Farbanteilen, die bei Brechung des Lichts durch ein Prisma sichtbar werden.

Am violetten Bereich des Lichts schließt sich die ultraviolette (UV-) Strahlung und am roten Bereich die infrarote (IR-) Strahlung an. Letztere wird auch als Wärmestrahlung bezeichnet.

Das Tageslicht ändert je nach

- Tages- und Jahreszeit,
 - Bewölkung und
 - geografischer Lage
- seine Helligkeit, Richtung und Farbe.

2. Warum ist Tageslicht wichtig?

Durch die verschiedenen Helligkeiten, Lichtrichtungen und Lichtfarben wirkt Tageslicht unterschiedlich stimulierend auf den Menschen. Er ist entwicklungsgeschichtlich an das veränderliche Tageslicht, den Rhythmus von Tag und Nacht angepasst. Seine innere Uhr wird dadurch „gestellt“.

Das Licht im Freien weist hohe Beleuchtungsstärken auf. Selbst an einem trüben Novembertag können dort etwa 5.000 Lux gemessen werden. Im Sommer werden bei bedecktem Himmel 20.000 Lux, bei Sonnenschein sogar bis zu 100.000 Lux erreicht. Tageslicht steht meistens ausreichend zur Verfügung – es muss nur zielgerichtet an den Arbeitsplätzen genutzt werden.

Werden Arbeitsplätze mit ausreichendem Tageslicht beleuchtet, wirkt es auch stimulierend und motivierend auf die Mitarbeiter, die in Innenräumen arbeiten. Diese Wirkung wird allein mit künstlicher Beleuchtung nicht erreicht.

Haben die Mitarbeiter zudem eine gute Sichtverbindung nach außen, erhalten sie Informationen z.B. über ihre Umgebung und das Wetter, die zu ihrem Wohlbefinden beitragen.

Außerdem können wirtschaftliche Vorteile, z.B. durch Einsparung von Energiekosten für die künstliche Beleuchtung erreicht werden. Negative Auswirkungen und Kosten, die durch einen unangemessenen Wärmeeintrag verursacht werden, lassen sich durch eine gezielte Planung gering halten und oftmals vermeiden.

3. Was sagt der Gesetzgeber?

Auf Grund der positiven Wirkungen des Tageslichts für die Gesundheit des Menschen, stellt auch die Arbeitsstättenverordnung besondere Anforderungen an die Nutzung des Tageslichts.

Auszug aus dem Anhang der Arbeitsstättenverordnung

„ 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 A 3.4 „Beleuchtung“ konkretisiert diese Anforderung der Arbeitsstättenverordnung.

Die BG-Regel „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ (BGR 131) greift diese Forderungen auf und betont zudem die Bedeutung der Sichtverbindung nach außen.

4. Was bedeutet möglichst ausreichendes Tageslicht?

Ausreichendes Tageslicht wird erreicht, wenn das Verhältnis von lichtdurchlässiger Fläche (z.B. von Fenstern, Türen, Wänden, Dachoberlichtern) zur Raumgrundfläche mindestens 1 : 10 beträgt. Für Räume mit höheren Sehanforderungen ist von einem Verhältnis von 1 : 5 auszugehen. Dabei sind bestimmte Randbedingungen (z.B. keine Verbauung) Voraussetzung. Um auch die geforderten Beleuchtungsstärken an den Arbeitsplätzen ausschließlich mit Tageslicht zu erreichen, sind weitere Faktoren maßgeblich (siehe hierzu Abschnitt 9).

Nicht zu jeder Tages- und Jahreszeit besteht die Möglichkeit, die Arbeitsplätze ausschließlich mit Tageslicht genügend zu beleuchten. Werden die geforderten Beleuchtungsstärken allein durch das Tageslicht nicht erreicht, soll die künstliche Beleuchtung zugeschaltet werden. Aber auch dann kann der Tageslichtanteil aktivierend, leistungs- und gesundheitsfördernd wirken. Ob diese positiven Wirkungen erreicht werden, hängt von mehreren Einflussfaktoren ab, z.B. der spektralen Zusammensetzung und der Helligkeit des Lichts. Jedoch fehlen diesbezüglich noch ausreichend abgesicherte und detaillierte Erkenntnisse.

Arbeitsräume können mit Hilfe des Tageslichtquotienten auf ausreichendes Tageslicht überprüft werden.

Der Tageslichtquotient ist das Verhältnis der Beleuchtungsstärke an einem Punkt im Innenraum zur Beleuchtungsstärke im Freien ohne Verbauung bei vollständig bedecktem Himmel gemessen zum gleichen Zeitpunkt (siehe Bild 2).

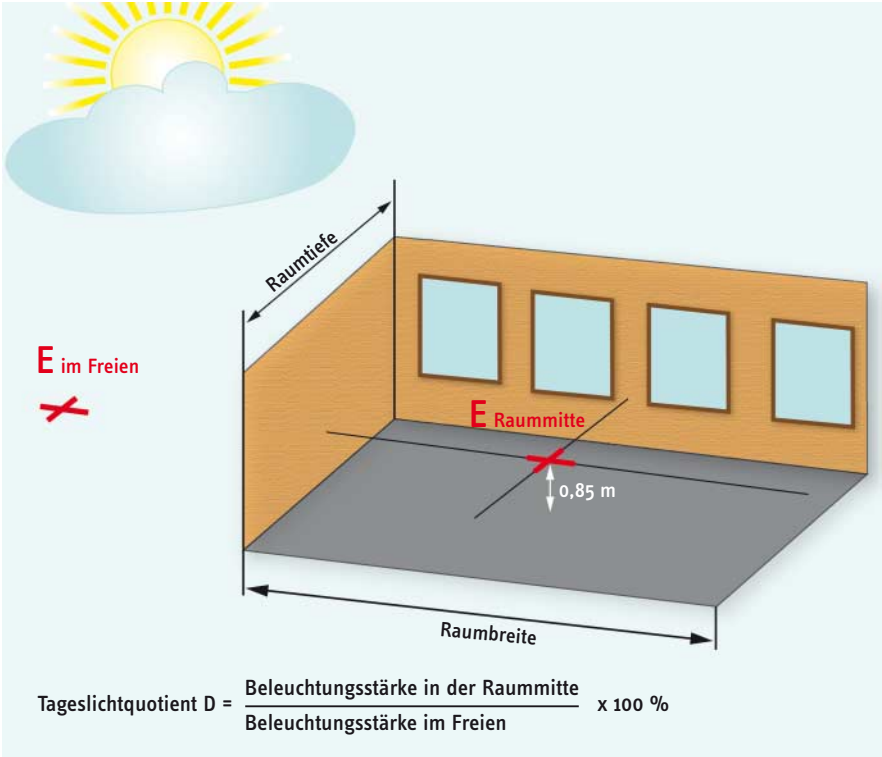


Bild 2: Ermittlung des Tageslichtquotienten

Es wird ein Tageslichtquotient größer als 2 % in Raummitte empfohlen. Für Büros und ähnliche Arbeitsräume ist ein Tageslichtquotient von 3 % in der Raummitte sinnvoll. In Großraumbüros mit Fenstern in nur einer Fassade wird dieser Tageslichtquotient jedoch nur schwer erreichbar sein. Auch in Hallen, größeren Werkstätten und ähnlichen Räumen mit großer Grundfläche, die nur durch Fenster beleuchtet werden, wird ein Tageslichtquotient von 2 % nur schwer erreichbar sein.

Unter Frage 16 wird beschrieben, wie den negativen Einflüssen durch Mangel an Tageslicht durch eine günstige Gestaltung der künstlichen Beleuchtung entgegengewirkt werden kann.

5. Durch welche Faktoren wird der Tageslichteinfall durch Fenster bestimmt?

Wie viel Tageslicht ein Arbeitsplatz erhält, hängt neben natürlichen Faktoren, wie der Jahres- und Tageszeit sowie der Bewölkung, auch von Faktoren ab, die bei der Gestaltung der Arbeitsräume und der Gebäude berücksichtigt werden sollten.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, unter welchen Bedingungen sich die Helligkeit am Arbeitsplatz bei Tageslichtbeleuchtung durch Fenster verringert.

Einflussfaktoren	Helligkeit am Arbeitsplatz ist geringer, ...
Fenster	<ul style="list-style-type: none">• je kleiner die Fenster sind• je größer der Anteil von Rahmen und Versprossung ist• bei ungünstiger Anordnung der Fenster (siehe Abschnitt 12)• wenn beschichtete oder gefärbte Verglasungen eingesetzt werden (z.B. Sonnenschutz- und Wärmeschutzverglasungen)• bei Mehrfachverglasungen (z.B. Doppelglasfassaden)• je öfter Sonnenschutzvorrichtungen genutzt werden müssen• je stärker die Fenster verschmutzt sind
Lage des Arbeitsplatzes	<ul style="list-style-type: none">• je weiter sich der Arbeitsplatz in der Raumentiefe befindet
Innenraumgestaltung	<ul style="list-style-type: none">• je dunkler die Raumflächen (Decken, Wände, Böden) und große Oberflächen von z.B. Möbeln gestaltet sind• wenn z.B. durch Pflanzen, Stellwände oder größere Einrichtungen das Tageslicht am Arbeitsplatz abgeschattet wird• je stärker größere Flächen im Raum verschmutzt sind
Architektonische Gestaltung des Gebäudes	<ul style="list-style-type: none">• bei Verbauungen über den Fenstern (z.B. Balkone, Kragplatten)• bei zurückgesetzten Fenstern• bei niedrigen Sturzunterkanten oder hohen Brüstungshöhen der Fenster• wenn die Arbeitsräume hin zu Innenhöfen, Atrien, Lichtschächten oder in zurückgesetzten Gebäudeteilen liegen

Einflussfaktoren	Helligkeit am Arbeitsplatz ist geringer, ... (Fortsetzung)
Bebauung und Bepflanzung	<ul style="list-style-type: none"> • je höher, größer und je näher Gebäude in der Umgebung sind • je höher, größer, näher und dichter bewachsen Pflanzen in der Umgebung sind
Ausrichtung des Gebäudes	<ul style="list-style-type: none"> • bei Nord-, Nordost- oder Nordwestausrichtung der Arbeitsräume. Anmerkung: Trotzdem kann diese Lage wegen der geringeren Blendung vorteilhaft sein

6. Welchen Einfluss haben bauliche Bedingungen auf den Tageslichteinfall?

Beispiel A Raum, z.B. Zwei-Personen-Büro

Bei diesem Beispiel, das den Einfluss der baulichen Bedingungen für einen Raum auf den Tageslichteinfall zeigt, wird von folgenden Rahmenbedingungen ausgegangen:

- Breite 5,50 m, Tiefe 6,60 m, Höhe 2,70 m
- Ausrichtung der Fassade mit den Fenstern: Süd
- bedeckter Himmel mit 10.000 Lux horizontale Beleuchtungsstärke
- mit möglichen Anordnungen von Arbeitsplätzen in der Raumtiefe (3 Arbeitstische)

Büroraum mit Fenstern in einer Fassade



Der Arbeitsplatz, der am weitesten vom Fenster entfernt ist, erhält deutlich weniger Tageslicht als der fensternehe Arbeitsplatz.

Büroraum mit Fenstern bis zum Boden



Bei Fenstern, die bis zum Boden reichen, erhöht sich die Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsebene (Arbeits-tisch) nicht relevant. Auch hier erhält der Arbeitsplatz in der Raumtiefe wenig Tageslicht. Jedoch sind die Wärmeeinträge im Sommer und die Wärmeverluste im Winter höher.

Büroraum mit Fenstern in einer Fassade und gegenüber hoch liegenden Fenstern



Durch die zusätzlichen hoch liegenden Fenster auf der anderen Raumseite wird die Beleuchtungsstärke in der Raumtiefe deutlich angehoben. Die hoch liegenden Fenster ersetzen aber keine Fenster mit Sichtverbindung nach außen.

Büroraum mit Fenstern in einer Fassade mit gegenüberliegender Bebauung



Durch eine Bebauung (hier gegenüberliegendes Gebäude mit 10 m Höhe, 8 m Abstand) wird der Tageslichteinfall vor allem im Erdgeschoss deutlich eingeschränkt.

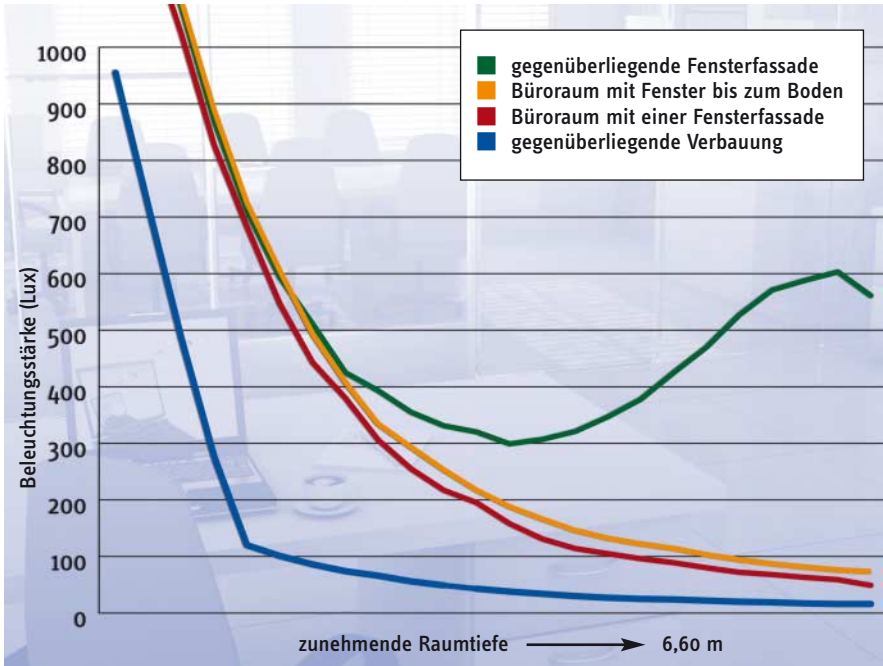


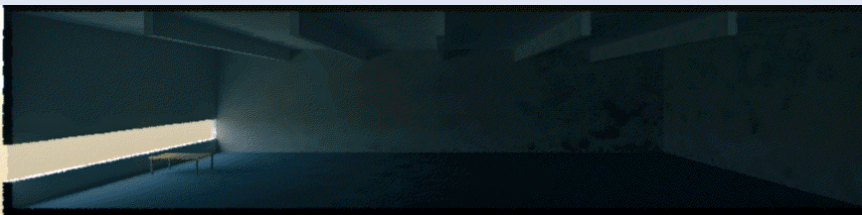
Bild 3: Verlauf der Beleuchtungsstärken für die verschiedenen baulichen Bedingungen im Vergleich

Beispiel B Halle, z.B. Produktionshalle

Bei diesem Beispiel, das den Einfluss der baulichen Bedingungen auf den Tageslichteinfall für eine Produktionshalle zeigt, wird von folgenden Rahmenbedingungen ausgegangen:

- Breite 15 m, Tiefe 30 m, Höhe 7 m
- Ausrichtung der Fassade mit den Fenstern: Süd
- bedeckter Himmel mit 10.000 Lux horizontale Beleuchtungsstärke

Produktionshalle mit Fenstern in einer Fassade



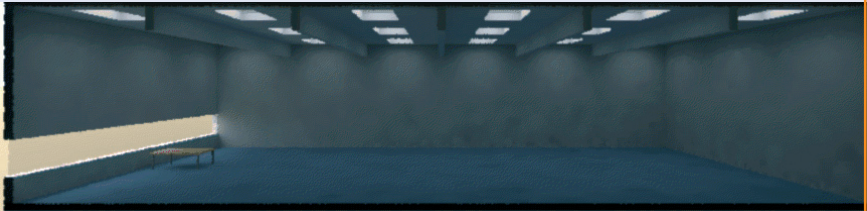
Der Tageslichteinfall in der Halle ist sehr gering. Nur Arbeitsplätze die in unmittelbarer Fensternähe liegen, erhalten ausreichend Tageslicht. Die Hallendecke wird durch die niedrig liegenden Fenster kaum aufgehell.

Produktionshalle mit Fenstern in einer Fassade und gegenüber hoch liegenden Fenstern



Durch die zusätzlichen, hoch liegenden Fenster wird auch die Hallendecke etwas aufgehell. Arbeitsplätze in der Hallenmitte erhalten etwas mehr Tageslicht.

Produktionshalle mit Fenstern in einer Fassade und Dachoberlichtern (Lichtkuppeln)



Durch die Lichtkuppeln ist der Tageslichteinfall wesentlich höher und gleichmäßiger. Alle Arbeitsplätze erhalten Tageslicht. Die Hallendecke erscheint im Bereich der Lichtkuppeln hell.

Produktionshalle mit Fenstern in einer Fassade und einem nach Norden orientierten Sheddach



Durch das Sheddach ist der Tageslichteinfall hoch. Die Halle erhält das diffuse Himmelslicht aus Norden, das nicht blendet. Das Licht fällt zum einen Teil direkt in den Raum. Zum anderen Teil wird das Licht an die lichtundurchlässigen Deckenbereiche gestrahlt und hellt sie auf. Von dort aus wird das Tageslicht in die Halle reflektiert.

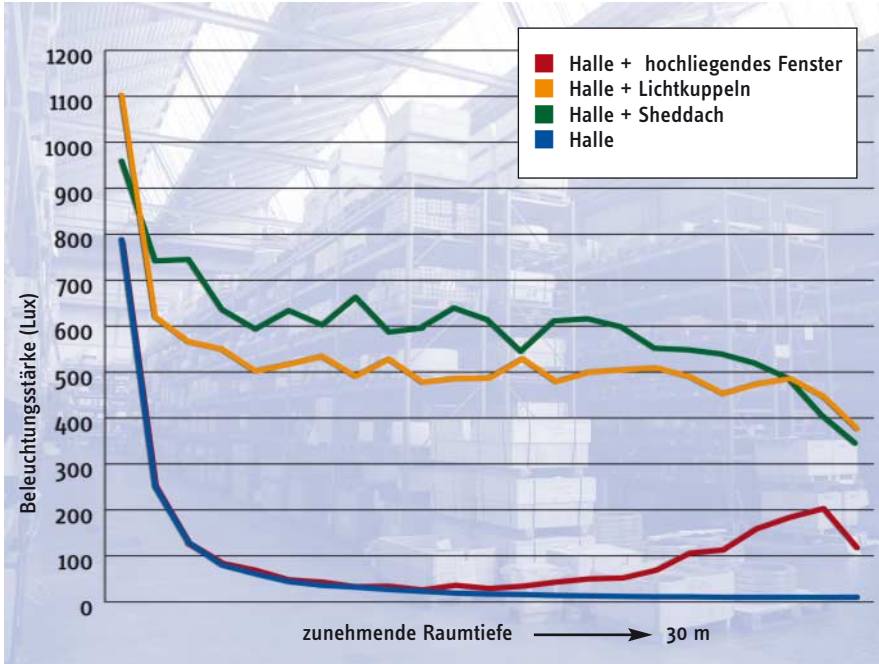


Bild 4: Verlauf der Beleuchtungsstärken in einer Halle für die unterschiedlichen baulichen Bedingungen im Vergleich

7. Welchen Einfluss haben Bewölkung und Jahreszeit auf den Tageslichteinfall?

Beispiel C kleiner Raum z.B. Zweipersonenbüro

Bei diesem Beispiel, das den Einfluss der Bewölkung und Jahreszeit auf den Tageslichteinfall zeigt, wird beispielhaft von folgenden Rahmenbedingungen ausgegangen:

- Breite 5,50 m, Tiefe 6,60 m, Höhe 2,70 m
- eine Fassade mit den Fenstern, Ausrichtung: Süd
- Tageszeit: 12:00 Uhr
- mit möglichen Anordnungen von Arbeitsplätzen in der Raumtiefe (3 Arbeitstische)

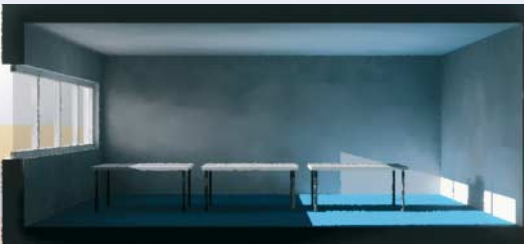
Juni, klarer Himmel mit Sonnenschein



September, klarer Himmel mit Sonnenschein



Dezember, klarer Himmel mit Sonnenschein



Je tiefer die Sonne steht, umso weiter scheint sie in den Raum und erzeugt sehr hohe Beleuchtungsstärken weit über 1 000 Lux. Die Benutzung der Sonnenschutzvorrichtungen kann erforderlich sein, um störende Blendung zu vermeiden. Dadurch wird jedoch der Lichteinfall reduziert.

alle Jahreszeiten, bedeckter Himmel



Die Beleuchtungsstärke nimmt kontinuierlich mit zunehmender Raumtiefe ab. Sonnenschutzvorrichtungen müssen nicht benutzt werden.

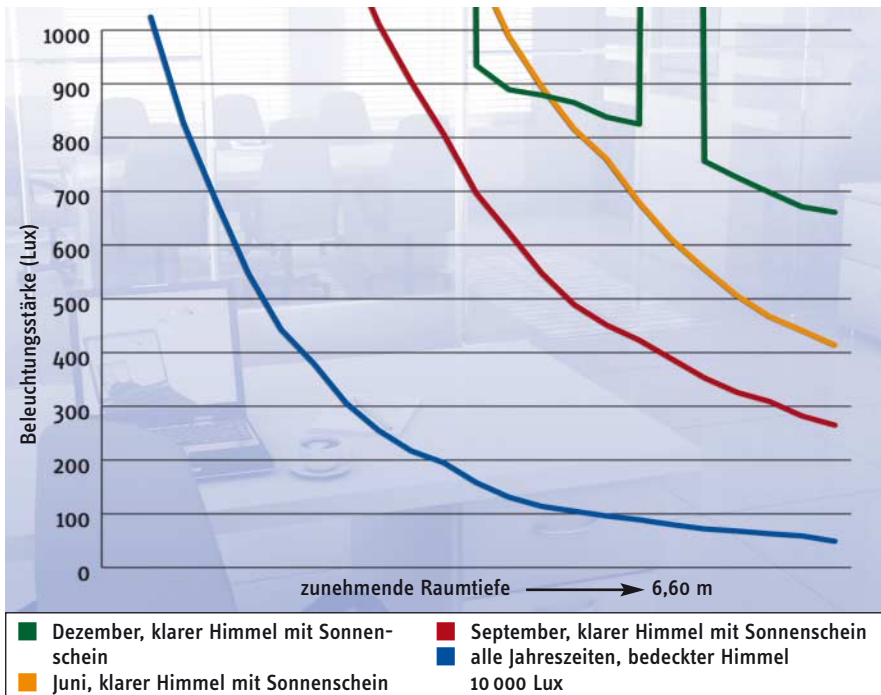


Bild 5: Südfassade, Verlauf der Beleuchtungsstärken für verschiedenen Jahreszeiten und Bewölkungssituationen im Vergleich

8. Welche Beleuchtungsstärken werden durch Fenster und Dachoberlichter erreicht?

Die nachfolgende Tabelle zeigt, welcher Anteil an Fenster- bzw. Dachoberlichtflächen in Bezug zur Grundfläche notwendig ist, um die angegebenen horizontalen Beleuchtungsstärken zu erreichen.

Von folgenden Faktoren wird bei den Beispielen ausgegangen:

Beleuchtungsstärke im Freien:

- 5 000 Lux (horizontal)
An 85 % aller Tage im Jahr liegen die Beleuchtungsstärken im Freien von 8 Uhr bis 17 Uhr bei mindestens 5 000 Lux.

Faktoren bei der Tageslichtbeleuchtung mit Fenstern:

- farbneutrale Verglasung der Fenster
- Lichtdurchlass (Lichttransmissionsgrad) ca. 65 bis 75 %
- normal geschnittene Räume (Verhältnis Breite : Tiefe etwa 1 : 2)
- Breite der Fensterfront etwa Raumbreite
- Breite und Höhe der Fenster etwa 1,5 m bis 2,5 m
- Brüstungshöhe etwa 0,90 m
- Fensteroberkante deckennah
- keine Abschattung durch Verbauung oder Pflanzen

Faktoren bei der Tageslichtbeleuchtung mit Dachoberlichtern:

- gleichmäßige Verteilung der Dachoberlichter
- farbneutrale, opale (milchig trübe) Materialien
- Lichtdurchlass (Lichttransmissionsgrad) ca. 65 bis 75 %
- Hallenhöhen ca. 7 m

Tabelle 1: Notwendiger Anteil der lichtdurchlässigen Fläche in Bezug zur Grundfläche zur Erreichung horizontaler Beleuchtungsstärken

Beleuchtungsstärke	Beispiele	Anteil lichtdurchlässige Fensterfläche/Grundfläche des Raumes bei außen 5 000 Lux	Anteil lichtdurchlässige Dachoberlichtfläche/Grundfläche des Raumes bei außen 5 000 Lux
50 Lux	<ul style="list-style-type: none"> • Wartungsgänge • Verfahrenstechnische Anlagen mit Fernbedienung 	1 : 10 bis ca. 3 m Raumtiefe	1 : 10
150 Lux	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsflächen und Flure mit Fahrverkehr 	1 : 7 bis ca. 3 m Raumtiefe	1 : 8
200 Lux	<ul style="list-style-type: none"> • Kantinen • Sanitärräume 	1 : 6 bis ca. 3 m Raumtiefe	1 : 7
300 Lux	Arbeitsplätze ohne besondere Sehanforderungen <ul style="list-style-type: none"> • grobe Montage- und Maschinenarbeiten • Verkaufsbereiche • Versand- und Verpackung 	1 : 5 bei fensternaher Anordnung des Arbeitsplatzes	1 : 6
500 Lux	Arbeitsplätze mit höheren Sehanforderungen <ul style="list-style-type: none"> • mittelfeine Maschinen- und Montagearbeiten • Büroarbeitsplätze • feine Montagearbeiten • Sortieren • Karosseriebau • Kassenbereiche • Laboratorien • Küchen 	1 : 5 bei Anordnung des Arbeitsplatzes mit einem Abstand von 0,50 m (Bediengang) vom Fenster	1 : 5

Beispielrechnung zum Nachweis für den notwendigen Anteil der lichtdurchlässigen Flächen

Beispiel: Laborraum

Raubbreite:	3,75 m
Raumtiefe:	5,25 m
Fensterbrüstungshöhe:	0,90 m
Fensterfläche (Rohbaumaß)	5,50 m ²
Faktor zur Berücksichtigung des Rahmenanteils der Fenster	0,75

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

Ergebnis: Die Verglasungsfläche beträgt 21 %, also etwa 1 : 5 der Raumgrundfläche. Dies entspricht mehr als 1 : 10 der Raumgrundfläche. Man kann davon ausgehen, dass an fensternahen Arbeitsplätzen an 85 % aller Tage im Jahr zwischen 8 Uhr und 17 Uhr eine Beleuchtungsstärke von mindestens 500 Lux erreicht wird.

9. Was kann man nachträglich tun, wenn nicht genügend Tageslicht am Arbeitsplatz ankommt?

Wenn Arbeitsplätze in bereits bestehenden Gebäuden eingerichtet sind bzw. eingerichtet werden sollen, können bauliche Maßnahmen, um den Tageslichereinfall zu erhöhen, meist nur noch mit unverhältnismäßig hohem Aufwand oder nicht mehr durchgeführt werden. Dennoch gibt es Möglichkeiten, das Tageslicht an den Arbeitsplätzen besser zu nutzen, z.B.

- Arbeitsplätze fensternah anordnen
- Hohe und dicht wachsende Pflanzen zurückschneiden
- Fenster und Dachoberlichter regelmäßig reinigen
- helle Gestaltung von Decken, Wänden und großflächigen Einrichtungen in den Arbeitsräumen sowie regelmäßige Renovierung bzw. Reinigung (wirkt sich auch bei der Nutzung der künstlichen Beleuchtung aus)

Erhalten Mitarbeiter an ihren Arbeitsplätzen nicht ausreichend Tageslicht, besteht die Möglichkeit, Alternativen zu schaffen. So ist es sinnvoll, Besprechungsräume, Pausenräume, Kantinen, Flure, Treppenhäuser usw. mit möglichst viel Tageslicht zu beleuchten und dort die Sichtverbindung nach außen zu ermöglichen.

10. Was ist zu beachten, damit Tageslicht die Mitarbeiter nicht stört?

Tageslicht hat hauptsächlich positive Effekte, kann aber auch stören. Zum Beispiel können Reflexionen und Blendungen die Sehaufgaben erschweren und es kann zu Fehlern kommen. Außerdem führen zu hohe Wärmeeinträge durch Sonnenstrahlung zu einer übermäßigen Aufheizung der Arbeitsräume.

Es ist wichtig, sorgfältig abzuwägen, in welchem Maße das einfallende Tageslicht zum Wohlbefinden der Mitarbeiter und zur Beleuchtung beiträgt oder inwieweit es zu Blendung und erhöhten Wärmeeinträgen führt. Solche Vorüberlegungen vermeiden unnötige Kosten z.B. für eine zusätzliche Raumklimatisierung.

An Fenstern und an Dachoberlichtern mit Einfall von direktem Sonnenlicht sollten Sonnenschutzvorrichtungen vorgesehen werden. Für Arbeitsräume mit Bildschirmarbeitsplätzen fordert die Bildschirmarbeitsverordnung an allen Fenstern geeignete, verstellbare Vorrichtungen, durch die sich Blendungen und störender Lichteinfall vermeiden lassen.

Sonnenschutzvorrichtungen an Fenstern werden entsprechend ihrer Bauart unterschieden in:

- innen liegend
- zwischen den Fensterscheiben liegend
- außen liegend

Der innen liegende Sonnenschutz schützt wenig vor Wärmeeinträgen. Er ist in erster Linie als Blendschutz wirksam. Außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen schützen dagegen wirkungsvoller vor Wärmeeinstrahlung.

Sonnenschutzvorrichtungen sollten verstellbar sein, das heißt geöffnet und geschlossen sowie für die Sichtverbindung nach außen individuell und entsprechend dem jeweiligen Sonnenstand eingestellt werden können. Dabei sollte der Raum zweckmäßigerweise nicht soweit verdunkelt werden, dass die künstliche Beleuchtung zugeschaltet werden muss. Vorteilhaft sind zweigeteilte Sonnenschutzvorrichtungen, die im unteren Bereich geschlossen werden können, während im oberen Bereich noch das Tageslicht einfällt. Eine für sie günstige Einstellung der Sonnenschutzvorrichtungen sollten die Mitarbeiter selbst vornehmen können.

In der BG-Information „Sonnenschutz im Büro – Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen“ (BGI 827) finden Sie weitere Informationen und Auswahlkriterien für geeignete Sonnenschutzvorrichtungen.

Bei Dachoberlichtern kann die Blendung auch durch lichtstreuende Materialien begrenzt werden.

11. Warum ist die Sichtverbindung nach außen wichtig?

Auch wenn die neue Arbeitsstättenverordnung eine „Sichtverbindung nach außen“ nicht mehr explizit fordert, ist sie dennoch von hoher Bedeutung für das Wohlbefinden der Mitarbeiter. Sie nehmen darüber die unmittelbare Umgebung des Gebäudes wahr und erhalten wesentliche Informationen. Es sind nicht nur solche über Tages- und Jahreszeit, sondern auch die kleinen Informationen z.B. zu Wetter, Wind und Geschehen in der Umgebung, die eine „Antenne nach außen“ darstellen. Sie verhindern das Gefühl des Eingeschlossenseins, den so genannten „Bunkereffekt“.

Deshalb sollten die Mitarbeiter an den Arbeitsplätzen, aber auch in Besprechungs- und Pausenräumen nach außen schauen können.

Die Sicht nach außen sollte durch klare Verglasungen in Augenhöhe verzerrungsfrei und ohne farbliche Verfälschungen möglich sein **b c** E in Oberlicht in Dach oder Wand erfüllt die Funktion der Sichtverbindung nach außen meist nicht **d**.

Neben ausreichend großen lichtdurchlässigen Flächen sollten für eine gute Sichtverbindung nach außen auch folgende Maße berücksichtigt werden:

- Brüstungshöhe, Höhe der Unterkante des durchsichtigen Teils eines Fensters über dem Raumfußboden, je nach überwiegender Tätigkeit im Sitzen oder Stehen zwischen 0,85 m und 1,25 m
- Die Breite des durchsichtigen Teils eines Fensters mindestens 1 m
- Die Höhe des durchsichtigen Teils eines Fensters mindestens 1,25 m

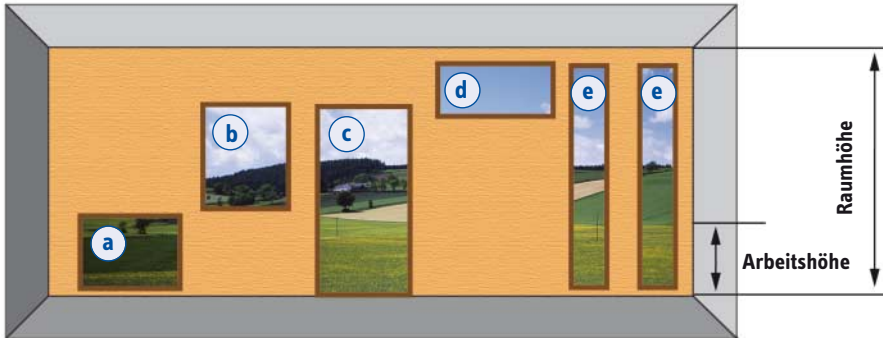


Bild 6: Beitrag unterschiedlicher Fensterflächen zum Tageslichteinfall und zur Sichtverbindung nach außen

Für die Beleuchtung mit Tageslicht von Arbeitsplätzen sind Fensterflächen unterhalb der Arbeitshöhe (a) und teilweise (c) wenig relevant, da sie kaum zur horizontalen Beleuchtungsstärke im Arbeitsbereich beitragen.

Hoch liegende Fenster (d) tragen zur Beleuchtung in der Raumtiefe bei, jedoch kaum zur Sichtverbindung nach außen.

Sehr schmale Fenster (e) wirken sich ungünstig auf die Sichtverbindung nach außen aus.

In Produktionsstätten lassen sich diese Vorgaben für eine gute Sichtverbindung nach außen aus betrieblichen Gründen nicht immer umsetzen.

12. Wie wirkt sich die Verglasungsart der Fenster auf den Tageslichteinfall aus?

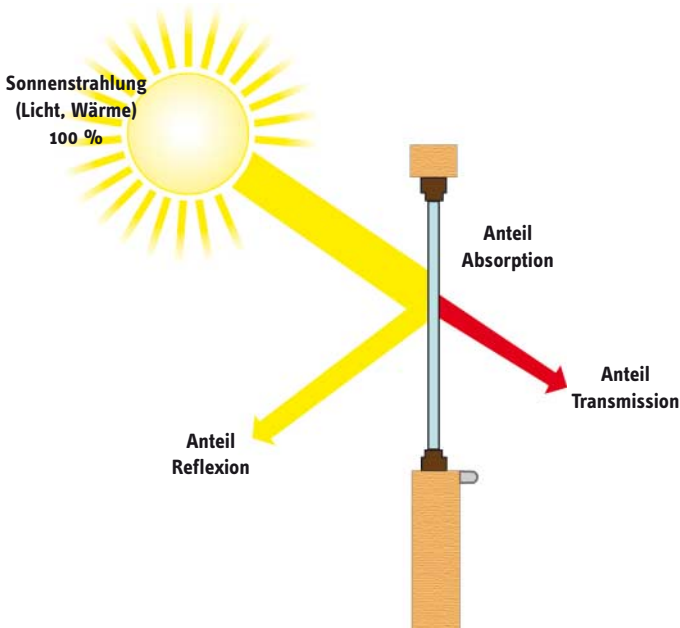


Bild 7: Schematische Darstellung der Durchlässigkeit (Transmission) des Fensters für Licht und Wärmestrahlung

Tabelle 2: Licht- und Wärmedurchlässigkeit für verschiedene Verglasungsarten

Verglasungsart	Lichtdurchlässigkeit (Lichttransmissionsgrad)	Wärmedurchlässigkeit (Gesamtenergiedurchlassgrad)	Farbneutralität
2-Scheiben-Isolierverglasung	0,80	0,75	
Sonnenschutzverglasung	0,40 bis 0,66	0,23 bis 0,38	ggf. nicht farbneutral
Wärmeschutzverglasung	0,50 bis 0,75	0,50 bis 0,71	ggf. nicht farbneutral

Die Lichtmenge, die in die Arbeitsräume einfällt, wird bestimmt durch die Größe der lichtdurchlässigen Fensterfläche, deren Verglasungsart und der Lage der Fenster.

Für die meisten Fenster beträgt die lichtdurchlässige Fensterfläche ca. 75 % der Rohbauöffnung.

Die Verglasungsart bestimmt die Licht- und Wärmedurchlässigkeit (siehe Tabelle 2) und sie kann die Farbe des einfallenden Lichtes verändern. Für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen mit Tageslicht sollten vorzugsweise Verglasungen mit einem Lichtdurchlassgrad im sichtbaren Spektrum von ca. 65 bis 75 % verwendet werden.

Verglasungen, die den Farbeindruck bei der Sicht nach außen stark verändern sind nicht zu empfehlen. Der Unterschied zwischen dem, was man sieht und dem was man erwarten würde, wirkt auf viele Menschen belastend.

13. Welche Arten von Dachoberlichtern gibt es?

Dachoberlichter werden meist eingesetzt, um z.B. Produktionshallen großflächig auszu-
leuchten. Sie können als einzelne Lichtkuppeln, zusammenhängende Lichtbänder oder
Sheddächer ausgeführt sein.

Lichtkuppeln

Lichtkuppeln werden einzeln in das Dach eingesetzt. Sie bestehen meist aus lichtdurch-
lässigen klaren oder opalen Kunststoffen und werden in verschiedenen Formen ange-
boten (z.B. rund, quadratisch, pyramidenförmig). Mit Lichtkuppeln lassen sich einzelne
Bereiche in Innenräumen auch gezielt ausleuchten.



Bild 8: Lichtkuppeln zur Beleuchtung einer Halle.

Lichtbänder

Für die Beleuchtung von Verkehrswegen oder in Gebäuden mit Arbeitsplätzen, die hintereinander in einer Reihe angeordnet sind (z.B. Fließfertigung) sind Lichtbänder gut geeignet. Sie führen zu einer gleichmäßigen Ausleuchtung. Ihr geringes Eigengewicht kann bei einem nachträglichen Einbau vorteilhaft sein.



Bild 9: Beleuchtung mit Lichtband

Kombination aus Lichtkuppeln und Lichtbändern

In der Praxis hat es sich bewährt, Lichtbänder und Lichtkuppeln zweckmäßig zu kombinieren.



Bild 10: Kombination von Lichtkuppeln und -bändern

Sheddächer

Ein Sheddach ist eine Form der Dachkonstruktion, die vor allem bei großflächigen Bauten, wie zum Beispiel Fabrikhallen, zum Einsatz kommt. Durch mehrfaches Hintereinandersetzen von kleinen, satteldachartigen Aufbauten bleibt die Dachhöhe insgesamt gering. Die Neigung der beiden Seiten der Aufbauten ist in der Regel verschieden. Die steile bzw. vertikale Seite wird meist in Glas ausgeführt und ist nach Norden ausgerichtet, damit das Sonnenlicht nicht direkt einfällt. Dadurch werden Blendung und Wärmeeinträge gering gehalten.



Bild 11: Nutzung des Tageslichts in einem Lager durch ein Sheddach.

14. Durch welche Faktoren wird der Tageslichteinfall durch Dachoberlichter bestimmt?

Der Tageslichteinfall durch Dachoberlichter wird durch die Größe und die Lage sowie das Material der lichtdurchlässigen Fläche bestimmt. Die Lichtdurchlässigkeit (Lichttransmissionsgrad) von Dachoberlichtern beträgt ca. 60 bis 70 %.

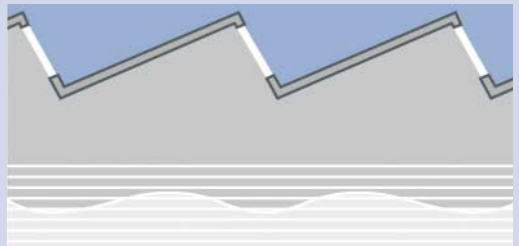
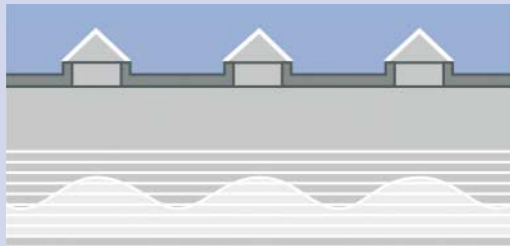
Die Verteilung der Dachoberlichter bestimmt die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung durch Tageslicht. Hierbei wirken sich mehrere kleine Lichtöffnungen günstiger auf die Gleichmäßigkeit als wenige große aus.



Bild 11: Anordnung, Größe und Anzahl der Dachoberlichter bestimmen die Verteilung des Tageslichts im Raum.

Um im Sommer eine zu große Wärmeeinstrahlung zu verhindern, kann man die Faustregel heranziehen: Die Breite von Dachoberlichtern sollte immer kleiner sein als die Hälfte der Raumhöhe.

Sheddächer sind hinsichtlich des Lichteinfalls anders zu betrachten. Hier spielen die Himmelsrichtung und die Reflektion an der lichtundurchlässigen Fläche eine wichtige Rolle.



15. Wann sollten Fenster, wann Dachoberlichter verwendet werden?

Die Auswahl von Fenstern und Dachoberlichtern sollte nicht nur architektonische und ästhetische, sondern vorrangig lichttechnische Gesichtspunkte berücksichtigen. Vor- und Nachteile von Fenstern und Dachoberlichtern sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 3: Beispiele für Vor- und Nachteile bei der Verwendung von Fenstern und Dachoberlichtern zur Tageslichtversorgung

	Fenster	Dachoberlicht
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz in allen Etagen möglich • zur Sichtverbindung nach außen gut geeignet • in der Regel leichter zu reinigen • weniger Blendung und Wärmeeinträge bei hoch stehender Sonne • weniger Reflexblendung auf Arbeitsvorlagen durch seitlichen Lichteinfall • individuelle Bedien - möglichkeit von Hand durch Mitarbeiter 	<ul style="list-style-type: none"> • Tageslichteinfall unabhängig von der Raumtiefe • Tageslichteinfall weitgehend unab - hängig von der Bebauung und der Bepflanzung • gleichmäßige Lichtverteilung im Raum möglich • Es kommen auch Materialien in frage, welche die äußere Umge - bung verzerren • mehr Stellflächen an den Raum - wänden • wenig Einfluss auf die Fassaden - gestaltung • bei gleicher lichtdurchlässiger Fläche, höhere Beleuchtungsstärke als beim Fenster • Weniger Blendung und Wärme - einträge bei tief stehender Sonne

	Fenster	Dachoberlicht (Fortsetzung)
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • höhere Blendung und Wärmeeinträge bei tief stehender Sonne • da der Lichteinfall vom Fenster zur Raumtiefe hin stark ab nimmt, Tageslichtnutzung nur bis zu bestimmten Raumtiefen möglich • Tageslichteinfall ggf. stark durch Bebauung und Bepflanzung eingeschränkt 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz nur in eingeschossigen Gebäuden, im Dachgeschoss oder in durchgehenden Gebäudeteilen möglich • als Sichtverbindung nach außen nur bedingt geeignet • stärkere Blendung und Wärmeeinträge bei hoch stehender Sonne • durch Lichteinfall von oben ggf. Reflexblendung auf Bildschirmen und Arbeitsvorlagen
Bevorzugte Anwendungsbereiche	<ul style="list-style-type: none"> • alle Gebäude 	<ul style="list-style-type: none"> • Gebäude mit großer Grundfläche • eingeschossige Werk- und Lagerhallen • als Ergänzung zu Fenstern

Wenn das Tageslicht nicht über Fenster oder Dachoberlichter in die Räume geführt werden kann, dann bieten spezielle Lichtleitsysteme (z.B. Light Tubes) Alternativen. Derzeit sind Lichtleitsysteme vergleichsweise kostspielig. Außerdem hat ihr Licht nicht die gleiche Wirkung, wie direkt einfallendes Tageslicht. Auf Lichtleitsysteme wird in dieser Information nicht weiter eingegangen.

16. Kann Tageslicht durch künstliches Licht ersetzt werden?

Die positiven Wirkungen des Tageslichts werden in ihrer Gesamtheit durch künstliche Beleuchtung nicht erreicht. Daher kann eine künstliche Beleuchtung das Tageslicht nicht generell ersetzen. Tageslicht ist aber nicht zu jeder Tages- und Jahreszeit ausreichend, um das notwendige Beleuchtungsniveau zu gewährleisten. Deshalb ist eine künstliche Beleuchtung erforderlich. Die Beleuchtungsanlage ist so auszulegen, dass die geforderten Beleuchtungsstärken allein durch die künstliche Beleuchtung erbracht werden können.

An Arbeitsplätzen, an denen kein ausreichendes oder gar kein Tageslicht vorhanden ist, kann durch eine besondere Gestaltung der künstlichen Beleuchtung diesem Mangel entgegengewirkt werden. z.B. durch:

- Erhöhung der Beleuchtungsstärken,
- helle Raumdecken, z.B. durch einen hohen Indirektanteil der Beleuchtung oder Lichtdecken,
- dynamisches Licht (Veränderung der Beleuchtungsstärke, Lichtfarbe und/oder Lichtverteilung entsprechend der Tages- und Jahreszeit)
sowie
- eine Kombination dieser Maßnahmen.

17. Spart Tageslicht Energiekosten?

Durch die Nutzung von Tageslicht für die Beleuchtung können Energiekosten für die künstliche Beleuchtung eingespart werden. Hierfür ist es aber erforderlich, dass bei ausreichendem Tageslicht, der Anteil der künstlichen Beleuchtung reduziert oder ausgeschaltet wird. Dies kann durch technische Einrichtungen automatisch erfolgen oder durch die Mitarbeiter selbst.

Beispiel: In Arbeitspausen wird über eine Steuerung die künstliche Beleuchtung tagsüber reduziert oder über einen Anwesenheitssensor ausgeschaltet. Bei Rückkehr der Mitarbeiter an die Arbeitsplätze kann die künstliche Beleuchtung bei Bedarf wieder zuschalten.

Durch die Nutzung des Tageslichts sollte es nicht zu unverhältnismäßig hohen Wärmeinträgen in den Arbeitsraum kommen. Daher sollten die Größe und Ausrichtung der Fenster so gewählt werden, dass das Verhältnis zwischen dem für die Beleuchtung nutzbaren Tageslicht und dem Wärmeenergieeintrag durch das Tageslicht optimal ist. Vor allem sollte auf einen geeigneten Sonnenschutz geachtet und dessen richtige Bedienung geachtet werden.

18. Fensterputzen, muss das sein?

Wenn Fenster und Dachoberlichter im Laufe der Zeit verschmutzen, verringert sich dadurch der Tageslichteinfall. Die Tabelle zeigt, dass sich z. B. bei starker Verschmutzung der Fenster innen und außen der Lichteinfall um die Hälfte reduzieren kann. Daher ist eine regelmäßige Reinigung der Fenster und Dachoberlichter erforderlich.

Tabelle 3: Minderung des Tageslichteinfalls in Abhängigkeit der Verschmutzung der Fenster (Anhaltswerte in Anlehnung an DIN 5034-3)

Verschmutzung der Fenster auf der		Minderung des Tageslichteinfalls um
Außenfläche	Innenfläche	
gering	gering	10 %
	mittel	20 %
	stark	30 %
mittel	gering	20 %
	mittel	30 %
	stark	40 %
stark	gering	30 %
	mittel	40 %
	stark	50 %

Bereits bei der Gebäudeplanung sollten für die spätere Wartung und Reinigung der Fenster und Dachoberlichter je nach Erfordernissen

- Bediengänge,
- Standorte für Wartungsgeräte oder Hebebühnen innen und/oder außen,
- sichere Aufstiege,
- Möglichkeiten zur Begehung der Dachflächen,
- Absperrungen oder Sicherheitseinrichtungen gegen Absturz von Personen,
- Befestigungspunkte für Sicherheits- oder Haltegurte

vorgesehen werden.

Durch die geneigte Ausrichtung oder die Wölbung von Dachoberlichtern reinigen sich deren Außenflächen zu einem großen Teil durch den auftreffenden Regen selbst.

19. Wo kann man mehr erfahren?

- BGR 131 „Natürliche und künstlich Beleuchtung von Arbeitsstätten“, Teile 1 und 2, DGUV
www.dguv.de
- BGI 827 „Sonnenschutz im Büro – Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen“, VBG
www.vbg.de
- BGI 856 „Beleuchtung im Büro – Hilfen für die Planung der künstlichen Beleuchtung in Büroräumen“, VBG
www.vbg.de
- Fachveröffentlichung „Die Beleuchtung von Arbeitsplätzen mit Tageslicht“
Tageslicht Heft 3/2006 FVLR (Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V.)
www.fvlr.de

Für die Berechnungen und die Erstellung der Bilder für die Fragen 6 und 7 bedanken wir uns bei der Firma ALware
www.alware.de



**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung (DGUV)**

Mittelstraße 51
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

BGI/GUV-I 7007 Februar 2009

