

Tageslicht in Innenräumen

Teil 3: Berechnung

DIN
5034-3

ICS 91.160.10

Ersatz für Beiblatt 1 zu
DIN 5034 : 1963-11

Deskriptoren: Tageslicht, Innenraum, Berechnung, Lichttechnik

Daylight in interiors — Part: 3 calculation

Zu den Normen der Reihe DIN 5034 „Tageslicht in Innenräumen“ gehören:

- DIN 5034-1 Tageslicht in Innenräumen; Allgemeine Anforderungen
 DIN 5034-2 Tageslicht in Innenräumen; Grundlagen
 DIN 5034-3 Tageslicht in Innenräumen; Berechnung
 DIN 5034-4 Tageslicht in Innenräumen; Vereinfachte Bestimmung von Mindestfenstergrößen für Wohnräume
 DIN 5034-5 Tageslicht in Innenräumen; Messung
 DIN 5034-6 (z.Z. Entwurf) Tageslicht in Innenräumen; Vereinfachte Bestimmung zweckmäßiger Abmessungen von Oberlichtöffnungen in Dachflächen

Inhalt

Seite

1 Anwendungsbereich und Zweck	2
2 Begriffe und Formelzeichen zur geometrischen Darstellung	2
3 Tageslichtquotient	4
3.1 Anteile	4
3.2 Minderungsfaktoren	4
3.3 Berechnung des Himmelslichtanteils des Tageslichtquotienten D_{Hr}	4
3.4 Berechnung des Außenreflexionsanteils des Tageslichtquotienten D_{Vr}	5
3.5 Berechnung des Direktanteils des Tageslichtquotienten $D_{dir,r}$	5
3.5.1 Volumenstreuende Verglasungen	6
3.5.2 Durchsichtige und oberflächenstreuende Verglasungen	6
3.6 Berechnung des Innenreflexionsanteils des Tageslichtquotienten D_{Rr}	6
3.6.1 Durchsichtige und oberflächenstreuende Verglasungen	6
3.6.2 Volumenstreuende Verglasungen	6
3.7 Mittelwert des Tageslichtquotienten in Räumen mit Oberlichtern	6
4 Besonnungsdauer	20
5 Nutzungszeit	20
5.1 Nutzungszeit und relative jährliche Nutzungszeit	20
5.2 Berechnung der Beleuchtungsstärke im Innenraum bei mittlerem Himmel	21
5.2.1 Räume mit Fenstern	21
5.2.2 Räume mit Oberlichtern	22
5.3 Berechnung der relativen jährlichen Nutzungszeit	22
6 In den Raum eindringender Strahlungsfluß	23
Zitierte Normen und andere Unterlagen	24

Fortsetzung Seite 2 bis 24

Normenausschuß Lichttechnik (FNL) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm erlaubt die Prüfung, ob angesichts bestimmter Fenster- oder Oberlichtabmessungen die in DIN 5034 Teil 1 oder an anderer Stelle geforderten Mindestwerte des Tageslichtquotienten in Innenräumen sichergestellt sind. Außerdem dient sie der Berechnung der zu erwartenden Beleuchtungsstärken, Tageslichtquotienten und Nutzungszeiten für bestimmte Punkte eines Innenraumes auf der Basis der in DIN 5034 Teil 2 angegebenen Zusammenhänge. Dabei wird von den verschiedenen bekannten Berechnungsverfahren jeweils ein in der Praxis hinreichend bewährtes Verfahren empfohlen um sicherzustellen, daß die Ergebnisse von Tageslichtberechnungen vergleichbar sind.

Für klimatechnische und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen ist die Berechnung der durch Fenster und Oberlichter in den Raum eindringenden, von Sonne und Himmel herführende Strahlung von Bedeutung.

2 Begriffe und Formelzeichen zur geometrischen Darstellung

Es werden folgende Definitionen vereinbart und zum Teil in den Bildern 1 bis 3 näher erläutert, die der Verständigung über baulich-geometrische Zusammenhänge dienen:

A_F	Fläche der Lichtöffnungen (Rohbaumaße)
A_R	Summe aller Raumbegrenzungsflächen
A_R	$= 2 \cdot (b \cdot h + b \cdot a + h \cdot a)$ (1)
a	Raumtiefe (Begriff siehe DIN 5034 Teil 1; siehe auch Bild 2)
a_{FP}	Abstand zwischen Fensterfläche und Bezugspunkt (siehe Bild 1)
a_P	Abstand des Bezugspunktes P von der Außenfläche der Fensterwand (siehe Bild 1)
a_S	lichte Länge des Lichtschachtes
b	Raubbreite (Begriff siehe DIN 5034 Teil 1)
b_F	Fensterbreite (Rohbaumaß) (siehe Bild 3)
b_{Fl}, b_{Fr}	Fensterbreite (Rohbaumaß), gemessen in der Horizontalebene zwischen der durch den Bezugspunkt gehenden Fensternormalen und der linken bzw. rechten Kante der Fensterlaibung (siehe Bild 3)
b_S	lichte Breite des Lichtschachtes
b_{Vl}, b_{Vr}	Verbauungsbreite, gemessen als seitlicher Abstand der vertikalen (linken bzw. rechten) Verbauungskante von der durch den Bezugspunkt gehenden Fensternormalen
Bezugsebene	Die Bezugsebene ist die 0,85 m über dem Fußboden liegende horizontale Ebene (siehe Bild 2)
h	Raumhöhe
h_F	Fensterhöhe (Rohbaumaß) (siehe Bild 3)
h_{Fu}	Höhe der Fensterunterkante (siehe Bild 1)

h_S	Höhe des Lichtschachtes
$h_V(\beta)$	Höhe der Verbauung oberhalb der Bezugsebene beim Breitenwinkel β
$h_{V,0}$	Höhe der Verbauung oberhalb der Bezugsebene bei $\beta = 0$ (siehe Bild 1)
Nutzfläche	Die Nutzfläche liegt (wenn nicht anders festgelegt) in der Bezugsebene; sie wird durch einen Linienzug begrenzt, der in 1 m Abstand von den Wänden verläuft
P	Bezugspunkt, an dem der Tageslichtquotient D bestimmt werden soll
P_1, P_2	Bezugspunkte zur Bestimmung des Tageslichtquotienten im Hinblick auf die ausreichende Helligkeit in Wohnräumen nach DIN 5034 Teil 1 (siehe Bild 2)
$t_V(\beta)$	Abstand der Verbauung vom Bezugspunkt beim Breitenwinkel β (siehe Bild 1)
$t_{V,0}$	Abstand der Verbauung vom Bezugspunkt bei $\beta = 0^\circ$ (siehe Bild 1)
Verbauung	Lichthindernisse, wie Gebäude, Berge, Bäume usw., die vom jeweiligen Beobachterstandort aus Himmelsausschnitte verdecken. Bei den in dieser Norm angegebenen Berechnungen kann es erforderlich sein, die örtlich zulässige, infolge noch ausstehender Baumaßnahmen jedoch nicht erreichte Verbauung zu berücksichtigen.
α	Verbauungswinkel, von der Fenstermitte aus gerechnet (siehe Bild 1)
$\tan \alpha =$	$\frac{h_{V,0} + 0,85\text{m} - \frac{h_F}{2} - h_{Fu}}{t_{V,0} - a_{FP}}$ (2)
β	Breitenwinkel
β_{Fl}, β_{Fr}	Fensterbreitenwinkel (siehe Bild 3)
$\tan \beta_{Fl}$	$= b_{Fl} / a_P$ (3)
$\tan \beta_{Fr}$	$= b_{Fr} / a_P$ (4)
$\beta_V, \beta_{Vl}, \beta_{Vr}$	Verbauungsbreitenwinkel (siehe Bild 1)
$\tan \beta_{Vl}$	$= b_{Vl} / t_{V,0}$ (5)
$\tan \beta_{Vr}$	$= b_{Vr} / t_{V,0}$ (6)
γ_w	lichttechnisch wirksamer Neigungswinkel von Schachtwänden gegen die Horizontale (siehe Bild 5 und Bild 6)
ε_F	Fensterhöhenwinkel (siehe Bild 3)
$\tan \varepsilon_F$	$= (h_F + h_{Fu} - 0,85\text{m}) / a_P$ (7)
$\varepsilon_V(\beta)$	Verbauungshöhenwinkel beim Breitenwinkel β
$\tan \varepsilon_V(\beta)$	$= h_V(\beta) / t_V(\beta)$ (8)
	Für eine durchgehende Zeilenverbauung gilt:
$h_V(\beta)$	$= \text{const.}$
$\varepsilon_V(\beta)$	$= \varepsilon_{V,0} \cdot \cos \beta$ (9)
mit	
$\varepsilon_{V,0}$	Verbauungshöhenwinkel bei $\beta = 0^\circ$ (siehe Bild 1)

Grundriß in Bezugsebene

A - A

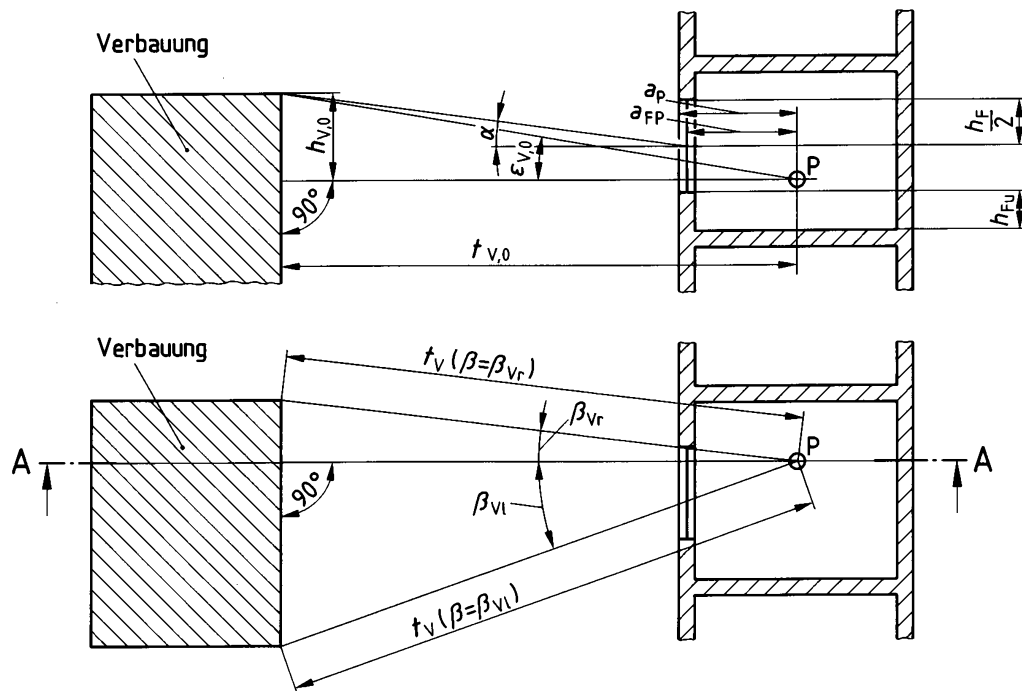


Bild 1: Formelzeichen zur geometrischen Darstellung bei Berücksichtigung einer Verbauung

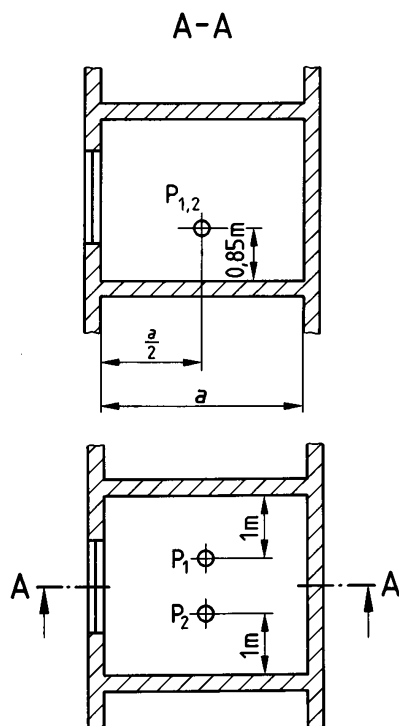


Bild 2: Lage der Bezugspunkte P_1 und P_2

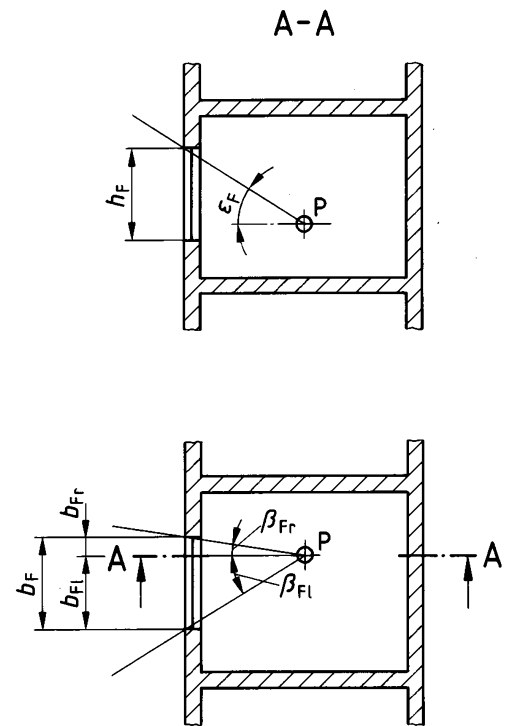


Bild 3: Geometrische Kenngrößen eines Fensters

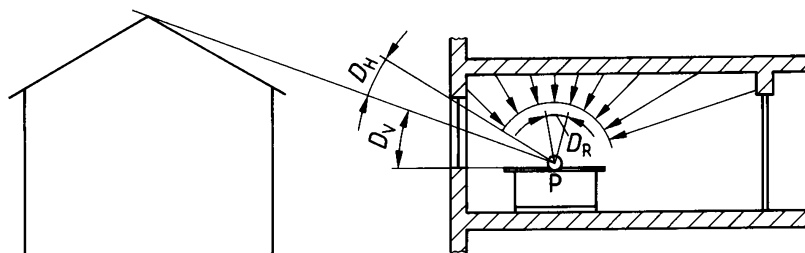


Bild 4: Anteile des Tageslichtquotienten

3 Tageslichtquotient

3.1 Anteile

Der durch klar durchsichtige Verglasung hindurch in einem Punkt erzeugte Tageslichtquotient D setzt sich zusammen aus dem direkt vom Himmel erzeugten Himmelslichtanteil D_H , dem durch Reflexion an Verbauung, Gelände usw. erzeugten Außenreflexionsanteil D_V und dem durch Reflexion an den Rauminnenflächen erzeugten Innenreflexionsanteil D_R , wie es Bild 4 am Beispiel eines Raumes mit einseitiger Fensteranordnung zeigt:

$$D = D_H + D_V + D_R \quad (10)$$

Bei Tageslichtquotienten, die durch stark lichtstreuende Verglasungen erzeugt werden, fallen die Außenanteile D_H und D_V zum direkt erzeugten Anteil D_{dir} zusammen:

$$D = D_{dir} + D_R \quad (11)$$

3.2 Minderungsfaktoren

Bei der Berechnung des Tageslichtquotienten D wird die Lichtminderung durch Verglasung, Konstruktionsteile und Verschmutzung berücksichtigt. Im Rahmen der Bauplanung werden jedoch meist die Rohbaumaße zugrunde gelegt und deswegen zunächst der Tageslichtquotient D_r (Index r für „Rohbau“) aus den entsprechenden Komponenten D_{Hr} , D_{Vr} und D_{Rr} für die Rohbauöffnungen ermittelt. Die Lichtminderung wird durch anschließende Multiplikation mit entsprechenden Korrekturfaktoren berücksichtigt:

$$D_r = D_{Hr} + D_{Vr} + D_{Rr} \quad (12)$$

$$D = (D_{Hr} + D_{Vr} + D_{Rr}) \cdot \tau_{D65} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_e \quad (13)$$

beziehungsweise für lichtstreuende Verglasungen

$$D_r = D_{dir,r} + D_{Rr} \quad (14)$$

$$D = (D_{dir,r} + D_{Rr}) \cdot \tau_{D65} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_e \quad (15)$$

Hierin bedeuten:

τ_{D65} Transmissionsgrad (Begriff siehe DIN 5036 Teil 1) des Verglasungsmaterials für quiparallelen, senkrechten Lichteinfall (Berechnung des Transmissionsgrades für Mehrfachverglasung siehe DIN 67 507)

k_1 Verminderungsfaktor für Rahmen und Sprossenwerk; unter Vernachlässigung der von schrägem Lichteinfall herrührenden Verringerung gilt

$$k_1 = 1 - \frac{\text{Fläche der Konstruktionsteile}}{\text{Fläche der Rohbauöffnung}} = \frac{\text{lichtdurchlässige Fläche}}{\text{Fläche der Rohbauöffnung}} \quad (16)$$

k_2 Verminderungsfaktor für Verschmutzung (Anhaltswerte siehe Tabelle 1)

Tabelle 1: Abhängigkeit des Verminderungsfaktors k_2 vom Maß der Verschmutzung (Anhaltswerte)

Verschmutzung auf der		k_2
Außenfläche	Innenfläche	
gering	gering	0,9
	stark	0,7
mittel	gering	0,8
	stark	0,7
stark	gering	0,7
	stark	0,5

Für Wohnräume kann im allgemeinen mit $k_2 = 0,95$ gerechnet werden.

k_3 Korrekturfaktor für nicht senkrechten Lichteinfall; nach [1] genügt für die übliche Doppelverglasung die pauschale Annahme $k_3 = 0,85$

k_e Verminderungsfaktor für Schachtwirkung, besonders bei kleinflächigen Oberlichtern. k_e ist nur dann einzusetzen, wenn die lichtmindernde Wirkung von Schachtwandungen (Laibungen) von Oberlichtern nicht schon anders, z.B. beim geometrischen Erfassen der Öffnungen berücksichtigt wurde. Man ermittelt aus Höhe h_s , lichter Länge a_s , lichter Breite b_s des Schachtes und dem lichttechnisch wirksamen Neigungswinkel der Schachtwand gegen die Horizontale γ_w (siehe Bild 5) zunächst den Schachtindex

$$w = 0,5 \cdot \left(\frac{h_s}{a_s + 2 \cdot h_s / \tan \gamma_w} + \frac{h_s}{b_s + 2 \cdot h_s / \tan \gamma_w} \right) \quad (17)$$

Mit dem Reflexionsgrad ρ_s der Schachtwand läßt sich dann berechnen [2]:

$$k_e = [(0,01 \cdot \gamma_w / ^\circ + 0,1)^{(1-\rho_s)}] w \quad (18)$$

3.3 Berechnung des Himmelslichtanteils des Tageslichtquotienten D_{Hr}

Der Himmelslichtanteil D_{Hr} wird bei bedecktem Himmel für ein vom Bezugspunkt P unter den Winkeln ε_F , β_{Fl} und β_{Fr} gesehenes Fenster (Bild 3) berechnet aus

$$D_{\text{Hr}} = \frac{3}{7\pi} \cdot \int_{\beta=\beta_{\text{Fl}}}^{\beta_{\text{Fr}}} \left[\frac{2}{3} \cdot (\sin^3 \gamma_{\text{F}} - \sin^3 \gamma_{\text{V}}) + \frac{1}{2} \cdot (\sin^2 \gamma_{\text{F}} - \sin^2 \gamma_{\text{V}}) \right] \cdot d\beta \cdot 100\%$$

$$= 13,64 \cdot \int_{\beta=\beta_{\text{Fl}}}^{\beta_{\text{Fr}}} \left[\frac{2}{3} \cdot (\sin^3 \gamma_{\text{F}} - \sin^3 \gamma_{\text{V}}) + \frac{1}{2} \cdot (\sin^2 \gamma_{\text{F}} - \sin^2 \gamma_{\text{V}}) \right] \cdot d\beta \%$$
(19)

Hierin bedeuten:

$$\gamma_{\text{F}} = \arctan(\tan \varepsilon_{\text{F}} \cdot \cos \beta) \quad (20)$$

$$\gamma_{\text{V}} = \arctan(\tan \varepsilon_{\text{V}}(\beta)) \quad (21)$$

ANMERKUNG 1: Im Zweifelsfall sollte die baurechtlich zulässige Verbauung statt der vorhandenen Verbauung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 2: D_{Hr} kann auch mit graphischen Hilfsmitteln bestimmt werden. Verwendet werden vor allem das Himmelslichtdiagramm (Anwendungsbeispiel siehe [3]), die stereographische Projektion nach Tonne [4] und der sogenannte Daylight Protractor [5].

3.4 Berechnung des Außenreflexionsanteils des Tageslichtquotienten D_{Vr}

Der Außenreflexionsanteil D_{Vr} wird bei bedecktem Himmel für einen Bezugspunkt P unter den Winkeln ε_{V} , β_{Vl} und β_{Vr} gesehenen Verbauungsausschnitt berechnet aus

$$D_{\text{Vr}} = c \cdot \frac{3}{7\pi} \cdot \int_{\beta=\beta_{\text{Vl}}}^{\beta_{\text{Vr}}} \left[\frac{2}{3} \cdot \sin^3 \gamma_{\text{V}} + \frac{1}{2} \cdot \sin^2 \gamma_{\text{V}} \right] \cdot d\beta \cdot 100\%$$
(22)

Dabei bedeuten:

$$c = 0,75 \cdot \varrho_{\text{V}} \quad (23)$$

$$\varrho_{\text{V}} \text{ Reflexionsgrad der Verbauung. Ist der genaue Wert von } \varrho_{\text{V}} \text{ unbekannt, soll angenommen werden: } \varrho_{\text{V}} = 0,2 \quad (24)$$

$$\gamma_{\text{V}} = \arctan(\tan \varepsilon_{\text{V}}(\beta)) \quad (25)$$

ANMERKUNG: D_{Vr} kann ebenfalls mit den genannten Hilfsmitteln bestimmt werden.

Auch bei der Berechnung von D_{Vr} sollte in Zweifelsfällen die baurechtlich zulässige Verbauung statt der tatsächlich vorhandenen Verbauung berücksichtigt werden.

3.5 Berechnung des Direktanteils des Tageslichtquotienten $D_{\text{dir, r}}$

3.5.1 Volumenstreuende Verglasungen

Materialien mit Volumenstreuung (trübe Materialien) haben meist ein hohes Streuvermögen. Dann kann $D_{\text{dir, r}}$ berechnet werden nach

$$D_{\text{dir, r}} = f(\alpha) \cdot \frac{1}{4\pi} \cdot \left[\frac{\beta_{\text{Fl}}}{\text{rad}} + \frac{\beta_{\text{Fr}}}{\text{rad}} - \int_{\beta=\beta_{\text{Fl}}}^{\beta_{\text{Fr}}} \cos 2\gamma_{\text{F}} \cdot d\beta \right] \cdot 100\%$$
(26)

Hierin bedeuten:

γ_{F} siehe Gleichung (20)

$f(\alpha)$ Fensterfaktor, Verhältnis der vom Verbauungswinkel abhängigen Vertikalbeleuchtungsstärke auf der Fensterfläche $E_{\text{v}}(\alpha)$ zur Horizontalbeleuchtungsstärke E_{a}

$$f(\alpha) = f_{\text{o}}(\alpha) + f_{\text{u}}(\alpha) = E_{\text{v}}(\alpha) : E_{\text{a}} \quad (27)$$

$f_{\text{o}}(\alpha)$ Fensterfaktor, bestimmt durch den aus dem oberen Halbraum außen auf das Fenster fallenden Lichtstrom; abhängig vom Verbauungsabstandswinkel α

$$f_{\text{o}}(\alpha) = 0,3188 - 0,1822 \cdot \sin \alpha + 0,0773 \cdot \cos 2\alpha \quad (28)$$

$f_{\text{u}}(\alpha)$ Fensterfaktor, bestimmt durch den aus dem unteren Halbraum von außen auf das Fenster fallenden Lichtstrom; abhängig vom Verbauungswinkel α

$$f_{\text{u}}(\alpha) = 0,03286 \cdot \cos \alpha' - 0,03638 \cdot \frac{\alpha'}{\text{rad}} + 0,01819 \cdot \sin(2\alpha') + 0,06714 \quad (29)$$

$$\alpha' = \arctan(2 \cdot \tan \alpha) \quad (30)$$

3.5.2 Durchsichtige und oberflächenstreuende Verglasungen

Verglasungen mit Oberflächenstreuung (optisch klares Material mit nicht ebenen Grenzflächen) streuen das auffallende Licht nur schwach. Die Indikatrix des Leuchtdichtekoeffizienten q eines solchen Materials entspricht bei Beleuchtung durch den bedeckten Himmel etwa dessen Leuchtdichteverteilung. Es ist daher zulässig, die Berechnung des Direktanteils $D_{\text{dir},r}$ entsprechend der Berechnung von D_{Hr} und D_{Vr} durchzuführen:

$$D_{\text{dir},r} = D_{\text{Hr}} + D_{\text{Vr}} \quad (31)$$

ANMERKUNG: Ein genaueres Verfahren ist in [6] angegeben.

3.6 Berechnung des Innenreflexionsanteils des Tageslichtquotienten D_{Rr}

3.6.1 Durchsichtige und oberflächenstreuende Verglasungen

Der Mittelwert des Innenreflexionsanteils D_{Rr} wird berechnet

$$D_{\text{Rr}} = \frac{\Sigma b_F \cdot h_F}{A_R} \cdot \frac{\bar{Q}}{1 - \bar{Q}^2} \cdot (f_o \cdot Q_{\text{BW}} + f_u \cdot Q_{\text{DW}}) \cdot 100\% \quad (32)$$

Hierin bedeuten:

- A_R Raumboberfläche, Summe der Raumbegrenzungsflächen
- $\bar{Q}$ mittlerer Reflexionsgrad der Raumboberfläche
- Q_{BW} mittlerer Reflexionsgrad von Fußboden und Wandunterteil ohne Fensterwände (Wandunterteil bis zur Höhe der Fenstermitte)
- Q_{DW} mittlerer Reflexionsgrad von Decke und Wandoberteile ohne Fensterwände (Wandoberteil oberhalb der Höhe der Fenstermitte)

Bei ungleichmäßiger Verbauung mit unterschiedlichem Verbauungswinkel ist der arithmetische Mittelwert dieses Winkels zu bestimmen. Wenn dieses nicht sinnvoll erscheint, ist der Fensterfaktor über Horizontalbeleuchtungsstärke E_a und Vertikalbeleuchtungsstärke E_v auf der Fensterseite direkt zu bestimmen.

Liegt der betrachtete Punkt weiter als die halbe Raumtiefe von der Fensterwand entfernt, so ist mit dem kleinsten Innenreflexionsanteil statt des mittleren Innenreflexionsanteils zu rechnen; er kann mit Hilfe von Tabelle 2 ermittelt werden.

Tabelle 2: Verhältnis des kleinsten zum mittleren Innenreflexionsanteil bei Räumen mit Seitenlicht

Wandhelligkeit	Reflexionsgrad Q_W	$D_{\text{Rr min}}/D_{\text{Rr}}$
dunkel	0,3	0,65
mittel	0,5	0,75
hell	0,7	0,85

Gleichung (32) vereinfacht sich bei Oberlichtern zu

$$D_{\text{Rr}} = \frac{k_e \cdot E_F \cdot \Sigma A_{\text{Fr}} \cdot \bar{Q}_u \cdot \bar{Q}}{E_a \cdot A_R \cdot (1 - \bar{Q}^2)} \cdot 100\% \quad (33)$$

Hierin bedeuten:

- E_F Beleuchtungsstärke auf der Ebene der Oberlichter (abhängig von der Neigung; bei $\gamma_F = 0^\circ$ ist $E_F = E_a$)
- ΣA_{Fr} Gesamtfläche der Rohbauöffnungen aller Oberlichter des Raumes
- $\bar{Q}_u$ mittlerer Reflexionsgrad von Wänden und Boden.

3.6.2 Volumenstreuende Verglasungen

Unter der vereinfachenden Annahme vollkommen diffuser Transmission der Verglasung läßt sich D_{Rr} berechnen aus

$$D_{\text{Rr}} = \frac{\Sigma b_F \cdot h_F}{A_R} \cdot \frac{\bar{Q} (Q_{\text{BW}} + Q_{\text{DW}})}{1 - \bar{Q}^2} \cdot \frac{f(\alpha)}{2} \cdot 100\% \quad (34)$$

3.7 Mittelwert des Tageslichtquotienten in Räumen mit Oberlichtern

Das hier beschriebene Verfahren entspricht dem Wirkungsgradverfahren, das bei der Beleuchtung mit Kunstlicht angewendet wird [7]. Zunächst wird der Raumindex k aus den Raumabmessungen berechnet:

$$k = \frac{b \cdot a}{h \cdot (b + a)} \quad (35)$$

Für verschiedene Kombinationen von Raumindex und Raumanstrich werden in den Tabellen 3 bis 14 Raumwirkungsgrade η_R angegeben, die bei Lichtkuppeln für verschiedene Neigungen der Schachtwand γ_w (30, 60 und 90°) sowie Seitenverhältnisse $a_S : b_S$ und $h_S : b_S$ berechnet wurden (siehe Bild 5) [2]. Für Shedoberlichter wurden die Berechnungen für verschiedene Verhältnisse der lichtdurchlässigen zur Gesamtfläche der unter γ_F geneigten Dachflächenteile, verschiedene Neigungen der den Oberlichtern gegenüberliegenden Wände γ_w und verschiedene Neigungen der Verglasung γ_F durchgeführt (siehe Bild 6) (Tabellen 15 bis 38). Nötigenfalls sind in die Gleichung für den mittleren Tageslichtquotienten $\bar{D}$ interpolierte Werte für η_R einzusetzen:

$$\bar{D} = D_a \cdot \tau_{D65} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \frac{\Sigma A_F}{A_R} \cdot \eta_R \cdot 100\% \quad (36)$$

Dabei ist der sogenannte Außentageslichtquotient D_a das Verhältnis der Beleuchtungsstärke auf der Außenseite des Oberlichtes E_F zur Horizontalbeleuchtungsstärke im Freien E_a :

$$D_a = E_F / E_a \quad (37)$$

ANMERKUNG: Die Berechnung von E_F und E_a erfolgt nach DIN 5034 Teil 2.

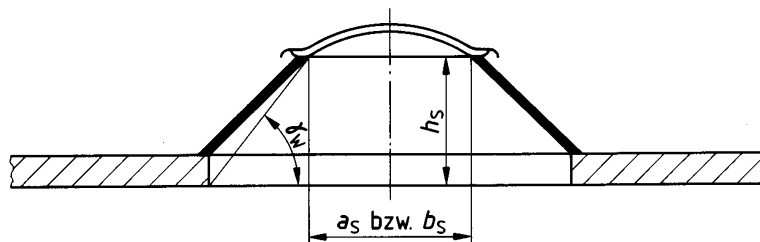


Bild 5: Größen zur Tageslichtberechnung für Räume mit Lichtkuppeln

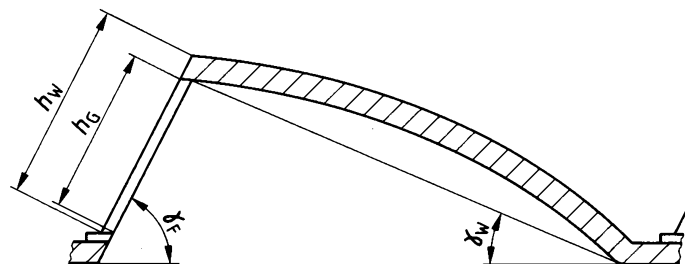


Bild 6: Größen zur Tageslichtberechnung für Räume mit Sagedachoberlichtern (Sheds)

Tabellen 3 bis 14:

Raumwirkungsgrade η_R von Räumen, die durch Lichtkuppeln mit Tageslicht beleuchtet werden, in Abhängigkeit von Raumindex k , Reflexionsgrad ϱ_D der Decke (= Reflexionsgrad ϱ_S der Wand des Lichtschachtes), Reflexionsgrad ϱ_W der Wände und Reflexionsgrad ϱ_B des Bodens [2].

Parameter sind:

- Verhältnis a_S/b_S von Länge zu Breite der Lichtkuppel,
- relative Schachthöhe h_S/b_S ,
- lichttechnisch wirksamer Neigungswinkel γ_W der Schachtwand,
- daraus resultierender Schachtindex w .

ANMERKUNG: Für die Reflexionsgradkombination $\varrho_D=0$; $\varrho_W=0$; $\varrho_B=0$ entsprechen die angegebenen Werte dem Direktanteil des Raumwirkungsgrades.

Tabelle 3: η_R in % für $a_S/b_S = 1$; $h_S/b_S = 0,25$; $\gamma_W = 30^\circ$; $w = 0,17$

ϱ_D	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,3	0
ϱ_W	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0
ϱ_B	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0
k												
0,6	69	41	32	39	30	61	39	31	38	30	29	22
0,8	81	55	45	52	43	71	52	43	49	42	40	33
1,0	88	62	52	58	49	76	58	49	55	47	46	38
1,25	96	72	62	67	59	82	66	59	64	56	54	47
1,5	101	80	70	74	65	86	72	65	69	62	61	53
2,0	108	90	81	83	75	91	80	74	77	71	68	61
2,5	112	96	88	88	81	93	85	79	82	76	73	66
3,0	115	101	94	92	86	95	88	83	85	80	77	71
4,0	118	107	101	98	92	98	93	89	90	85	82	76
5,0	121	112	106	101	96	100	96	93	92	88	85	79

Tabelle 4: η_R in % für $a_S/b_S = 1$; $h_S/b_S = 0,25$; $\gamma_W = 60^\circ$; $w = 0,22$

ϱ_D	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,3	0
ϱ_W	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0
ϱ_B	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0
k												
0,6	69	42	33	40	31	58	40	32	39	30	29	21
0,8	81	56	47	53	43	68	53	45	51	42	40	32
1,0	87	63	53	59	49	72	58	51	56	47	44	36
1,25	95	73	64	68	58	78	67	60	64	55	52	44
1,5	100	80	71	75	64	81	73	66	70	61	58	50
2,0	106	89	81	83	72	86	80	74	77	68	65	56
2,5	110	95	88	88	78	88	84	79	81	73	69	61
3,0	112	100	93	91	82	90	87	83	84	76	72	64
4,0	116	106	100	96	87	92	91	88	88	81	76	68
5,0	118	110	105	100	91	93	94	91	91	84	79	71