

Tageslicht in Innenräumen

Grundlagen

DIN
5034
Teil 2

Daylight in interiors; principles

Mit DIN 5034 Teil 1/02.83
Ersatz für die im Jahre
1982 zurückgezogene
Norm DIN 5034/12.69

DIN 5034 „Tageslicht in Innenräumen“ besteht aus folgenden Teilen:

Teil 1 Allgemeine Anforderungen

Teil 2 Grundlagen

Teil 4 (z. Z. Entwurf) Vereinfachte Bestimmung von Mindestfenstergrößen für Wohnräume

Teil 5 (z. Z. Entwurf) Messung

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1	2.12 Klarer Himmel	2
2 Begriffe	1	2.13 Bedeckter Himmel	2
2.1 Sonnenhöhe γ_s	1	2.14 Mittlerer Himmel	2
2.2 Sonnenazimut α_s	1	3 Astronomische Grundlagen	2
2.3 Sonnendeklination δ	1	4 Lichttechnische Grundlagen	5
2.4 Zeitgleichung Zgl	1	4.1 Bedeckter Himmel	5
2.5 Sonnenscheindauer	1	4.2 Klarer Himmel	6
2.6 Mögliche Sonnenscheindauer	1	4.3 Mittlerer Himmel	10
2.7 Relative Sonnenscheindauer	2	5 Strahlungsphysikalische Grundlagen	11
2.8 Sonnenscheinwahrscheinlichkeit	2	5.1 Bedeckter Himmel	11
2.9 Solarkonstante E_0	2	5.2 Klarer Himmel	11
2.10 Globalstrahlung	2	5.3 Mittlerer Himmel	12
2.11 Trübungsfaktor T	2		

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm dient der Festlegung einheitlicher Grundlagen für tageslichttechnische Berechnungen. Auf der Basis dieser Grundlagen und der entsprechenden Berechnungsverfahren lassen sich die in Innenräumen zu erwartenden Beleuchtungsstärken, die Tageslichtquotienten an bestimmten Punkten des Innenraumes, Nutzungszeiten und die in einen Raum eintretenden Strahlungsleistungen ermitteln.

Diese Norm dient auch – als Voraussetzung dazu – zur Bestimmung von Beleuchtungs- und Bestrahlungsstärken im Freien. Hierzu werden bestimmte Himmelszustände definiert und die interessierenden lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Gegebenheiten für diese Himmelszustände festgelegt.

2 Begriffe

2.1 Sonnenhöhe γ_s

Winkel zwischen dem Sonnenmittelpunkt und dem Horizont, vom Beobachter aus betrachtet; abhängig von Tageszeit, Jahreszeit und geographischer Breite des betreffenden Ortes.

2.2 Sonnenazimut α_s

Winkel zwischen der geographischen Nordrichtung und dem Vertikalkreis durch den Sonnenmittelpunkt (0° bis 360°); abhängig von Tageszeit, Jahreszeit und geographischer Breite des betreffenden Ortes.

2.3 Sonnendeklination δ

Winkel zwischen dem Sonnenmittelpunkt und dem Himmelsäquator; abhängig von der Jahreszeit.

$$+ 23^\circ 26,5' \geq \delta \geq - 23^\circ 26,5' \quad (1)$$

2.4 Zeitgleichung Zgl

Jahreszeitabhängige Differenz zwischen Wahrer Ortszeit (WOZ) und Mittlerer Ortszeit (MOZ) aufgrund von Schwankungen der Länge des Sonnentages.

$$+ 16 \text{ min } 25 \text{ s} \geq Zgl \geq - 14 \text{ min } 17 \text{ s} \quad (2)$$

2.5 Sonnenscheindauer

Die Summe der Zeitintervalle innerhalb einer gegebenen Zeitspanne (Stunde, Tag, Monat, Jahr), während derer die Bestrahlungsstärke der direkten Sonnenstrahlung auf eine Ebene senkrecht zur Sonnenrichtung größer oder gleich 120 W/m^2 (etwa $11\,000 \text{ lx}$) ist.

Anmerkung: Diese Bestrahlungsstärke wird als Schwellenwert für hellen Sonnenschein von der Welt-Meteorologie-Organisation (WMO) empfohlen [1]. Ältere Datenkollektive basieren auf einem Schwellenwert von etwa 200 W/m^2 .

2.6 Mögliche Sonnenscheindauer

Die Summe der Zeitintervalle innerhalb einer gegebenen Zeitspanne, während der die Sonne über dem wirklichen Horizont steht, der durch Berge, Gebäude, Bäume usw. eingengt sein kann.

Fortsetzung Seite 2 bis 13

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

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

2.7 Relative Sonnenscheindauer

Verhältnis der Sonnenscheindauer zur möglichen Sonnenscheindauer innerhalb derselben Zeitspanne.

2.8 Sonnenscheinwahrscheinlichkeit

Langjähriges Mittel der Augenblickswerte der relativen Sonnenscheindauer.

2.9 Solarkonstante E_0

Bestrahlungsstärke der extraterrestrischen Sonnenstrahlung auf einer zur Einfallrichtung senkrechten Ebene bei mittlerem Sonnenabstand.

$$E_0 = 1,37 \text{ kW/m}^2 \quad (3)$$

2.10 Globalstrahlung

Summe von direkter und diffuser Sonnenstrahlung. Wenn nicht anders angegeben, ist die Globalstrahlung auf die horizontale Ebene bezogen.

Anmerkung: Die diffuse Sonnenstrahlung wurde früher als (diffuse) Himmelsstrahlung bezeichnet.

2.11 Trübungsfaktor T

Verhältnis der vertikalen optischen Dicke einer getrübten Atmosphäre zur vertikalen optischen Dicke der reinen und trockenen Atmosphäre (Rayleigh-Atmosphäre), bezogen auf das gesamte Sonnenspektrum.

2.12 Klarer Himmel

Wolkenloser Himmel, für den die relative Leuchtdichteverteilung nach Publikation CIE No. 22 (TC-4.2) [2] festgelegt ist.

2.13 Bedeckter Himmel

Vollständig bedeckter Himmel, für den das Verhältnis der Leuchtdichte bei einem Höhenwinkel γ über dem Horizont zur Leuchtdichte L_z im Zenit zu

$$L_\gamma = \frac{L_z (1 + 2 \sin \gamma)}{3} \quad (4)$$

festgelegt ist.

2.14 Mittlerer Himmel

Langjähriges Mittel aller Himmelszustände, deren tageslichttechnische und strahlungsphysikalische Daten mit Hilfe der örtlichen Sonnenscheinwahrscheinlichkeit beschrieben werden.

3 Astronomische Grundlagen

Die Tageslichtverhältnisse werden wesentlich durch den Sonnenstand bestimmt, der für den jeweiligen Ort durch Sonnenhöhe γ_s und Sonnenazimut α_s in Abhängigkeit von Tages- und Jahreszeit beschrieben wird. Die folgenden Gleichungen beziehen sich auf den Mittelpunkt der Sonnenscheibe. Üblicherweise wird mit der Wahren Ortszeit (WOZ) gerechnet.

Für Angaben in Mitteleuropäischer Zeit (MEZ) muß umgerechnet werden nach

$$MEZ = MOZ + 4 \cdot (15^\circ - \lambda) \cdot \text{min}^\circ \quad (5)$$

und

$$MOZ = WOZ - Zgl \quad (6)$$

Hierin bedeuten:

MOZ Mittlere Ortszeit,

λ geographische Länge des Ortes östlich von Greenwich

Zgl Zeitgleichung in min

Eine eventuelle Sommerzeit muß bei den Zeitangaben zusätzlich berücksichtigt werden (Mitteleuropäische Sommerzeit $MESZ = MEZ + 1 \text{ h}$).

Zeitgleichung Zgl und die Sonnendeklination δ ändern sich während des Jahres. Sie können aus astronomischen Jahrbüchern [3] entnommen, nach den Gleichungen (7) und (8) [4] berechnet oder aus den Bildern 1 und 2 abgelesen werden. In den Gleichungen (7) und (8) ist J der Tag des Jahres (z. B. 1. Januar: $J = 1$, 31. Dezember: $J = 365$ bzw. 366).

J' steht für $360^\circ \cdot J/365$ bzw. $J/366$.

$$Zgl(J) = 0,0066 + 7,3525 \cdot \cos(J' + 85,9^\circ) + 9,9359 \cdot \cos(2 \cdot J' + 108,9^\circ) + 0,3387 \cdot \cos(3 \cdot J' + 105,2^\circ) \quad (7)$$

$$\delta(J) = \{0,3948 - 23,2559 \cdot \cos(J' + 9,1^\circ) - 0,3915 \cdot \cos(2 \cdot J' + 5,4^\circ) - 0,1764 \cdot \cos(3 \cdot J' + 26,0^\circ)\}^\circ \quad (8)$$

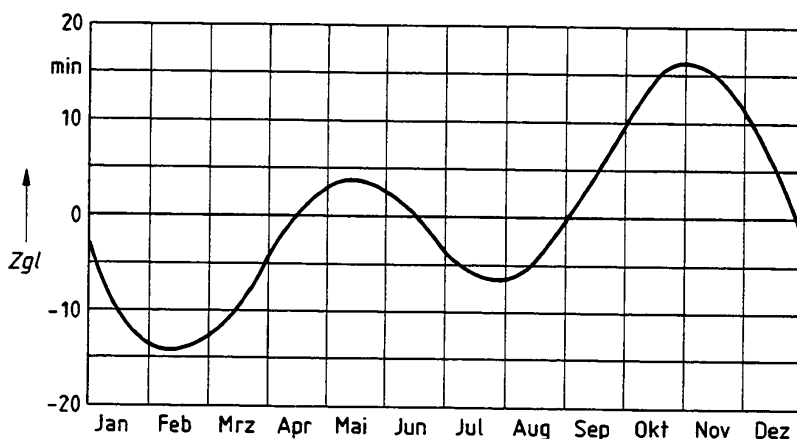
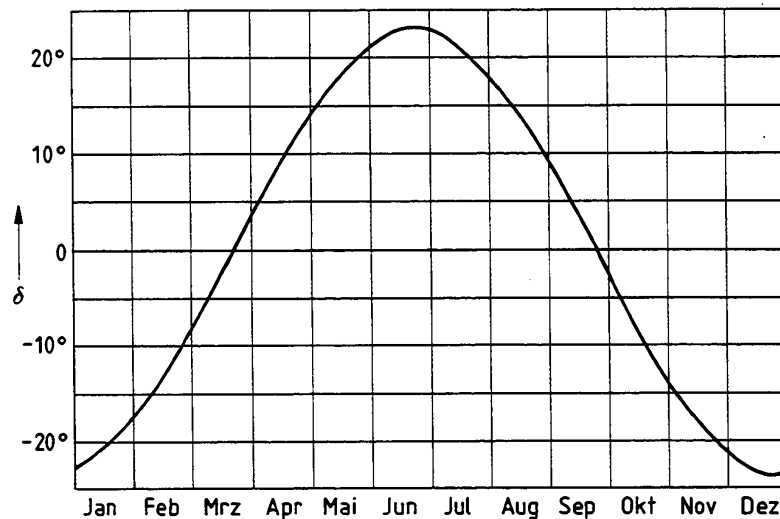


Bild 1. Zeitgleichung Zgl im Verlauf des Jahres

Bild 2. Sonnendeklination δ im Verlauf des Jahres

Für die Berechnung des Sonnenstandes müssen noch vorgegeben werden:

ω = Stundenwinkel

$$= (12.00 \text{ h} - \text{WOZ}) \cdot 15^\circ/\text{h}$$

(9)

φ = geographische Breite des Ortes

Der Stundenwinkel ω wird vom Meridian aus positiv zum Nachmittag und negativ zum Vormittag gezählt.

Dann gelten für die Sonnenhöhe

$$\gamma_S = \arcsin(\cos \omega \cdot \cos \varphi \cdot \cos \delta + \sin \varphi \cdot \sin \delta)$$

(10)

und für das Sonnenazimut

$$\alpha_S = 180^\circ - \arccos \frac{\sin \gamma_S \cdot \sin \varphi - \sin \delta}{\cos \gamma_S \cdot \cos \varphi} \text{ für } \text{WOZ} \leq 12.00 \text{ h}$$

(11)

bzw.

$$\alpha_S = 180^\circ + \arccos \frac{\sin \gamma_S \cdot \sin \varphi - \sin \delta}{\cos \gamma_S \cdot \cos \varphi} \text{ für } \text{WOZ} > 12.00 \text{ h}$$

(12)

Die Zählweise für das Sonnenazimut ist dabei (siehe Bild 3)

Norden: $\alpha_S = 0^\circ$

Osten: $\alpha_S = 90^\circ$

Süden: $\alpha_S = 180^\circ$

Westen: $\alpha_S = 270^\circ$

Anmerkung: In der Literatur findet man auch andere Zählweisen als bei dem hier angewendeten System.

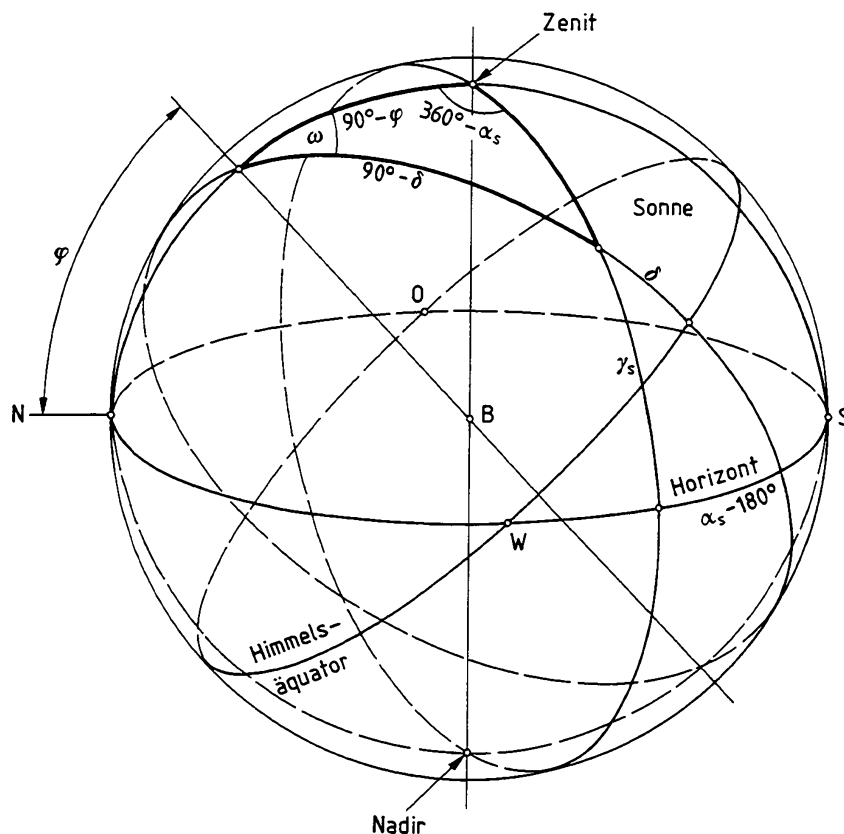


Bild 3. Winkelbezeichnungen zur Kennzeichnung bzw. Ermittlung des Sonnenstandes

Die Bilder 4 bis 6 zeigen die Abhängigkeiten der Sonnenhöhe γ_s und des Sonnenazimuts α_s von der Tages- und der Jahreszeit für 54° , 51° und 48° nördlicher Breite, also für nördliches, mittleres und südliches Deutschland.

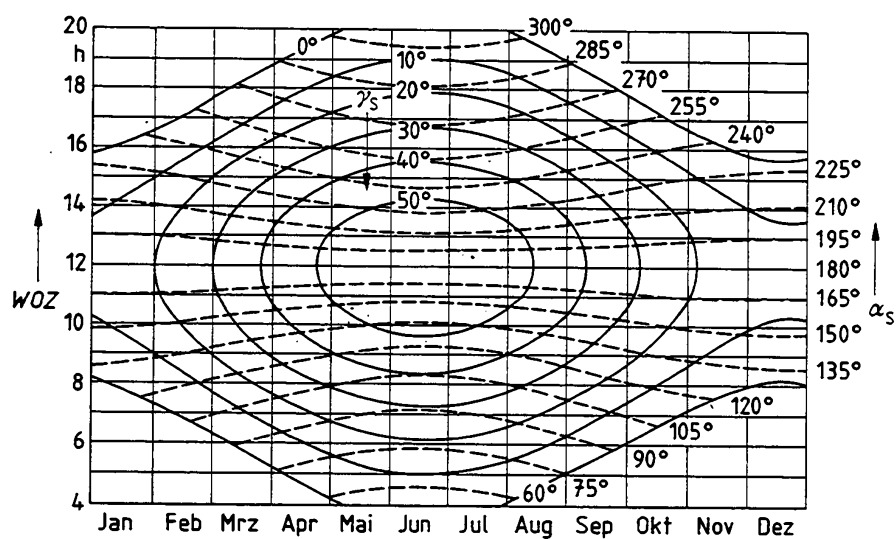


Bild 4. Sonnenazimut α_s und Sonnenhöhe γ_s für 54° nördlicher Breite (nördliches Deutschland, Cuxhaven–Lübeck) in Abhängigkeit von Jahres- und Tageszeit

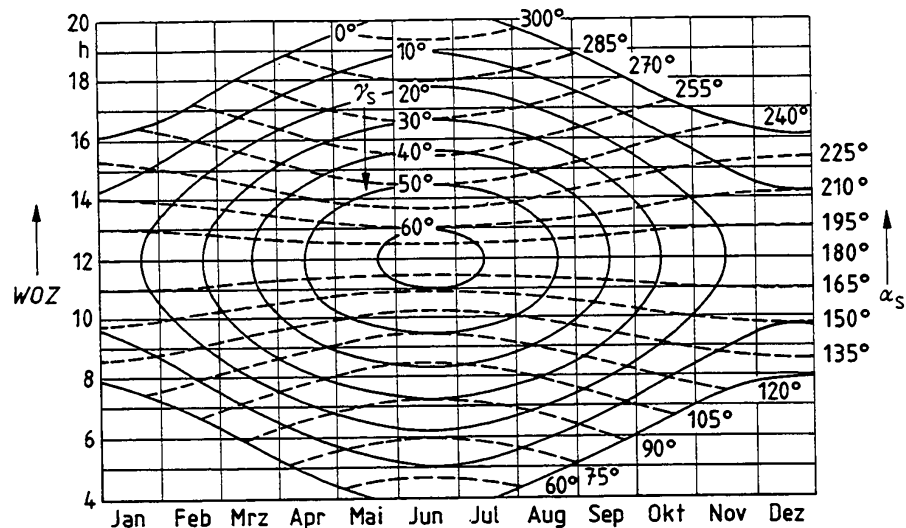


Bild 5. Sonnenazimut α_s und Sonnenhöhe γ_s für 51° nördlicher Breite (mittleres Deutschland, Aachen–Köln–Kassel) in Abhängigkeit von Jahres- und Tageszeit

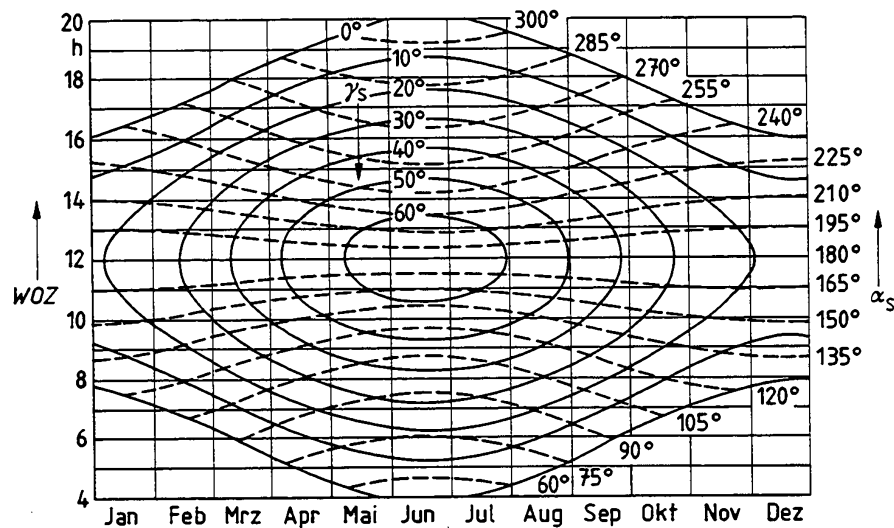


Bild 6. Sonnenazimut α_s und Sonnenhöhe γ_s für 48° nördlicher Breite (südliches Deutschland, Freiburg–München–Traunstein) in Abhängigkeit von Jahres- und Tageszeit

4 Lichttechnische Grundlagen

Für die Berechnung der Beleuchtungsverhältnisse in Innenräumen durch Tageslicht ist die Kenntnis der Himmelsleuchtdichten und der Beleuchtungsstärken im Freien notwendig. Diese Größen werden für die verschiedenen Himmelszustände festgelegt.

4.1 Bedeckter Himmel

Die rotationssymmetrische Leuchtdichteverteilung des bedeckten Himmels wird beschrieben durch [5]:

$$L(\varepsilon) = L_Z \cdot \frac{1 + 2 \cdot \cos \varepsilon}{3} \quad (13)$$

bzw.

$$L(\gamma) = L_Z \cdot \frac{1 + 2 \cdot \sin \gamma}{3} \quad (14)$$

Hierin bedeuten:

- $L(\varepsilon)$ Leuchtdichte von Himmelspunkten, die um den Winkel ε vom Zenit entfernt sind,
- $L(\gamma)$ Leuchtdichte von Himmelspunkten, die um den Winkel γ vom Horizont entfernt sind,
- ε Winkel zwischen betrachtetem Himmelspunkt und Zenit,
- γ Winkel zwischen betrachtetem Himmelspunkt und Horizont.