

DIN EN 17037

ICS 91.160.01

Einsprüche bis 2016-09-15

Entwurf**Tageslicht in Gebäuden;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17037:2016**

Daylight of buildings;
German and English version prEN 17037:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-07-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fnl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 125 Seiten

DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17037:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 058-00-06 AA „Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht“ im DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 17037 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm- Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Tageslicht in Gebäuden

Daylight of buildings

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	11
4.1 Formelzeichen	11
5 Beurteilung des Tageslichts	13
5.1 Mindestwert der Tageslichtversorgung	13
5.1.1 Allgemeines	13
5.1.2 Kriterien für die minimale Tageslichtversorgung	13
5.1.3 Tageslichtberechnung	13
5.2 Minimale Aussicht in einem Raum	14
5.2.1 Allgemeines	14
5.2.2 Kriterien für eine minimale Aussicht	14
5.3 Minimale Besonnung	15
5.3.1 Allgemeines	15
5.3.2 Kriterien für eine minimale Besonnung	15
5.4 Minimaler Schutz gegen Blendung	15
5.4.1 Allgemeines	15
5.4.2 Kriterium für minimalen Schutz gegen Blendung	16
6 Allgemeine Überlegungen	16
7 Verifizierung	17
7.1 Allgemeines	17
7.2 Tageslichtversorgung	17
7.3 Sichtverbindung nach außen	17
7.4 Besonnung	17
7.5 Schutz gegen Blendung	17
Anhang A (informativ) Mindestempfehlungen	18
A.1 Allgemeines	18
A.2 Mindestempfehlungen für Tageslichtversorgung in einem Raum	18
A.2.1 Allgemeines	18
A.2.2 Mindestempfehlungen für beleuchtete Räume mit Fenstern:	18
A.2.3 Mindestempfehlungen für beleuchtete Räume mit Dachoberlichtern	18
A.2.4 Unterscheidung von vertikalen Fassadenfenster und Dachoberlichtern	18
A.2.5 Zieltageslichtquotient D_T und Mindestzieltageslichtquotient D_{TM}	19
A.3 Mindestempfehlungen für eine Aussicht	23
A.4 Mindestempfehlung für Besonnung	24
A.5 Minimalempfehlungen für Schutz vor Blendung	24
Anhang B (informativ) Tageslicht	25
B.1 Allgemeines	25
B.2 Tageslichtverfügbarkeit	26
B.3 Berechnungsverfahren mit Anwendung von Tageslichtquotienten	27
B.3.1 Allgemeines	27

B.3.2	Berechnungsraster	27
Anhang C (informativ) Aussicht		
C.1	Allgemeines	28
C.2	Die Aussichtsbreite im Fall einer Fensterfassade	29
C.3	Die Aussichtsbreite bei mehrfachen Fassaden mit Fenstern und/oder Dachoberlichtern	30
C.4	Die Sichtqualität im Fall einer Sicht auf ein Atrium	31
C.5	Sichtqualität	31
C.6	Beurteilung der Sicht	32
C.6.1	Das Projektionsverfahren	32
C.6.2	Das Konzept einer Trennlinie für die Aussicht auf den Himmel oder auf den Boden	33
Anhang D (informativ) Besonnung		
D.1	Allgemeines	35
D.2	Astronomische Grundlage	35
D.3	Mögliche Besonnungsdauer in einem Raum	37
D.4	Auswertungsregeln für die Besonnungsdauer	38
D.5	Beispiel	46
D.5.1	Allgemeines	46
D.5.2	Berechnung	46
D.5.3	Ergebnis	46
D.6	Verifizierung des Sonnenlichts	47
Anhang E (informativ) Blendung		
E.1	Allgemeines	50
E.2	Wahrscheinlichkeit der Blendung durch Tageslicht	50
E.2.1	Allgemeines	50
E.2.2	Jährliche Auswertung	51
E.2.3	Vereinfachte jährliche Auswertung für Jalousien und Vorhänge	52
E.3	Reflexionen oder Falschlicht	56
E.4	Verifizierung des Blendschutzvermögens der Verschattung	56
Anhang F (informativ) Typische Werte des Rasterpunktabstands		
Anhang G (informativ) A-Abweichung		
Literaturhinweise		

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17037:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Tageslicht sollte möglichst immer die maßgebliche Lichtquelle für alle Räume mit Fenstern und Dachoberlichtern sein. Tageslicht wird von den Gebäudebewohnern besonders bevorzugt, damit die Innenraumflächen ausreichend beleuchtet werden und Energie für das elektrische Licht gespart wird.

Tageslicht kann Innenräume mit großen Mengen Licht mit großer spektralen Qualität und Schwankung, die während des Tagesablaufs und der Jahreszeiten auftreten, versorgen. Fenster und Dachoberlichter bieten ebenso eine Sicht- und Informationsverbindung nach außen und leisten einen Beitrag zum psychischen Wohlbefinden der Bewohner. Fenster und Dachoberlichter können die Innenräume mit einer Besonnung versorgen, was wichtig für z. B. Wohnhäuser, Krankenhäuser und Kindergärten ist. Ein Sonnenschutz sollte in Arbeitsräumen vorhanden sein, wo das Sonnenlicht, eine Sehiritation oder Überhitzung verursacht. Die Norm berücksichtigt die Leistung über die Jahreszeiten hinweg, während eines ganzen Jahres,. Räume sollten während eines wesentlichen Anteils an jährlichen Stunden über das Jahr hinweg von Tageslicht erhellt werden. Tageslichtbeleuchtung hängt zunächst vom Vorhandensein von natürlichem Tageslicht von außen ab (d. h. das vorherrschende Klima vor Ort) und, danach von der Umgebung des Gebäudes, von den Fensterbauteilen und der Konfiguration der Innenräume.

Diese Norm unterstützt Gebäudeplaner bei der Beurteilung und Gewährleistung von erfolgreich mit Tageslicht beleuchteten Räume. Sie ermöglicht ebenso allen Fachleuten aus der Fensterbaubranche ihre Zielsetzungen in Bezug auf das Tageslicht in Gebäuden festzulegen. Sie sollte auch Entwickler unterstützen, die Mindesteffizienz ihrer Gebäude in Bezug auf Tageslicht festlegen, wobei auch einige qualitative Themen wie Mindestanforderungen bezüglich Aussicht aus dem Fenster, bezüglich Schutz gegen Blendung und Mindestanforderungen bezüglich Besonnung angesprochen werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Mindestempfehlungen fest, um in Innenräumen einen hinreichenden subjektiven Helligkeitseindruck mit Tageslicht zu erzielen und eine ausreichende Sichtverbindung nach außen herzustellen. Darüber hinaus werden Empfehlungen für die Besonnungsdauer von Wohn- und Aufenthaltsräumen aufgeführt. Die Norm gibt Hinweise für die Nutzung von Tageslicht für die Beleuchtung von Innenräumen und die Begrenzung von Blendung. Diese Norm legt Metriken für die Auswertung der Tageslichtbedingungen fest und gibt Berechnungs- und Verifizierungsverfahren an.

Diese Norm gilt für alle Räume, die regelmäßig für längere Zeiträume genutzt werden, sofern das Tageslicht nicht Art und Aufgabe der Arbeit widerspricht.

Die Spezifikation der Beleuchtungsanforderungen für Menschen in Arbeitsstätten in Innenräumen, einschließlich Sehaufgaben sind in EN 12464-1 angegeben und nicht Teil dieser Norm.

Die Spezifikation der Berechnungsverfahren und Metriken in Bezug auf die Energieeffizienz von Gebäuden, sind in EN 15193 angegeben und nicht Teil dieser Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 12665:2011, *Licht und Beleuchtung — Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung*

EN 12464-1:2011, *Licht und Beleuchtung — Beleuchtung von Arbeitsstätten — Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen*

prEN 15193-1:2015, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Modul M9 — Energetische Anforderungen an die Beleuchtung — Teil 1: Spezifikationen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12665:2011 und die folgenden speziellen Definitionen.

3.1 Tageslicht

sichtbarer Anteil der Globalstrahlung

[QUELLE: EN 12665:2011, 3.4.7]

Anmerkung 1 zum Begriff: Auch als Teil einer Globalstrahlung definiert, die imstande ist, eine visuelle Wahrnehmung hervorzurufen [CIE ILV 278].

3.2

Tageslichtquotient

Verhältnis der Beleuchtungsstärke an einem Punkt einer gegebenen Ebene, die durch direktes oder indirektes Himmelslicht bei angenommener oder bekannter Leuchtdichteverteilung erzeugt wird, zur Horizontalbeleuchtungsstärke bei unverbaute Himmelskugel wobei die Anteile des direkten Sonnenlichts an beiden Beleuchtungsstärken hierbei unberücksichtigt bleiben

[QUELLE: EN 12665:2011, 3.4.8, CIE ILV 17-279]

Anmerkung 1 zum Begriff: Einflüsse der Verglasung, Verschmutzung usw. sind eingeschlossen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei der Berechnung der Innenraumbeleuchtung muss der Beitrag des direkten Sonnenlichts gesondert berücksichtigt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Begriff „Tageslichtquotient“ wird normalerweise bei Berücksichtigung eines bedeckten Himmels als Himmel Typ 1 oder 16 in der Begriffsbestimmung von ISO 15469 verwendet.

3.3

Dachoberlicht

Tageslichtöffnung im Dach oder an einer horizontalen Fläche eines Gebäudes

[QUELLE: EN 12665:2011, 3.5.69, CIE ILV 17-1119]

3.4

Fenster

Tageslichtöffnung in einer vertikalen oder nahezu vertikalen Fläche der Raumhülle

[QUELLE: EN 12665:2011, 3.5.94, CIE ILV 17-1436]

3.5

Zieltageslichtquotient

Wert des Tageslichtquotienten, der über einen festgelegten Anteil eines vorgegebenen Bereichs erzielt werden muss (d. h. Sensorpunkte in einem Raster), um das Kriterium für Tageslicht zu erfüllen

3.6

Mindestzieltageslichtquotient

Mindesttageslichtquotienten, der für einen vorgegebenen Bereich möglich ist (d. h. Sensorpunkt), um das Kriterium für die Tageslichtversorgung über den gesamten Raum zu erfüllen

3.7

Arbeitsplatz

für Arbeitsstellen vorgesehener Platz in den Gebäuden eines Betriebs und/oder eines Unternehmens sowie alle anderen Plätze innerhalb des Geländes des Betriebs und/oder des Unternehmens, zu denen der Arbeitnehmer im Verlauf seines Arbeitsverhältnisses Zugang hat

[QUELLE: EN 12665:2011, 3.5.95, CIE ILV 17-1439]

Anmerkung 1 zum Begriff: Übernommen aus 89/654/EEC.

3.8

Aufgabenbereich

Bereich, in dem die Sehaufgabe ausgeführt wird

[QUELLE: EN 12665:2011, 3.5.77]

Anmerkung 1 zum Begriff: Auch als Teilbereich am Arbeitsplatz definiert, wobei die Sehaufgabe ausgeführt wird [CIE ILV 17-1300].

3.9

Arbeitsbereich

Teil des Raumes oder Bereich, in dem sich die Arbeitsplätze befinden

3.10

mediane diffuse horizontale Beleuchtungsstärke des Himmelslichts

durch Himmelslicht auf eine horizontale Oberfläche der Erde erzeugte Beleuchtungsstärke, die für die Hälfte der Tageslichtstunden im Jahr (2 190 Stunden) erreicht wird

3.11

diffuse horizontale Beleuchtungsstärke (vom Himmel)

durch Himmelslicht auf eine horizontale Oberfläche der Erde erzeugte Beleuchtungsstärke

[QUELLE: CIE ILV 17-302]

3.12

mediane globale horizontale Beleuchtungsstärke des Tageslichts

durch Tageslicht auf eine horizontale Oberfläche der Erde erzeugte Beleuchtungsstärke, die die Hälfte der Tageslichtstunden im Jahr (2 190 Stunden) erreicht wird

3.13

globale horizontale Beleuchtungsstärke

durch Tageslicht auf eine horizontale Oberfläche der Erde erzeugte Beleuchtungsstärke

[QUELLE: CIE ILV 17-302]

3.14

Blendung

Sehzustand, der als unangenehm empfunden wird oder eine Herabsetzung der Sehfunktion zur Folge hat, verursacht durch eine ungünstige Leuchtdichteverteilung oder durch zu hohe Kontraste

[QUELLE: EN 12665:2011, 3.1.8, ILV 17-492]

3.15

psychologische Blendung

Blendung, bei der ein unangenehmes Gefühl hervorgerufen wird, ohne dass damit eine merkbare Herabsetzung des Sehvermögens verbunden sein muss

[QUELLE: EN 12665:2011, 3.2.23, CIE ILV 17-333]

3.16

Schleierreflexionen

Spiegelreflexionen, die auf dem beobachteten Sehobjekt erscheinen und durch Kontrastverminderung teilweise oder völlig die zu sehenden Einzelheiten verschleiern

[QUELLE: EN 12665:2011, 3.2.24, CIE ILV 17-1396]

3.17

Gleichmäßigkeit

Verhältnis der kleinsten Beleuchtungsstärke (Leuchtdichte) zur mittleren Beleuchtungsstärke (Leuchtdichte) auf einer Fläche

[QUELLE: EN 12665:2011, 3.2.20]

3.18

Beleuchtung mit Tageslicht

Beleuchtung, bei der Tageslicht die Lichtquelle darstellt

[QUELLE: CIE ILV 17-285]

3.19

Tageslichtöffnung

Fläche, verglast oder nicht verglast, die imstande ist, das Tageslicht nach innen zu leiten

[QUELLE: CIE ILV 17-284]

3.20

Sonnenlicht

Teil der direkten Sonnenstrahlung, die imstande ist, eine visuelle Wahrnehmung hervorzurufen

3.21

Sonnenstand

Winkel zwischen einer Linie, die durch das Zentrum der Sonnenscheibe geht, und einem vorgegebenen Punkt der waagerechten Ebene auf der Oberfläche der Erde

3.22

Sonnenazimut

Horizontalwinkel zwischen einer vertikalen Ebene, die durch das Zentrum der Sonnenscheibe geht, und der vertikalen Nord-Süd-Ebene

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Sonnenazimut wird im Uhrzeigersinn nach Norden gemessen.

3.23

Neigung der Sonne

Winkel zwischen dem Zentrum der Sonne und dem Himmelsäquator; er ist eine Funktion des Jahrestages

3.24

Zeitgleichung

Differenz zwischen der wahren Sonnenzeit (en: True Solar Time, TST) und der lokalen Uhrzeit (en: Local Clock Time, LT), wegen der Schwankungen in der Länge des Sonnentages gemäß dem Tag des Jahres

3.25

mögliche Dauer der Sonneneinstrahlung

Summe der Zeit (Stunden) (z. B. an einem vorgegebenen Tag) innerhalb einer angegebenen Zeitspanne, in der sich die Sonne über dem tatsächlichen Horizont mit einem wolkenlosen Himmel befindet, wobei dies durch Berge, Gebäude, Bäume etc. begrenzt sein kann

3.26

Aufenthaltsraum

Raum, der zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt oder geeignet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff Aufenthaltsraum umfasst den Wohnraum, den Arbeitsraum und sonstige Räume.

3.27

Wohnraum

Aufenthaltsraum in einer Wohnung wie Wohnzimmer, Schlafzimmer, Arbeitszimmer, Kinderzimmer oder ein Aufenthaltsraum in einer Einrichtung, der Zwecken dient, die dem Wohnen vergleichbar sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu den Wohnräumen zählen auch Räume mit Wohnfunktionen, wie zum Beispiel Gemeinschafts- oder Aufenthaltsräume in Seniorenheimen, Internaten und Kindertagesstätten. Dies umfasst jedoch nicht Räume, die in Beherbergungsbetrieben wie Hotels etc. vorwiegend nur der Übernachtung dienen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Küchen, Flure und andere Räume, die primär nicht zum mehr als vorübergehenden Aufenthalt bestimmt sind, gelten auch dann nicht als Wohnräume, wenn sie durch Einrichten von Ess-, Ruhe- oder Arbeitsplätzen zum zeitweiligen Aufenthalt genutzt werden.

3.28

Arbeitsraum

Raum, in dem Arbeitsplätze innerhalb von Gebäuden dauerhaft eingerichtet sind

3.29

Sicht

Kontakt mit der Umgebung (außerhalb des Gebäudes) durch eine Öffnung im Gebäude, mit Informationen über die umgebende Landschaft/Stadtlandschaft, Möglichkeit die Wetterveränderungen zu erleben und die Tageszeit zu verfolgen

3.30

Sichtfenster

Tageslichtöffnung im Gebäude mit einer Sicht, einschließlich verglasten Wänden, verglasten Türen, Dachoberlichtern etc.

3.31

Arbeitsebene

Referenzfläche, die als die Ebene definiert ist, in der üblicherweise die Arbeit durchgeführt wird

[QUELLE: IEC 60050-845:1987/CIE 17:1987; 845-09-50]

3.32

Verbauung

alles außerhalb eines Gebäudes, was die direkte Sicht auf Teile des Himmels verhindert

[QUELLE: CIE ILV 17-834]

3.33

Referenzebene

Ebene in einem Raum, auf der Beleuchtungsstärken und/oder Tageslichtquotienten berechnet, festgelegt oder gemessen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Arbeitsplätze ist die Referenzebene die Arbeitsebene.

3.24

Wartungswert der Beleuchtungsstärke

Wert der minimalen Beleuchtungsstärke, die auf der Referenzebene eingehalten wird, am Platz und unter den Bedingungen, die in EN 12464-1:2011 festgelegt sind

3.35

Anteil der Referenzebene mit ausreichendem Tageslicht

Anteil der Ebene, wo ein Wert der Beleuchtungsstärke mit Tageslicht erreicht wird, für einen spezifischen Anteil im Laufe des Jahres

3.36

Verbauungswinkel

Winkelhöhe über der horizontalen Ebene auf der höchsten Stelle einer Verbauung (Gebäude, Vegetation, Berg etc.), die von der Mitte der Glasfläche des Fensters im rechten Winkel zur Ebene des Fensters gemessen wird

3.37

Anteil der Zeit, bei der ein vorgegebener Wert einer Beleuchtungsstärke überschritten wird

dieser Anteil der Zeit ist innerhalb der Tageslichtstunden (maximal 4 380 Stunden pro Jahr)

3.38

Tageslichtstunden

Gesamtanzahl der Stunden pro Jahr (4 380 Stunden) zwischen Sonnenaufgang und -untergang. Dies ist eine willkürliche Definition, da das Tageslicht auch auf einem niedrigen Level für eine Dauer, abhängig vom Breitengrad, außerhalb der Zeit zwischen Sonnenaufgang und -untergang, vorhanden sein kann

3.39

Trennlinie für die Aussicht auf den Himmel

Linie für die Aussicht auf den Himmel ist eine Trennung zwischen dem Teil des Raumes, von dem der Himmel direkt von einer sitzenden Person betrachtet werden kann (Augenhöhe 1,20 m) und dem Teil, von dem er nicht gesehen werden kann

3.40

Trennlinie für die Aussicht auf den Boden

Linie für die Aussicht auf den Himmel ist eine Trennung zwischen dem Teil des Raumes, von dem der Himmel direkt von einer sitzenden Person betrachtet werden kann (Augenhöhe 1,20 m) und dem Teil, von dem er nicht gesehen werden kann

3.41

Nutzfläche

Raum, den Bewohner für einen wesentlichen Zeitraum zu nutzen pflegen

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Formelzeichen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die spezifischen Symbole, die in Tabelle 1 aufgeführt werden.

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
D	Tageslichtquotient	%
D_T	Zieltageslichtquotient	%
D_{TM}	Mindestzieltageslichtquotient	%
$E_{v,d,med}$	Mediane diffuse horizontale Beleuchtungsstärke des Himmelslichts	lx ($\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$)
$E_{v,d,med}$	Mediane globale horizontale Beleuchtungsstärke des Tageslichts	lx ($\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$)
$E_{v,d}$	Diffuse horizontale Beleuchtungsstärke (vom Himmel)	lx ($\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$)
$E_{v,g}$	globale horizontale Beleuchtungsstärke	lx ($\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$)
U_o	Gleichmäßigkeit	—
γ_s	Sonnenstand	Grad
$\gamma_{s,min}$	Mindestsonnenstand	Grad

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
α_s	Sonnenazimut (im Uhrzeigersinn nach Norden gemessen)	Grad
$\alpha_{wn,s}$	Azimutwinkel der Fensternormalen, vom Süden aus gemessen	Grad
α_a	Öffnungswinkel	Grad
α_{obs}	Verbauungswinkel	Grad
δ	Deklination der Sonne	Grad
TST	Wahre Sonnenzeit	h
LT	Lokale Uhrzeit	h
ET	Zeitgleichung (en: equation of time)	h
λ	Geographische Länge des Ortes östlich (+) oder westlich (-) von Greenwich	Grad
λ_s	Längengrad des Standardlängengrades	Grad
J	J ist die Tageszahl des Jahres (z. B. für den 1. Januar, $J = 1$ und für den 31. Dezember, $J = 365$, Februar wird mit 28 Tagen angenommen)	—
ω	Der Stundenwinkel ω wird vom Meridian aus positiv zum Nachmittag und negativ zum Morgen hin gezählt.	h
φ	Geographischer Breitengrad des Standorts	Grad
t_{start}	Zeitpunkt, an dem die Sonnenstrahlen anfangen den Bezugspunkt zu erreichen	Stunden
t_{end}	Zeitpunkt, an dem die Sonnenbestrahlung durch Verbauung aufhört oder durch Zeit beendet wird, bei der die Sonnenhöhe γ_s den Sonnenazimutwinkel α erreicht	Stunden
E_m	Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx ($\text{lm}\cdot\text{m}^{-2}$)
$F_{plane,\%}$	Anteil der Referenzebene mit ausreichendem Tageslicht	%
$F_{time,\%}$	Anteil der Zeit, bei der ein vorgegebener Wert einer Beleuchtungsstärke überschritten wird	%
t_d	Tageslichtstunden	h
DGP	Wahrscheinlichkeit der Blendung durch Tageslicht	—
E_v	Vertikale Beleuchtungsstärke auf Augenhöhe	lx ($\text{lm}\cdot\text{m}^{-2}$)
L_s	Leuchtdichte der Blendquelle	cd/m^2
L_v	Himmels-Leuchtdichte	cd/m^2
P	Positionsindex	—
ω_s	Der der Blendquelle gegenüberliegende Raumwinkel	—
i	Anzahl der Blendquellen	—
DGP_t	Schwellenwert für eine kritische Blendsituation	—
$F_{DGP,exceed}$	Anteil einer Bezugsnutzzeit, bei der ein vorgegebener Schwellenwert DGP_t überschritten wird	—
f_{glaz}	Verglaster Anteil	%
$A_{glazing}$	Verglaste Fläche	m^2
A_{facade}	Fassadenfläche	m^2

5 Beurteilung des Tageslichts

5.1 Mindestwert der Tageslichtversorgung

5.1.1 Allgemeines

Diese Norm schlägt vor, dass Tageslicht einen wesentlichen Beitrag zu den Beleuchtungsanforderungen jeder Gebäudeart leisten sollte. Dies bedeutet, dass Fassadenfenster und Dachoberlichter ausreichend Platz haben sollten, um genug Tageslicht während des Jahres zu bieten. Folglich sollte die Auswertung der Tageslichtversorgung zusätzlich zum des Berichts über die Eigenschaften des Raums (z. B. externe Verbauung, Durchlässigkeit wegen Verglasung, Dicke der Wände und Dächer, interne Aufteilung und Flächenreflexion etc.) auch über die Verfügbarkeit von Tageslicht am Standort Auskunft geben.

Minimale Tageslichtversorgung in einem Raum wird als gegeben angesehen, wenn eine minimale Zielbeleuchtungsstärke bei einem Prozentanteil der relevanten Fläche des Raumes für mindestens 50 % der Tageslichtstunden erreicht ist. Der Prozentanteil der relevanten Raumfläche hängt davon ab, ob das Tageslicht in einem Raum überwiegend durch Fassadenfenster oder Dachoberlichter aufgenommen wird.

5.1.2 Kriterien für die minimale Tageslichtversorgung

Fenster:

- ein Zielbeleuchtungsstärkeniveau wird bei einem Anteil der relevanten Raumfläche für mehr als der Hälfte der Tageslichtstunden im Jahr überschritten,
- und
- ein minimales Zielbeleuchtungsstärkeniveau wird bei der gesamten relevanten Raumfläche für mehr als der Hälfte der Tageslichtstunden im Jahr überschritten,

Dachoberlicht:

- ein Zielbeleuchtungsstärkegrad wird bei 100 % der relevanten Raumfläche für mehr als der Hälfte der Tageslichtstunden im Jahr überschritten,

ANMERKUNG 1 Die relevante Raumfläche umfasst den gesamten Raum und befindet sich 0,85 m über dem Fußboden.

ANMERKUNG 2 Diese Kriterien sind unabhängig von den Mindestanforderungen, die in EN 12464-1:2011 angegeben werden. Der Beitrag des Tageslichts zur Erfüllung dieser Empfehlungen wird daher variieren.

ANMERKUNG 3 Ein Randbereich wird aus der Raumfläche ausgeschlossen, weil lokale Beleuchtungsstärken nicht für die Beurteilung der Tageslichtversorgung relevant sind, da Beleuchtungsstärken ausgesprochen hoch (Fenster Nähe) oder neben undurchsichtigen Wänden ausgesprochen niedrig sein können. Der Randbereich befindet sich neben den Wänden des Raums und sollte in der Tageslichtberechnung ausgenommen werden (siehe EN 12464-1:2011).

5.1.3 Tageslichtberechnung

Die folgenden Verfahren zur Beurteilung einer minimalen Tageslichtversorgung in Innenräumen sind möglich:

Verfahren 1) Berechnung der Tageslichtquotienten auf der Bezugsebene. Anhang A legt die Mindestwerte für Tageslichtquotienten auf der gesamten Bezugsebene oder auf Teilen dieser fest.

Verfahren 2) Berechnung der Beleuchtungsstärken in Innenräumen auf der Bezugsebene in Kurzzeitschritten (0,5 oder eine Stunde) bei Anwendung einer gültigen Software und Klimadaten für den vorgegebenen Standort.

ANMERKUNG Der Qualitätstest für die Software wird in CIE 171:2006 beschrieben.

Anhang A schlägt Werte für Zielbeleuchtungsstärken und minimalen Zielbeleuchtungsstärken vor, die in 50 % der Tageslichtstunden überschritten werden. Das Verfahren ermöglicht eine Bestätigung, dass die Zielbeleuchtungsstärken und die minimalen Zielbeleuchtungsstärken mindestens 50 % des Zeitraums während der Tageslichtstunden überschritten werden.

Anhang B beschreibt die Empfehlungen für die Berechnungen des Tageslichtquotienten. Die Berechnung sollte entsprechende Himmels-Leuchtdichten für jeden Zeitschritt vollständig berücksichtigen und leichte Reflexionen in der Außenumgebung, Fenstermaterialien und Bauteile, Reflexionen auf den Innenraumflächen und gegebenenfalls oder falls bekannt, eine Absorption durch Möbel in den Innenräumen handhaben.

5.2 Minimale Aussicht in einem Raum

5.2.1 Allgemeines

Eine Aussicht bietet einen visuellen Kontakt mit der Umgebung, sodass Informationen für die Orientierung, das Erlebnis der Wetterveränderungen und die Verfolgung der Tageszeit geboten werden. Die Vielfalt der Informationen von außerhalb wirkt ermüdender Monotonie entgegen und leistet einen Beitrag zur Entlastung, sich nicht eingeschlossen zu fühlen, im Sinne der psychologischen und physiologischen (Erholung des visuellen Systems) Aspekte. Alle Bewohner eines Gebäudes sollten die Gelegenheit für eine Pause und Erholung durch einen Szenenwechsel und eine Schwerpunktverlagerung bekommen. Aussichten können drei spezielle Ebenen enthalten, jede mit ihrer eigenen Funktion: eine Himmel-, eine Stadt- oder Landschafts- und eine Bodenebene.

Die Sichtqualität hängt ab von

- der Größe des Fensters und dem Abstand vom Bezugspunkt zum Fenster, was gemeinsam die Breite der Aussicht bildet;
- der Außenabstand der Aussicht;
- die Anzahl der Ebenen und
- die Qualität der Umgebungsinformationen der Aussicht.

ANMERKUNG 1 In Anhang C wird die Sichtqualität in verschiedene Klassen gemäß dieser Parameter eingeteilt.

ANMERKUNG 2 Die Landschaftsebene kann städtische Bauten, Natur und den Horizont selbst enthalten.

5.2.2 Kriterien für eine minimale Aussicht

Die Kriterien für die Sicht betreffen den Nutzraum, den Bewohner für einen wesentlichen Zeitraum zu nutzen pflegen.

Für eine angemessene Sicht sollten Fenster mit transparenter, unverzerrter, neutral gefärbter Verglasung ausgestattet sein. Für die Gewährleistung einer angemessenen Sicht sollten die folgenden Kriterien erfüllt werden:

- in einem Mindestanteil $F_{plane,\%}$ der Nutzfläche sollten die Bewohner des Raums mindestens die Landschaftsebene sehen können;
- auf der Nutzfläche sollten die Sichtfenster, aus dem Blickfeld der Benutzer, einen horizontalen Blickwinkel, der größer als der Mindestwert ist, haben;

- der Abstand zu Elementen im Außenbereich (Bauten) sollte größer als ein Mindestwert sein;
- ein Sichtfenster sollte Mindestabmessungen haben (Breite W zu Höhe H , m^2).

ANMERKUNG 1 Für die detaillierte Beurteilung zum Thema Aussicht gibt Anhang C geometrische Empfehlungen im Hinblick auf Fenstergrößen, sowie ein nützliches Projektionsverfahren.

Schatten-, Tageslichtsysteme und andere Verbauungen sollten genauso auf Verbauung der Sicht untersucht werden (dauerhaft oder vorübergehend).

Bei einem Raum, der sich einem Atrium oder einem eingeschlossenen Raum gegenüber befindet, sollte besonders auf den Abstand zum gegenüberliegenden Raum geachtet werden, siehe Anhang C.4.

ANMERKUNG 2 Bei großen Industriegebäuden wird die Aussicht auf die Landschaft nicht gefordert.

5.3 Minimale Besonnung

5.3.1 Allgemeines

Besonnung ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal, insbesondere für Wohnräume, in Wohnstätten und besonders während der Winterzeit. In Nordeuropa ist sie die meiste Zeit im Jahr wohltuend. Es wurde gezeigt, dass eine ausreichende Sonnenbestrahlung einen Beitrag zum Wohlbefinden des Menschen leistet, insbesondere im Winter. Ebenso leistet sie einen Beitrag zur Verminderung von Bakterien das ganze Jahr über.

Diese Norm empfiehlt eine Mindestanzahl von Stunden, in denen ein Raum Sonnenstrahlung für einen Referenztag im Jahr aufnehmen sollte. Sie bezieht sich auf Räume wie Wohnräume in einer Wohnstätte, in Patientenzimmern in Krankenhäusern und Spielzimmern in Kindergärten etc. oder in jedem Raum, in dem Sonnenlicht einen gewissen Wert hat.

5.3.2 Kriterien für eine minimale Besonnung

An einem speziellen Referenztag im Jahr ist die Mindestempfehlung, dass Sonnenlicht für eine Dauer aufgenommen werden, die länger ist als die Minstdauer des Sonnenlichts, in Stunden pro Tag (h). Das Verfahren für die Beurteilung wird in Anhang D aufgeführt.

5.4 Minimaler Schutz gegen Blendung

5.4.1 Allgemeines

Blendung ist eine negative Empfindung, die durch helle Flächen mit hinreichend größerer Leuchtdichte, als die, zu der die Augen adaptiert sind, entsteht; dadurch fühlt man sich gestört, unwohl oder wird eingeschränkt in der Sehleistung und Sicht. Blendung kann durch direktes Sonnenlicht durch ein Fenster oder durch Leuchtdichtenunterschiede zwischen hellen Flächen wie Fenster mit Aussicht auf den hellen Himmel und dem dunkleren Aufgabenbereich verursacht.

Blendung durch Tageslicht unterscheidet sich von einer Blendung, die durch elektrische Lichtquellen verursacht wird in Bezug auf die Größe der Blendquellen, die komplexe Leuchtdichtenverteilung und die Akzeptanz der Anwender. Die Blendquellen in Tageslichtsituationen sind für gewöhnlich viel größer (z. B. Himmel, der durch das Fenster angeschaut wird) als bei elektrischem Licht, und Metriken für psychologische Blendung durch elektrische Beleuchtung (z. B. UGR, siehe EN 12464-1:2011) können nicht für Tageslicht angewendet werden. Außerdem wird eine Blendung des gleichen Ausmaßes, die durch Tageslicht verursacht wird, von den Anwendern oft eher akzeptiert als eine Blendung durch elektrische Lichtquellen.

Zur Beurteilung der Blendung durch Tageslicht sollte das jährliche Aufkommen untersucht und die Metrik zur Wahrscheinlichkeit der Blendung durch Tageslicht, DGP (en: Daylight Glare Probability) angewendet

werden. Die Definition der DGP, Empfehlungen für Schwellenwerte sowie vereinfachte Auswertungen für Gardinen und Jalousien werden in Anhang A und Anhang E aufgeführt.

Zur Verminderung der Blendung durch Tageslicht müssen Sonnenschutzvorrichtungen zum Einsatz kommen. Ein direkter Blickkontakt zur Sonne oder einer Reflexion sollte vermieden werden. Sonnenschutzvorrichtungen wie Jalousien, Markisen, Lamellenvorhänge und Rollos sind für diesen Zweck geeignet, die spezifischen Materialeigenschaften sollten jedoch berücksichtigt werden. Während feste Vorrichtungen möglicherweise zusätzliche Sonnenschutzvorrichtungen benötigen, um individuelle Anforderungen zum Blendschutz zu unterstützen, kann eine bewegliche oder einziehbare Vorrichtung individuell angepasst werden.

5.4.2 Kriterium für minimalen Schutz gegen Blendung

Die Wahrscheinlichkeit der Blendung durch Tageslicht (DGP) sollte nicht einen Maximalwert von mehr als X % der Raumnutzungszeit überschreiten. Das Verfahren für die Beurteilung wird in Anhang E aufgeführt.

6 Allgemeine Überlegungen

Ein mit Tageslicht beleuchteter Raum variiert mit der Zeit in Helligkeit und Farbe. Die Tageslichtverteilung in Innenräumen hängt von der Bemessung und Verteilung der Tageslichtöffnungen in der Gebäudehülle (Dach und Fassaden) ab. Nachfolgend sind verschiedene Parameter, die die Menge und Qualität des Tageslichts in Innenräumen des Gebäudes beeinträchtigen, aufgeführt. Sie sollten sorgfältig festgelegt werden, um eine Mindestversorgung mit Tageslicht in Innenräumen zu erreichen:

- Fenster mit Blick auf den Himmel bringen mehr Tageslicht ins Haus und bei den gleichen verglasten Flächen bieten Dachoberlichter mehr Licht auf der horizontalen Ebene als Fassadenfenster;
- Verbauungen vor den Fassadenfenstern verringert den Tageslichteinfall;
- bei Verwendung mehrerer Fenster mit verschiedenen Richtungen in einem vorgegebenen Raum wird die allgemeine Helligkeit eher erhöht;
- hohe Fenster ermöglichen eher einen intensiveren Tageslichteinfall;
- Verglasungen unter der Höhe der Arbeitsebene leisten keinen großen Beitrag zur Beleuchtungsstärke auf der Bezugsebene, obwohl die Aussicht verbessern kann;
- Verglasungen mit einem geringen Lichttransmissionsgrad, z. B. Sonnenschutzverglasungen, können die Tageslichtnutzung drastisch verringern;
- nicht rückziehbare Sonnenschutzsysteme und feste Bauteile können, während trüber Tage, den Tageslichteinfall übermäßig reduzieren möglicherweise;
- die Vergrößerung des Kippwinkels der Dachverglasung verringert die Mengen von Tageslichteinfall in Gebäude bei bedecktem Himmel;
- feste und bewegliche Bauteile im Fensterbereich (z. B. Verglasungen, Sonnenschutzvorrichtungen, Balkone, Tageslichtlenksysteme) beeinflussen die Tageslichtnutzung in Innenräumen;
- Schmutz, insbesondere auf horizontalen Dachoberlichtern, kann den Tageslichteinfall deutlich verringern.

7 Verifizierung

7.1 Allgemeines

Festgelegte Gestaltungskriterien, die in dieser Europäischen Norm aufgelistet werden, müssen durch die folgenden Verfahrensanweisungen verifiziert werden. Bei der Planung der Tageslichtbeleuchtung werden bestimmte Annahmen, einschließlich Genauigkeitsgrad, getroffen. Diese sollten deklariert werden.

7.2 Tageslichtversorgung

Für die Verifizierung der Tageslichtversorgung wird empfohlen, die Werte der Tageslichtquotienten auf der Bezugsebene zu berechnen oder zu messen. Berechnungspunkte sollten, wenn möglich, mit den in B.3.1, Anhang B, festgelegten Rasterpunkten übereinstimmen. Die Verifizierung sollte zu den Kriterien des relevanten Rasters im Raum oder im Teil des Raumes durchgeführt werden. Die berechneten Tageslichtquotienten sollten nicht weniger als die Mindestempfehlung in Anhang A sein. Für eine Vor-Ort-Verifizierung sollten die Messstellen zur Verifizierung so ausgewählt werden, dass die Mindestwerte für den angemessenen Anteil der Bezugsebene überschritten werden.

7.3 Sichtverbindung nach außen

Die Verifizierung der Kriterien für die minimale Sichtverbindung nach außen ist für einfache Fälle eher unkompliziert. Im Fall von mehreren Fenstern und anderen Konfigurationen wird eine detailliertere Verfahrensweise der Verifizierung in Anhang C aufgeführt.

7.4 Besonnung

Für die Verifizierung der Besonnungsdauer in kritischen Räumen mit deren Umgebungsbereichen und Sonnenschutz sollten Verbauungen unter Berücksichtigung der örtlichen und gebäudeseitigen Situation bestimmt werden. Die Besonnungsdauer sollte am Bezugspunkt geprüft werden, der in Anhang D angegeben wird.

7.5 Schutz gegen Blendung

Für die Verifizierung des Blendschutzes sollten die Eigenschaften für eine kritische Situation durch eine Durchführung des in Anhang E beschriebenen Verfahrens ermittelt werden. Dieser Anhang beschreibt das Berechnungsverfahren und zeigt die verschiedenen Ebenen des Blendschutzes.

Anhang A (informativ)

Mindestempfehlungen

A.1 Allgemeines

In diesem Anhang werden die Mindestempfehlungen für Tageslichtversorgung, Sichtverbindung nach außen, Besonnung und Schutz gegen Blendung vor Fenstern gegeben.

A.2 Mindestempfehlungen für Tageslichtversorgung in einem Raum

A.2.1 Allgemeines

Diese Norm legt Mindestempfehlungen fest, um in Innenräumen einen hinreichenden subjektiven Helligkeitseindruck mit Tageslicht zu erzielen.

A.2.2 Mindestempfehlungen für beleuchtete Räume mit Fenstern:

- ein Beleuchtungsstärkeniveau von 300 lx sollte über 50 % des Raumes in mehr als der Hälfte der Tageslichtstunden im Jahr überschritten werden
- und
- ein Beleuchtungsstärkeniveau von 100 lx sollte über 100 % des Raumes in mehr als der Hälfte der Tageslichtstunden im Jahr überschritten werden.

ANMERKUNG Um den genannten Empfehlungen zu entsprechen, ist eine Berechnung der Tageslichtquotienten möglich. Die empfohlenen Mindestwerte der Tageslichtquotienten werden in Tabelle A.2 aufgeführt.

A.2.3 Mindestempfehlungen für beleuchtete Räume mit Dachoberlichtern

- ein Beleuchtungsstärkeniveau von 300 lx sollte über 100 % der relevanten Raumfläche in mehr als der Hälfte der Tageslichtstunden im Jahr überschritten werden.

ANMERKUNG Um den genannten Empfehlungen zu entsprechen, ist eine Berechnung der Tageslichtquotienten möglich. Die empfohlenen Mindestwerte der Tageslichtquotienten werden in Tabelle A.2, und Tabelle A.3 aufgeführt (z. B. ist Tabelle A.3 nur für waagerechte Dachoberlichter und diffuse Felder).

A.2.4 Unterscheidung von vertikalen Fassadenfenster und Dachoberlichtern

In Zweifelsfällen, ob eine Öffnung als Fenster oder als Dachoberlicht zu bewerten ist, gelten solche Öffnungen als Dachoberlicht, wenn die Sicht durch die Öffnung ausschließlich zum Himmel möglich ist (vorausgesetzt, sie besitzt eine durchsichtige Verglasung).

A.2.5 Zieltageslichtquotient D_T und Mindestzieltageslichtquotient D_{TM}

Aus Gründen der Einfachheit können die Mindestempfehlungen, die in A.2.2 und A.2.3 beschrieben werden, im Sinne der Tageslichtquotienten angegeben werden (siehe Definition in Abschnitt 3). Zwei Begriffe werden vorgeschlagen:

- D_T ist der Zieltageslichtquotient in Relation zu einer gegebenen Beleuchtungsstärke, die in mehr als der Hälfte der Tageslichtstunden, im Fall vom Fenstern für über 50 % des Raumes oder im Fall von Dachoberlichtern für 100 % des Raumes überschritten wird.

und

- D_{TM} ist der Mindestzieltageslichtquotient in Relation zu einer gegebenen Beleuchtungsstärke, die in mehr als der Hälfte der Tageslichtstunden, für ein Fenster für über 100 % des Raumes überschritten wird.

Minimale Beleuchtungsstärkeniveaus:

- D_{300} ist der Wert des Tageslichtquotienten an einer Stelle, wo 300 lx für mehr als die Hälfte der Tageslichtstunden überschritten werden (dieser Wert ist eine Funktion des lokalen Klimas).
- D_{100} ist der Wert des Tageslichtquotienten an einer Stelle, wo 100 lx für mehr als die Hälfte der Tageslichtstunden überschritten werden (dieser Wert ist eine Funktion des lokalen Klimas).

Folglich werden die Mindestempfehlungen in A.2.2 und A.2.3 für jedes spezifische Klima zu folgenden:

Für Räume mit Fenster:

- Mindestempfehlungen für Zieltageslichtquotient $D_T > D_{300}$
- und
- Mindestempfehlungen für Mindestzieltageslichtquotient $D_{TM} > D_{100}$

Für Räume mit Dachoberlichtern

- Mindestempfehlungen für Zieltageslichtquotient $D_T > D_{300}$

Dies sind Mindestempfehlungen. Die Planung von Räumen mit höheren Niveaus der Tageslichtversorgung ist möglich, wenn die Aktivitäten im Raum Nutzen aus den höheren Tageslichtmengen ziehen können. Aus diesem Grund werden zwei weitere Niveaus vorgeschlagen: mittlere und hohe Tagesbeleuchtung. Die unten angeführte Tabelle schlägt Mindestempfehlungen für drei mögliche Niveaus der Tagesbeleuchtung vor.

Tabelle A.1 — Mindestempfehlungen einer Tageslichtversorgung durch Tageslichtöffnungen aus Fassade und Dachoberlicht sowie höhere Ebenen eines gut ausgeleuchteten Tageslichtraumes werden vorgeschlagen

Ebene der Empfehlung	Art der Tageslichtöffnung	Beleuchtungsstärke	Tageslichtquotient
Mindestempfehlungen	Von der Fassade	300 lx über 50 % des Raumes, 50 % der Tageslichtstunden und 100 lx über 100 % des Raumes, 50 % der Tageslichtstunden	$D_T > D_{300}$ über 50 % des Raumes und $D_{TM} > D_{100}$ über 100 % des Raumes
	Vom Dachoberlicht	300 lx über 100 % des Raumes, 50 % der Tageslichtstunden.	$D_T > D_{300}$ über 100 % des Raumes
Empfehlungen für mittlere Tagesbeleuchtung eines Raumes	Von der Fassade	500 lx über 50 % des Raumes, 50 % der Tageslichtstunden und 300 lx über 100 % des Raumes, 50 % der Tageslichtstunden	$D > D_{500}$ über 50 % des Raumes und $D > D_{300}$ über 100 % des Raumes
	Vom Dachoberlicht	500 lx über 100 % des Raumes, 50 % der Tageslichtstunden	$D > D_{500}$ über 100 % des Raumes
Empfehlungen für hohe Tagesbeleuchtung eines Raumes	Von der Fassade	750 lx über 50 % des Raumes, 50 % der Tageslichtstunden und 500 lx über 100 % des Raumes, 100 % der Tageslichtstunden	$D > D_{750}$ über 50 % des Raumes und $D > D_{500}$ über 100 % des Raumes
	Vom Dachoberlicht	750 lx über 100 % des Raumes, 50 % der Tageslichtstunden	$D > D_{750}$ über 100 % des Raumes

Tabelle A.2 — Mindestwerte von D für Fenster und Dachoberlichter, um ein Beleuchtungsstärkeniveau von 100, 300, 500 oder 750 lx für einen Anteil an Tageslichtstunden zu überschreiten $F_{time,\%} = 50\%$ für 33 Hauptstädte der nationalen Mitglieder von CEN

Land	Hauptstadt ^a	Geographische Breite φ [°]	Mediane externe diffuse Beleuchtungsstärke $E_{v,d,med}$	Minimaler Wert von D, der 100 lx während 50 % der Tageslichtstunden überschreitet	Minimaler Wert von D, der 300 lx während 50 % der Tageslichtstunden überschreitet	Minimaler Wert von D, der 500 lx während 50 % der Tageslichtstunden überschreitet	Minimaler Wert von D, der 750 lx während 50 % der Tageslichtstunden überschreitet
Zypern	Nikosia	34,88	18 100	0,6 %	1,7 %	2,8 %	4,1 %
Malta	Valletta	35,54	16 500	0,6 %	1,8 %	3,0 %	4,5 %
Griechenland	Athen	37,9	19 400	0,5 %	1,5 %	2,6 %	3,9 %
Portugal	Lissabon	38,73	18 220	0,5 %	1,6 %	2,7 %	4,1 %
Türkei	Ankara	40,12	19 000	0,5 %	1,6 %	2,6 %	3,9 %

Land	Haupt- stadt^a	Geogra- phische Breite φ [°]	Mediane externe diffuse Beleuch- tungs- stärke $E_{v,d,med}$	Minimaler Wert von D, der 100 lx während 50 % der Tageslicht- stunden über- schreitet	Minimaler Wert von D, der 300 lx während 50 % der Tageslicht- stunden über- schreitet	Minimaler Wert von D, der 500 lx während 50 % der Tageslicht- stunden über- schreitet	Minimaler Wert von D, der 750 lx während 50 % der Tageslicht- stunden über- schreitet
Spanien	Madrid	40,45	16 900	0,6 %	1,8 %	3,0 %	4,4 %
Italien	Rom	41,8	19 200	0,5 %	1,6 %	2,6 %	3,9 %
Ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	Skopje	42,0	15 400	0,6 %	1,9 %	3,2 %	4,9 %
Bulgarien	Sofia	42,73	18 700	0,5 %	1,6 %	2,7 %	4,0 %
Rumänien	Bukarest	44,5	18 200	0,5 %	1,6 %	2,7 %	4,1 %
Kroatien	Zagreb	45,48	17 000	0,6 %	1,8 %	2,9 %	4,4 %
Slovenien	Ljubljana	46,22	17 000	0,6 %	1,8 %	2,9 %	4,4 %
Schweiz	Bern	46,25	16 000	0,6 %	1,9 %	3,1 %	4,7 %
Ungarn	Budapest	47,48	18 100	0,6 %	1,7 %	2,8 %	4,1 %
Österreich	Wien	48,12	16 000	0,6 %	1,9 %	3,1 %	4,7 %
Slowakei	Bratislava	48,2	16 300	0,6 %	1,8 %	3,1 %	4,6 %
Frankreich	Paris	48,73	15 900	0,6 %	1,9 %	3,1 %	4,7 %
Luxemburg	Luxemburg	49,36	16 000	0,6 %	1,9 %	3,1 %	4,7 %
Tschechische Republik	Prag	50,1	14 900	0,7 %	2,0 %	3,4 %	5,0 %
Belgien	Brüssel	50,9	15 000	0,7 %	2,0 %	3,3 %	5,0 %
Vereinigtes Königreich	London	51,15	14 100	0,7 %	2,1 %	3,5 %	5,3 %
Polen	Warschau	52,17	14 700	0,7 %	2,0 %	3,4 %	5,1 %
Niederlande	Amsterdam	52,3	14 400	0,7 %	2,1 %	3,5 %	5,2 %
Deutschland	Berlin	52,47	13 900	0,7 %	2,2 %	3,6 %	5,4 %
Irland	Dublin	53,43	14 900	0,7 %	2,0 %	3,4 %	5,0 %
Litauen	Vilnius	54,88	15 300	0,7 %	2,0 %	3,3 %	4,9 %
Dänemark	Kopenhagen	55,63	14 200	0,7 %	2,1 %	3,5 %	5,3 %
Lettland	Riga	56,57	13 600	0,7 %	2,2 %	3,7 %	5,5 %
Estland	Tallinn	59,25	13 600	0,7 %	2,2 %	3,7 %	5,5 %
Schweden	Stockholm	59,65	12 100	0,8 %	2,5 %	4,1 %	6,2 %
Norwegen	Oslo	59,9	12 400	0,8 %	2,4 %	4,0 %	6,0 %
Finnland	Helsinki	60,32	13 500	0,7 %	2,2 %	3,7 %	5,6 %
Island	Reykjavik	64,13	11 500	0,9 %	2,6 %	4,3 %	6,5 %
^a Weitere Städte können von Ländern hinzugefügt werden, um eine präzisere Angabe der Breitengrade und des Klimas zu berücksichtigen.							

Bei Gebäuden mit Dachoberlichtern wird empfohlen, bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen zum Einsatz zu bringen, um einen übermäßigen Sonnenlichteinfall im Sommer zu vermeiden.

Die Verwendung von lichtstreuenden Materialien für Dachoberlichter ist ebenfalls möglich, um eine Sonnenlichtstreuung zuzulassen. Bei Verwendung von lichtstreuenden Materialien kann man berücksichtigen, dass das Sonnenlicht auch einen Beitrag zur Tagesbeleuchtung von Gebäuden leistet. In diesen Fällen dürfen Tageslichtquotienten angewendet werden, jedoch in Verbindung mit der Medianen Externen Globalen Beleuchtungsstärke $E_{v,g,med}$. Hierdurch werden die Werte von D in sonnigem Klima vermindert. Die Auswirkung ist im südlichen Teil von Europa von mehr Bedeutung (siehe Tabelle A.3).

Tabelle A.3 — Minimalwerte von D nur für Dachoberlichter mit waagerechten lichtstreuenden Feldern, um ein Beleuchtungsstärkeniveau von 100, 300, 500 oder 750 lx für einen Anteil an Tageslichtstunden $F_{time,\%} = 50\%$ für 33 Hauptstädte der nationalen Mitglieder von CEN zu überschreiten

Land	Hauptstadt ^a	Geographische Breite φ [°]	Mediane Externe Globale Beleuchtungsstärke $E_{v,g,med}$	Minimaler Wert von D, um 100 lx während 50 % der Tageslichtstunden zu überschreiten	Minimaler Wert von D, um 300 lx während 50 % der Tageslichtstunden zu überschreiten	Minimaler Wert von D, um 500 lx während 50 % der Tageslichtstunden zu überschreiten	Minimaler Wert von D, um 750 lx während 50 % der Tageslichtstunden zu überschreiten
Zypern	Nikosia	34,88	43 200	0,2 %	0,7 %	1,2 %	1,7 %
Malta	Valletta	35,54	33 600	0,3 %	0,9 %	1,5 %	2,2 %
Griechenland	Athen	37,9	35 350	0,3 %	0,8 %	1,4 %	2,1 %
Portugal	Lissabon	38,73	38 717	0,3 %	0,8 %	1,3 %	1,9 %
Türkei	Ankara	40,12	31 300	0,3 %	1,0 %	1,6 %	2,4 %
Spanien	Madrid	40,45	35 200	0,3 %	0,9 %	1,4 %	2,1 %
Italien	Rom	41,8	30 900	0,3 %	1,0 %	1,6 %	2,4 %
Ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	Skopje	42,0	24 300	0,4 %	1,2 %	2,1 %	3,1 %
Bulgarien	Sofia	42,73	22 200	0,5 %	1,4 %	2,3 %	3,4 %
Rumänien	Bukarest	44,5	28 500	0,4 %	1,1 %	1,8 %	2,6 %
Kroatien	Zagreb	45,48	20 300	0,5 %	1,5 %	2,5 %	3,7 %
Slovenien	Ljubljana	46,22	19 800	0,5 %	1,5 %	2,5 %	3,8 %
Schweiz	Bern	46,25	21 700	0,5 %	1,4 %	2,3 %	3,5 %
Ungarn	Budapest	47,48	25 100	0,4 %	1,2 %	2,0 %	3,0 %
Österreich	Wien	48,12	20 800	0,5 %	1,4 %	2,4 %	3,6 %
Slowakei	Bratislava	48,2	22 600	0,4 %	1,3 %	2,2 %	3,3 %
Frankreich	Paris	48,73	20 400	0,5 %	1,5 %	2,5 %	3,7 %
Luxemburg	Luxemburg	49,36	17 100	0,6 %	1,8 %	2,9 %	4,4 %
Tschechische Republik	Prag	50,1	17 400	0,6 %	1,7 %	2,9 %	4,3 %
Belgien	Brüssel	50,9	17 200	0,6 %	1,7 %	2,9 %	4,4 %

Land	Hauptstadt ^a	Geographische Breite φ [°]	Mediane Externe Globale Beleuchtungsstärke $E_{v,g,med}$	Minimaler Wert von D, um 100 lx während 50 % der Tageslichtstunden zu überschreiten	Minimaler Wert von D, um 300 lx während 50 % der Tageslichtstunden zu überschreiten	Minimaler Wert von D, um 500 lx während 50 % der Tageslichtstunden zu überschreiten	Minimaler Wert von D, um 750 lx während 50 % der Tageslichtstunden zu überschreiten
Vereinigtes Königreich	London	51,15	17 650	0,6 %	1,7 %	2,8 %	4,2 %
Polen	Warschau	52,17	18 300	0,5 %	1,6 %	2,7 %	4,1 %
Niederlande	Amsterdam	52,3	17 600	0,6 %	1,7 %	2,8 %	4,3 %
Deutschland	Berlin	52,47	17 100	0,6 %	1,8 %	2,9 %	4,4 %
Irland	Dublin	53,43	18 200	0,5 %	1,6 %	2,7 %	4,1 %
Litauen	Vilnius	54,88	18 400	0,5 %	1,6 %	2,7 %	4,1 %
Dänemark	Kopenhagen	55,63	17 300	0,6 %	1,7 %	2,9 %	4,3 %
Lettland	Riga	56,57	15 000	0,7 %	2,0 %	3,3 %	5,0 %
Estland	Tallinn	59,25	14 500	0,7 %	2,1 %	3,4 %	5,2 %
Schweden	Stockholm	59,65	15 200	0,7 %	2,0 %	3,3 %	4,9 %
Norwegen	Oslo	59,9	14 600	0,7 %	2,1 %	3,4 %	5,1 %
Finnland	Helsinki	60,32	16 900	0,6 %	1,8 %	3,0 %	4,4 %
Island	Reykjavik	64,13	14 000	0,7 %	2,1 %	3,6 %	5,4 %
^a Weitere Städte können von Ländern hinzugefügt werden, um eine präzisere Aufgabe der Breitengrade und des Klimas zu berücksichtigen.							

A.3 Mindestempfehlungen für eine Aussicht

Das Sichtfenster (Tageslichtöffnung) sollte Abmessungen von mindestens (Breite x Höhe) 1 m x 1,25 m haben.

Die Landschaftsebene sollte mindestens von 75 % der genutzten Fläche aus zu sehen sein. Der Außenabstand der Aussicht sollte größer als 6 m sein.

Tabelle A.4 empfiehlt drei Qualitätsniveaus der Außenansicht: die Mindestempfehlung sowie mittleres und hohes Niveau. Siehe Anhang C für weitere Details. Die Klassen mit der höchsten Aussicht sind insbesondere wichtig für Gebäude, deren Bewohner eine begrenzte Mobilität aufweisen.

Tabelle A.4—Beurteilung der Aussicht nach draußen aus einer vorgegebenen Position

Parameter	Klassifizierung der Aussicht nach draußen		
	minimal	mittel	hoch
Breite der (des) Aussichtsfenster(s), waagerechter Blickwinkel	> 14°	> 28°	> 54°
Außenabstand der Aussicht	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Anzahl der Ebenen, die von mindestens 75 % der genutzten Fläche aus zu sehen sind: — Himmel — Landschaft (städtisch und/oder Natur) — Boden	Mindestens die Ebene Landschaft ist enthalten	Eine Mindestanzahl von zwei Ebenen sind enthalten	Alle Ebenen sind enthalten

A.4 Mindestempfehlung für Besonnung

Nach der Mindestempfehlung sollte ein Raum möglichst Sonnenlicht für eine Dauer aufnehmen, die länger ist als 1,5 h am 21. März (vorausgesetzt, es ist wolkenlos). Tabelle A.5 empfiehlt drei Niveau für die Besonnung. Siehe Anhang D für weitere Details.

Tabelle A.5 — Beurteilung der Besonnung

	Besonnung
Empfehlung für eine minimale Besonnung	1,5 h
Empfehlung für eine mittlere Besonnung	3,0 h
Empfehlung für eine intensive Besonnung	> 4,0 h

A.5 Minimalempfehlungen für Schutz vor Blendung

Die Minimalempfehlung für Schutz vor Blendung besagt, dass die DGP (Wahrscheinlichkeit der Blendung durch Tageslicht, en: Daylight Glare Probability) für den belegten Raum einen Wert von 0,45 in mehr als 5 % der belegten Zeit des relevanten Raumes nicht überschreitet. In Tabelle A.6 werden die DGP_t Grenzwerte für verschiedene Ebenen des Blendschutzes empfohlen.

Tabelle A.6 —empfohlene Werte der Grenzwerte DGP_t für verschiedene Ebenen des Blendschutzes:

	DGP_t	Maximal zulässige Überschreitung während der Referenznutzungszeit
Empfehlung für einen minimalen Schutz vor Blendung	0,45	5 %
Empfehlung für einen mittleren Schutz vor Blendung	0,40	5 %
Empfehlung für einen intensiven Schutz vor Blendung	0,35	5 %

Anhang B (informativ)

Tageslicht

B.1 Allgemeines

Die Tageslichtversorgung in einem Innenraum basiert auf dem Vorkommen eines minimalen Beleuchtungsstärkewerts für die gesamte Bezugsebene oder einen Anteil der Bezugsebene, während 50 % der Tageslichtstunden. Dieser Ansatz unterscheidet sich von der Beurteilung des Tageslichtbeitrags, um die spezifischen Beleuchtungsstärkeanforderungen, die in EN 12464-1:2011 festgelegt sind, zu erfüllen. Der letztgenannte Ansatz würde zu einer Beurteilungsverminderung des Stromverbrauchs in Bezug auf Tageslicht führen, was in prEN 15193-1:2015 aufgeführt ist.

Die zu beurteilende Fläche im Raum wird von einer Anzahl von Rasterpunkten gekennzeichnet, wie in B.3.1 ausführlich beschrieben wird. Das Gestaltungsziel für einen Raum sollte von der Verglasungsanordnung abhängen. Beispielsweise kann das Gestaltungsziel für einen Raum möglicherweise die Erreichung von 300 lx Tagesbeleuchtung über die Hälfte der Rasterpunkte für die Hälfte der Tageslichtstunden im Jahr sein.

Dies kann durch Berechnungen der Beleuchtungsstärken in Innenräumen auf der Bezugsebene über ein ganzes Jahr in zeitlichen Schritten von einer Stunde oder weniger erfolgen. Dies erfordert die Verwendung von detaillierten Tageslichtangaben am Standort, normalerweise stündliche Angaben über die Leuchtdichtenverteilung über dem Himmelsgewölbe für ein durchschnittliches Jahr.

Dies kann auch geschätzt werden durch Berechnung der Tageslichtquotienten auf der gesamten Bezugsebene unter der CIE Norm bei bedecktem Himmel. In diesem Fall sind die Parameter wie folgt:

- Minimalwert des Tageslichtquotienten auf der Bezugsebene D_{TM} ;
- der Zieltageslichtquotient D_T über einen Anteil der Bezugsebene ist als ausreichend beleuchtet anzusehen.

Wenn zum Beispiel das zu erreichende Kriterium mit mindestens 100 lx über 50 % der Tageslichtstunden über 200 % der Bezugsebene liegt, ist D_{TM} gleich

$$D_{TM} = \frac{\text{Beleuchtungsstärkeniveau}}{E_{v,d,med}} = \frac{100 \text{ lx}}{E_{v,d,med}} \quad (\text{B.1})$$

Dabei ist

$E_{v,d,med}$ die mediane horizontale Beleuchtungsstärke des Himmelslichts (lx). Sie ist die Beleuchtungsstärke, die durch Himmelslicht auf eine horizontale Oberfläche der Erde erzeugt wird, die die Hälfte der Tageslichtstunden im Jahr (2 190 h) erreicht.

Wenn zum Beispiel das zu erreichende Kriterium mit mindestens 300 lx über 50 % der Tageslichtstunden über 50 % der Bezugsebene liegt, ist D_T gleich

$$D_T = \frac{\text{Beleuchtungsstärkeniveau}}{E_{v,d,med}} = \frac{300 \text{ lx}}{E_{v,d,med}} \quad (\text{B.2})$$

Dabei ist

$E_{v,d,med}$ die mediane diffuse horizontale Beleuchtungsstärke des Himmelslichts (lx).

Um das Kriterium für die Tageslichtverfügbarkeit zu erreichen, sollte der Zieltageslichtquotient (D_T) auf einem definierten Prozentsatz der Rasterpunkte im Raum erzielt werden. Dieser Prozentsatz wird auf 50 % für Fenster und 100 % für Dachoberlichter festgelegt. Es ist auch erforderlich, sicherzustellen, dass der minimale Zieltageslichtquotient (D_{TM}) an allen Punkten anzutreffen ist. Eine Liste der Werte für D_T und D_{TM} wird in Tabelle A.2 und Tabelle A.3 aufgeführt.

Bei Berechnungsverfahren gibte es immer Annäherungen und Unsicherheiten, darüber hinaus sollte eine Reduzierung der Durchlässigkeit durch Verglasungen aufgrund von Schmutzablagerungen mit berücksichtigt werden. Eine Berechnung des Tageslichtquotienten nimmt an, dass die Lichtstärkeverteilung des Himmels dem Muster eines bedeckten Himmels entspricht, wie in Abschnitt 6 der ISO 15469:2004 festgelegt. Zur Überprüfung der Gültigkeit jedes Rechenprogramms sind die Verfahren, die in CIE 171:2006 beschrieben werden, anzuwenden.

Wenn Details des zu beurteilenden Raumes nicht verfügbar sind, dürfen begründete Annahmen gemacht werden. Alle getroffenen Annahmen sind anzugeben.

B.2 Tageslichtverfügbarkeit

Wenn die Auswertung auf dem Tageslichtquotienten begründet wird, basiert die Tageslichtversorgung auf der Verfügbarkeit von diffusem Himmelslicht für die bestimmte Region, wie aus den normierten Klimadateien oder ähnlichem ermittelt wurde. Eine normierte Klimadatei enthält eine jährliche Zeitreihe von 8 760 stündlichen Werten für die diffuse horizontale Beleuchtungsstärke (z. B. EnergyPlus Wetterdatei; Meteonorm Wetterdatei; Satel-Light etc.). Die Tageslichtstunden werden durch eine Rangordnung (d. h. vom höchsten zum niedrigsten) der 8 760 Werte für die diffuse horizontale Beleuchtungsstärke und danach durch Extraktion der ersten (d. h. die höchsten) 4 380 Stundenwerte festgelegt. Zu beachten ist, dass die erhaltenen (d. h. höchsten) 4 380 Werte einige Nullwerte enthalten können oder dass die verworfenen 4 380 Werte einige von Null verschiedene Werte enthalten. Dies ist in Anbetracht der Eigenschaft der Beleuchtungsstärkedaten in Klimadateien zu erwarten und beeinträchtigt nicht das Ergebnis.

Der Zieltageslichtquotient (D_T) wird aus dem Medianwert der erhaltenen diffusen horizontalen Beleuchtungsstärkedaten ermittelt, d. h. der diffuse horizontale Beleuchtungsstärkewert, der für die Hälfte der Tageslichtstunden erreicht wurde. Die Auswahl des Medianwertes hängt mit dem Kriterium von 50 % der Tageslichtstunden zusammen, der von dieser Norm empfohlen wird.

Der mediane diffuse horizontale Beleuchtungsstärkewert ($E_{v,d,med}$) während der Tageslichtstunden für jede Hauptstadt der CEN-Mitgliedsstaaten wird in Tabelle A.2 angegeben. Die Berechnung der gleichen Werte für andere Orte ist möglich, sofern geeignete Daten zur Verfügung stehen.

ANMERKUNG 1 Wenn die Klimadatei keine Jahreszeitreihen für eine diffuse horizontale Beleuchtungsstärke ($E_{v,d}$) enthält, so kann die externe mediane Tagesbeleuchtungsstärke von der diffusen horizontalen Bestrahlungsstärke ($E_{e,d}$) mit Hilfe eines Lichtausbeute-Modells abgeleitet werden. $E_{v,d}$ kann durch Multiplikation mit $E_{e,d}$ durch den festen Lichtausbeute-Wert gewonnen werden. Die Lichtausbeute des Himmelslichts verändert sich, 110 lmW^{-1} ist ein angemessener Annäherungswert.

ANMERKUNG 2 Bei Verwendung lichtstreuender Materialien für waagerechte Dachoberlichter wird die mediane externe globale Beleuchtungsstärke ($E_{v,g,med}$) während der Tageslichtstunden für jede Hauptstadt der CEN-Mitgliedsstaaten in Tabelle A.3 angegeben.

B.3 Berechnungsverfahren mit Anwendung von Tageslichtquotienten

B.3.1 Allgemeines

Das Tageslichtquotient-Verfahren nimmt ein konstantes Verhältnis zwischen interner zu externer Beleuchtungsstärke an. Die Tageslichtquotienten (D) im Raum müssen durch ein zuverlässiges Verfahren auf Grundlage des bedeckten Norm-Himmels (TYP 16) nach ISO 15469:2004 berechnet werden. Tageslichtquotienten müssen über Rasterpunkte nach B.3.1 auf einer Ebene von 0,85 m über dem Raumboden prognostiziert werden. Nach der Berechnung der Tageslichtquotienten, ist sicher zu stellen, dass zumindest auf der erforderlichen Fläche des Raumes der Zieltageslichtquotient (D_T) für den Ort erreicht oder überschritten wird (siehe Tabelle A.2 und Tabelle A.3 in Anhang A für den zugehörigen Tageslichtquotienten und das Beleuchtungsstärkeniveau). Danach ist sicher zu stellen, dass alle Punkte die Zieltageslichtquotienten (D_{TM}) für den Ort überschreiten oder erreichen (siehe Tabelle A.2 und Tabelle A.3 in Anhang A für den zugehörigen Tageslichtquotienten und das zugehörige Beleuchtungsstärkeniveau).

ANMERKUNG CIE 16:1970 gibt Berechnungsverfahren und CIE 171:2006 Prüfdaten an, die verwendet werden können um den Rechenvorgang zu validieren.

B.3.2 Berechnungsraster

Tageslichtberechnungen sollten auf einer Ebene von 0,85 m über dem Fußboden der zu berechnenden Fläche durchgeführt werden. Die Punkte, an denen die Berechnungen stattfinden sollten, werden nachstehend definiert. Rasterzellen, die sich an ein Quadrat annähern, werden bevorzugt, das Verhältnis von Länge zu Breite eines Rasters muss zwischen 0,5 und 2 gehalten werden. Die maximale Größe des Rasters muss wie folgt sein:

$$p = 0,2 \times 5^{\log_{10}(d)} \quad (\text{B.3})$$

Dabei ist

- $P \leq 10$ m
- d das längere Maß der Berechnungsfläche (m), falls jedoch das Verhältnis der längeren Seite zur kürzeren 2 oder größer ist, wird d zum kürzeren Maß der Fläche und
- p die maximale Rasterzellgröße (m).

Die Anzahl der Punkte auf dem relevanten Maß wird durch die nächste ganze Zahl angegeben, die gleich oder größer als d/p ist.

Die sich ergebenden Abstände zwischen den Rasterpunkten werden für die Berechnung der nächsten ganzen Zahl von Rasterpunkten in der anderen Dimension verwendet. Dies ergibt ein Verhältnis von Länge zu Breite einer Rasterzelle nahe 1.

Wenn die Rasterfläche ein Raum oder Teil eines Raumes ist, wird ein Streifen von 0,5 m von den Wänden aus der zu berechnenden Fläche ausgenommen.

ANMERKUNG 1 Die Gleichung (B.1) (aus CIE x005:1992 stammend) wurde unter der Annahme abgeleitet, dass p proportional zu $\log(d)$, dabei ist:

- $P = 0,2$ m für $d = 1$ m
- $P = 1$ m für $d = 10$ m
- $P = 5$ m für $d = 100$ m

ANMERKUNG 2 Typische Werte des Rasterpunktabstands werden in Tabelle F.1 angegeben.

Anhang C **(informativ)**

Aussicht

C.1 Allgemeines

Sichtfenster bieten einen visuellen Kontakt mit der Umgebung, sodass Informationen für Orientierung, Wetterveränderungen und Tageszeit geboten werden. Eine Zusammensetzung einer Aussicht, die die Ebenen von Himmel, Stadt oder Landschaft beinhalten, könnte der ermüdenden Monotonie entgegenwirken und einen Beitrag zur Entlastung leisten, sich nicht eingeschlossen zu fühlen. Alle Bewohner sollten die Gelegenheit für eine Pause und Erholung durch einen Szenenwechsel und eine Schwerpunktverlagerung bekommen. Eine Aussicht auf die Natur wird der Aussicht auf eine vom Menschen geschaffene Umwelt vorgezogen und eine weite Sicht und ein Fernblick werden mehr geschätzt als eine beengte und kurzweilige Aussicht. Eine vielfältige und dynamische Aussicht ist interessanter als eine monotone Aussicht. Eine Aussicht auf die Natur kann einen positiven Einfluss auf das Wohlbefinden der Menschen, Zufriedenheit bei der Arbeit und Genesung von OP-Patienten haben. Eine gute Aussicht umfasst mindestens zwei Ebenen und gibt viel Informationen über die Außenbedingungen, insbesondere über Ort, Zeit, Wetter und die Anwesenheit von Menschen.

Menschen mögen es, neben einem Fenster zu sitzen und empfinden es als angenehm nach draußen zu schauen. Büroangestellte bevorzugen Arbeitsplätze in der Nähe eines Fensters. Ältere stellen ihren Lieblingssessel nah ans Fenster. Auch gibt es eine Korrelation zwischen der Tageslichtbeurteilung und der Qualität der Aussicht. Je interessanter eine Aussicht, desto weniger Menschen nehmen eine Blendung durch das Fenster wahr. Die Sicht in ein Gebäudeinneres sollte ebenso berücksichtigt werden, wenn die Sicht nach draußen ermittelt wird. Das Bedürfnis an Privatsphäre variiert mit der Gebäudeart und der Erwartungen der Nutzer.

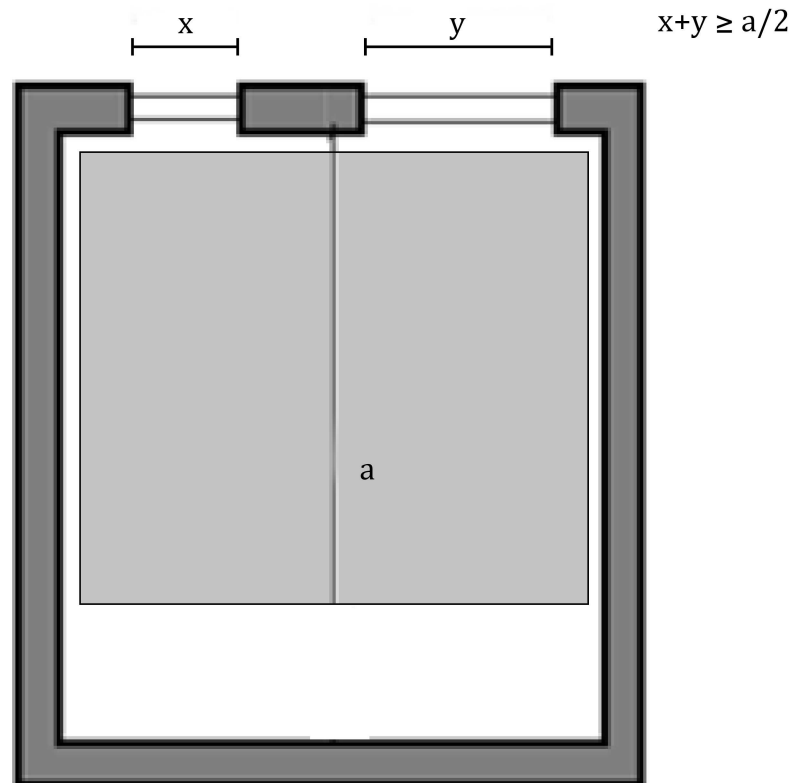
Für eine gute Aussicht ist es notwendig, auf Augenhöhe der Menschen, die in einem Raum stehen und/oder sitzen (dies hängt von der Nutzungsart des Raumes ab) für Fenster mit transparenter, unverzerrter und neutral gefärbter Verglasung zu sorgen.

Die Aussicht muss auch weit genug sein. Die Mindestgröße der Verglasung hängt von der Tiefe und Gestalt der belegten Zone oder des Raumes ab. Für eine Entspannung der Augen ist es wichtig, dass die Aussicht weit genug in die Ferne geht. Bei sehr großen Räumen ($> 2\,000\text{ m}^2$) kann ein visueller Zugang zu einem Sichtfenster schwierig sein; allerdings kann eine begrenzte Entspannung der Augen durch die Innensicht mit langen Sichtlinien erfolgen.

C.2 Die Aussichtsbreite im Fall einer Fensterfassade

Die Sichtqualität nach draußen ist besonders wichtig, wenn es nur eine Wand mit Sichtfenstern gibt.

Um eine gute Aussicht nach draußen zu gewährleisten, sollte es möglich sein, von den Bezugsorten aus durch ein Sichtfenster zu schauen, das einen Blickwinkel von mindestens 28 Grad waagerecht abdeckt. Die Bezugsorte sollten sich an jeder möglichen Stelle der belegten Fläche des Raumes befinden. Dies bedeutet, dass die Sichtfenster bei einer Nutzung des gesamten Raumes eine Gesamtlänge von mindestens der Hälfte der Tiefe des genutzten Raumes haben sollten, siehe Bild C.1. Die Höhe des Sichtfensters sollte 1,25 m oder mehr betragen.



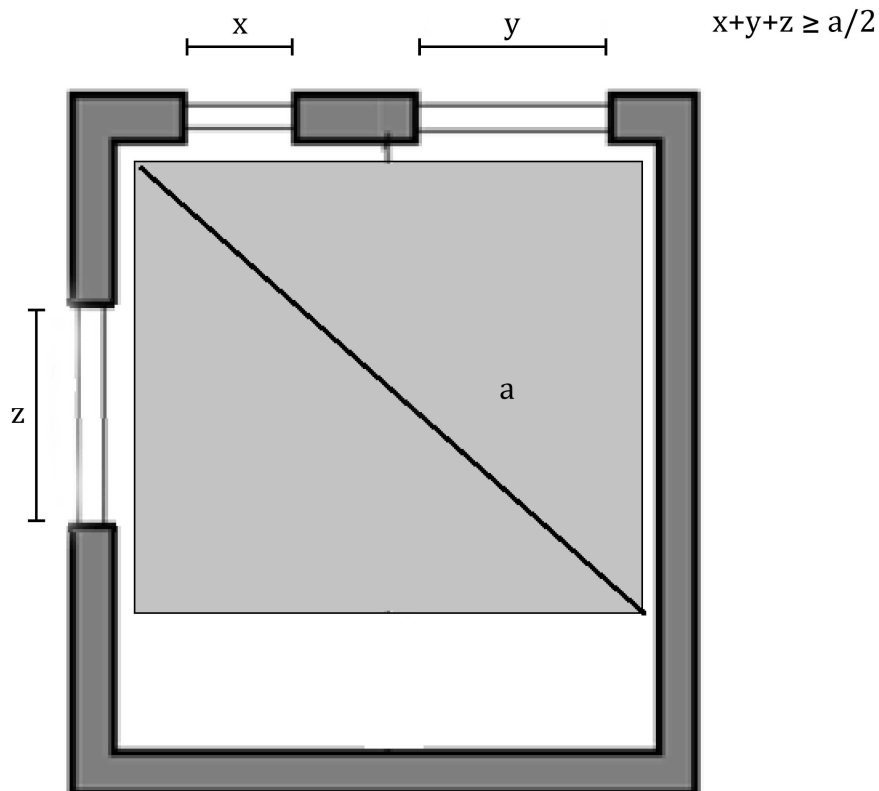
Legende

a Nutzfläche

Bild C.1 — Die Glasfenster sollten eine Gesamtbreite von mindestens der Hälfte der Tiefe des genutzten Raumes haben. Wenn der gesamte Raum genutzt wird, bedeutet dies, dass die Glasfenster eine Gesamtbreite von mindestens der Hälfte der Tiefe des Raumes haben sollte, falls die genutzte Fläche die Bezugsfläche ist

C.3 Die Aussichtsbreite bei mehrfachen Fassaden mit Fenstern und/oder Dachoberlichtern

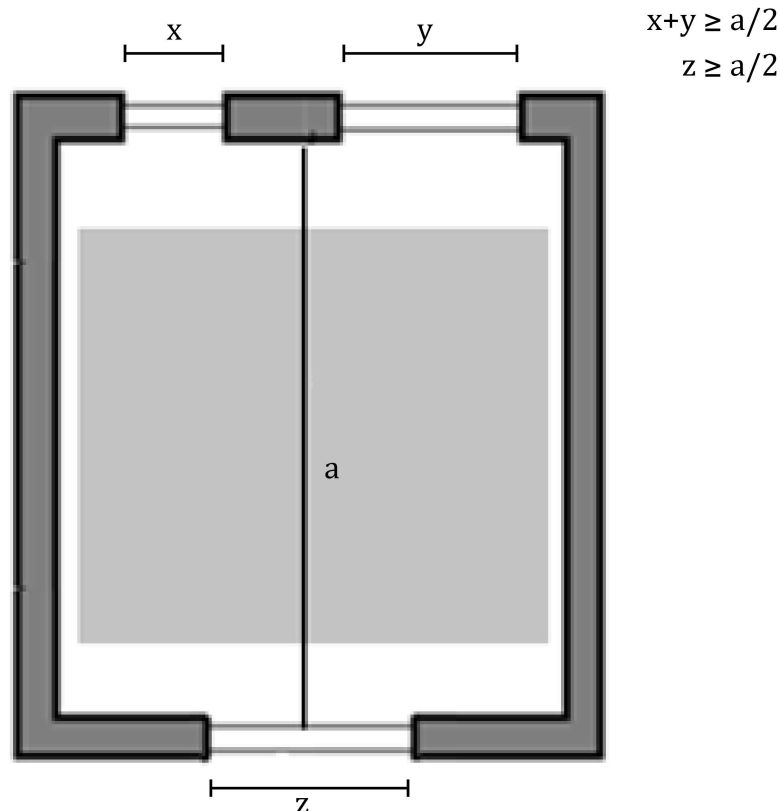
Fenster auf verschiedenen Fassaden sowie Dachoberlichter auf einer schrägen Dachkonstruktion kann eine bedeutend bessere Sichtqualität in einem Tageslichtraum bieten als ein (bzw. mehrere) Fenster, das (die) in einer Fassadenwand eingebaut ist (sind). Bild C.2 und Bild C.3 zeigen einige Beispiele mit Anforderungen für die Gesamtbreite der Glasfenster. Trotz Vorhandensein mehrerer Fenster sollte mindestens ein Fenster eine gute Aussicht haben, das mit dem Projektionsverfahren des C.6 zu beurteilen ist. Die indikativen Punkte für die Beurteilung der Sichtqualität sollten als die besten im Verhältnis zur Gebäudeart zu Aufgaben der Nutzer in den berücksichtigten Bereichen des Gebäudes ausgewählt werden.



Legende

a Nutzfläche

Bild C.2 — Die Glasfenster sollten eine Gesamtbreite von mindestens der Hälfte der Diagonalen des genutzten Raumes haben. Wenn der gesamte Raum genutzt wird, bedeutet dies, dass die Glasfenster eine Gesamtbreite von mindestens der Hälfte der Diagonalen des Raumes haben sollte, falls die genutzte Fläche die Bezugsfläche ist



Legende

a Nutzfläche

Bild C.3 — Bei Vorhandensein von mehr als einem Fenster an der gleichen Fassade sollte mindestens ein einziges Sichtfenster eine ausreichende Aussicht bieten. Zusätzliche Fenster können jedoch die Sichtqualität verbessern. Bei Vorhandensein von mehreren Fenstern mit geringem Abstand zueinander können die Fenster als ein Sichtfenster betrachtet werden

C.4 Die Sichtqualität im Fall einer Sicht auf ein Atrium

Wenn eine direkte Sicht nach draußen nicht möglich ist, kann stattdessen eine Aussicht auf ein Atrium mit sozialen Interaktionen und Pflanzen genutzt werden. Bei einer Sicht auf ein Atrium oder auf einen geschlossenen Raum sollte besonders auf die Abmessungen und Eigenschaften des Aussichtsraumes geachtet werden.

Die Sicht auf Gebäude bei einer kurzen Entfernung hat eine negative Auswirkung auf die Sichtqualität. Wenn ein Raum direkt an ein Atrium anschließt und die einzige Sichtmöglichkeit das Atrium ist, wird die Sicht nach draußen durch die anderen Atrium-Fassaden begrenzt. Das Gefühl der Weiträumigkeit kann am besten bestehen, wenn sich die anderen Atrium-Fassaden in einem Abstand von mehr als 20 m vom Fenster entfernt befinden sollten. Eine grüne Vegetation im Atrium kann die Sicht attraktiver gestalten.

C.5 Sichtqualität

Die Sichtqualität wird in drei Klassen eingeteilt: minimal, mittel und hoch. Die Leistungsparameter und Grenzwerte werden in Tabelle A.4 angegeben. Zusätzlich zu den Leistungsparametern sind weitere Maßnahmen bei der Auswertung der Sicht nach draußen wichtig: der ästhetische Wert der Objekte, die in der Sicht enthalten sind und die Zusammensetzung der Sicht. Der ästhetische Wert ist korreliert mit Komplexität, Instandhaltung, Alter etc. steht. Die Zusammensetzung der Sicht kann am Foto von der Sicht nach draußen untersucht werden, das am Beobachtungspunkt im Innenraum gemacht wurde. Für eine gute

Zusammensetzung gilt: unerwünschte Elemente sollten nicht das Bild dominieren, insbesondere angenehme Motive sollten nicht fragmentiert sein und es sollte ein Gleichgewicht zwischen der linken und rechten Seite des Fotos gewährleistet sein. Außerdem sind Umgebungsinformationen wie Ort, Zeit, Wetter, Natur, Menschen auch wichtig; für die drei Klassen wird das Folgende empfohlen: Die Minimalempfehlung sollte Zeit, Wetter und Ort umfassen; eine mittlere Empfehlung sollte Zeit, Wetter, Ort und Natur umfassen und eine gute sollte alle Umgebungsinformationen beinhalten.

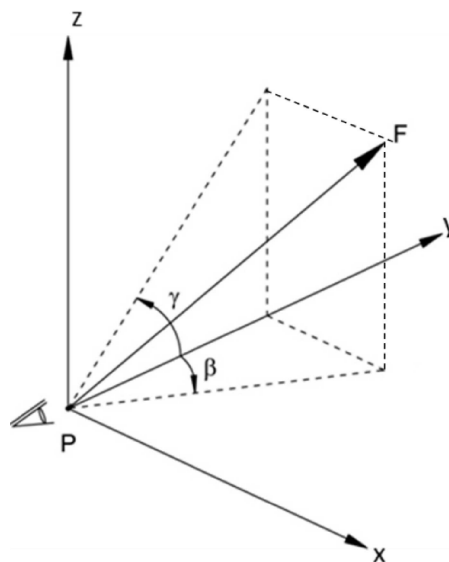
C.6 Beurteilung der Sicht

C.6.1 Das Projektionsverfahren

Das Projektionsverfahren (siehe Bild C.4) kann angewendet werden, um die Sichtqualität auf einer objektiven Weise zu beurteilen.

Das Projektionsverfahren verwendet eine abstandsgetreue Fischaugen-Projektion (siehe Bild C.5), die mit einer Fotokamera, Computer Software oder Handzeichnung durchgeführt wird, abhängig von der Planungsstufe oder ob es sich um ein bestehendes Gebäude handelt. Indikative Punkte der Projektion sollten sich an den Punkten im Raum befinden, an denen Menschen tatsächlich sitzen (Augenhöhe 1,2 m über dem Fußboden) oder stehen (Augenhöhe 1,7 m über dem Fußboden). Die Projektionsrichtung sollte senkrecht zur Fassade sein.

Sonnenschutz-, Tageslichtsysteme und andere Verbauungen sollten genauso projiziert werden, um diese auf eine Verbauung der Sicht zu untersuchen. Gegen störende Einflüsse der Sonneneinstrahlung wie Überhitzung zu einer unerwünschten Zeit oder Blendung ist in der Regel ein Sonnenschutz notwendig. Individuell anpassbare Sonnenschutzvorrichtungen können die Sicht nach draußen zeitweise verbauen. Dauerhafte Sonnenschutzvorrichtungen - einschließlich diese, die bewegt werden können, wenn sie vollständig geöffnet sind - und Tageslichtsteuerungseinrichtungen, die übermäßig die Sicht nach draußen verbauen, sollten berücksichtigt werden. Der Teil des Fensters, der durch solche Einrichtungen verbaut wird, sollte als wäre er blickdicht (nicht transparent) behandelt werden.



Legende

y Blickrichtung

Bild C.4 — Position eines Objekts F (mit Winkeln γ und β), das von einer Person von Punkt P aus gesehen wird

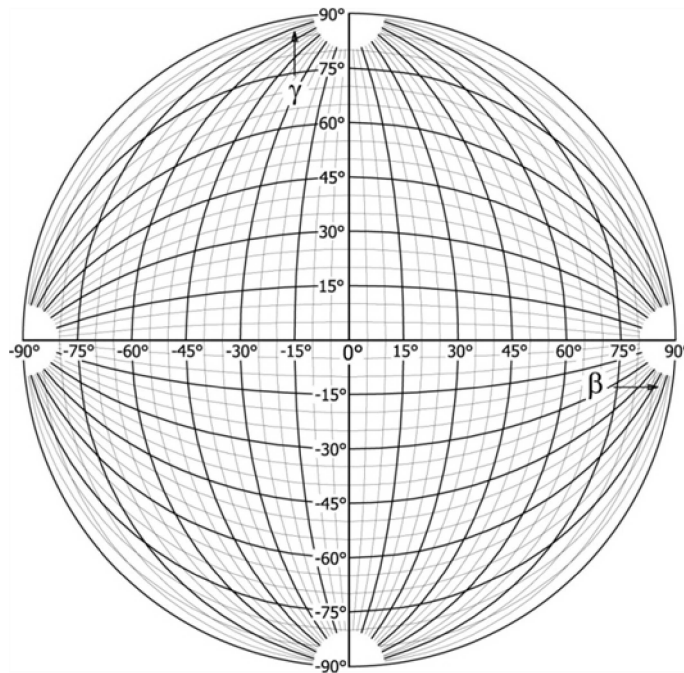
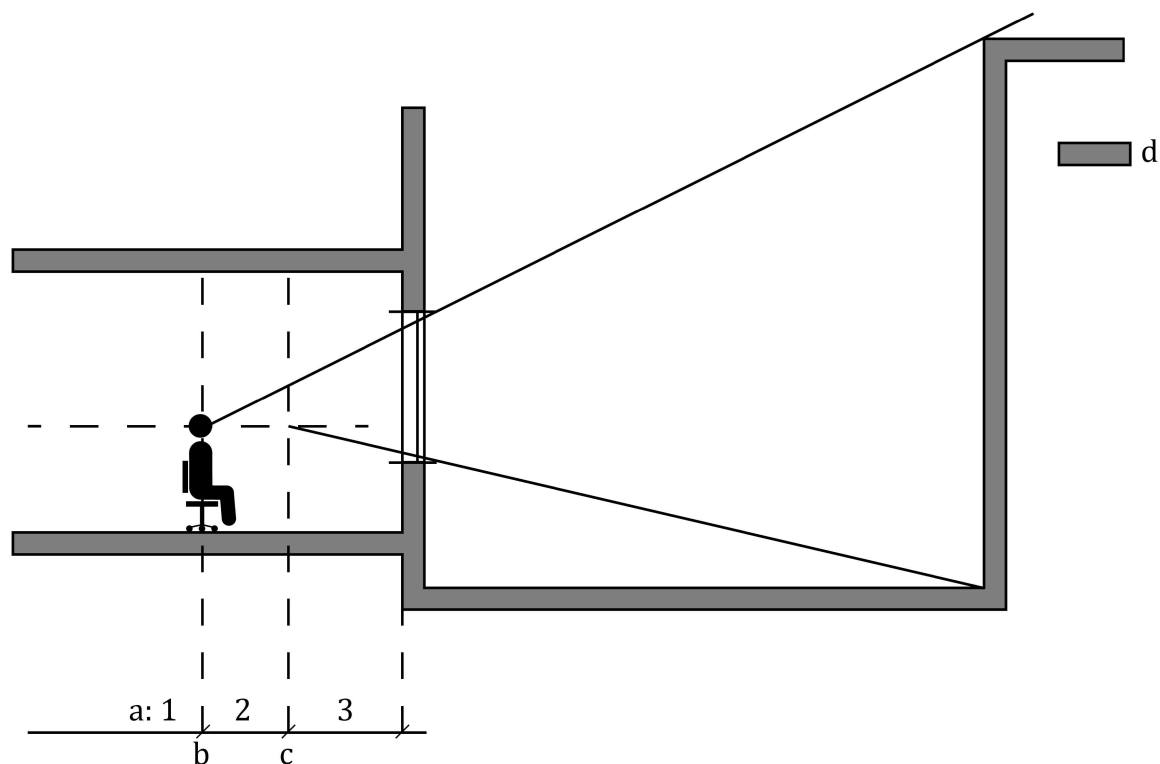


Bild C.5 — Grundschemata für die Projektion, mit Achsen für die Winkel γ und β

C.6.2 Das Konzept einer Trennlinie für die Aussicht auf den Himmel oder auf den Boden

Eine weitere Art, die Aussicht zu bewerten, ist das Konzept einer Trennlinie für die Aussicht auf den Himmel. Die Linie für die Aussicht auf den Himmel ist eine Trennung zwischen dem Teil des Raumes, von dem der Himmel direkt von einer sitzenden Person betrachtet werden kann (Augenhöhe 1,20 m) und dem Teil, von dem er nicht gesehen werden kann. Von allen Punkten in einem Raum vor der Trennlinie für die Aussicht auf den Himmel aus ist es möglich, mindestens zwei Ebenen zu sehen, die Himmel- und die Landschafts- oder Stadtlandschaftsebene. Auf die gleiche Weise ist die Bodenebene und die Landschafts- oder Stadtlandschaftsebene vor der Trennlinie für die Aussicht auf den Boden ersichtlich (siehe Bild C.6). Vor der Trennlinie für die Aussicht auf den Himmel oder den Boden sind die Fenster groß genug, um eine ausreichende Sicht zu bieten, vorausgesetzt, sie sind breit genug gemäß den Kriterien, die in C.2 und C.3 angegeben sind.



Legende

- | | | | |
|---|------------------|---|------------|
| a | sichtbare Ebenen | c | kein Boden |
| b | kein Himmel | d | Verbauung |

Bild C.6 — Querschnitt, der die Trennlinien für die Aussicht auf den Himmel und Boden darstellt

Anhang D (informativ)

Besonnung

D.1 Allgemeines

Eine Versorgung mit Sonnenlicht ist wichtig für den Innenraum und anhängig von der Raumfunktion, ist sie mehr oder weniger erwünscht, außer bei den klimatischen Bedingungen während der heißen Sommermonate. In jedem Einfamilienhaus oder jeder Wohnung/Apartment sollte jedoch mindestens ein bewohnbarer Innenraum sonnenbestrahlt sein. Die Dauer des Sonnenlichteinfalls muss mit einer geeigneten Steuerung verbunden sein, um eine mögliche thermische Unbehaglichkeit und/oder Sehstörungen der Bewohner zu minimieren.

Sonnenlicht ist für die allgemeine Raumbelichtung wichtig und verbessert die gesamte Helligkeit der Innenräume durch Stellen von hoher Beleuchtungsstärke. Bei gründlicher Kontrolle ist Sonnenlicht im Allgemeinen in den meisten Gebäuden in Europa gern gesehen, sodass eine Unzufriedenheit durch einen dauerhaften Ausschluss von Sonnenlicht, ebenso wie bei einem Übermaß entstehen kann.

Überlegungen zum Zugang zu Sonnenlicht wird die Entscheidung über die Form des Gebäudes, die Gestaltung der Fassade und die Ausrichtung der Fenster beeinflussen. Durch den für die klimatischen Bedingungen angemessenen Bau des Gebäudes muss dies erreicht werden, was durch sorgfältige Planung der Ausrichtung, der Einteilung der Räume und deren Fenster, einschließlich der Auswahl der Sonnenschutzvorrichtungen im Hinblick auf Verbauungen und Umgebungsbereichen geschieht.

Eine Versorgung mit Sonnenlicht in Wohnstätten, Patientenzimmern in Krankenhäusern und Spielräumen in Kindergärten und die erforderliche Sonnendauer sind wichtig, insbesondere während der Wintermonate aus gesundheitlichen Gründen und Gründen des Wohlbefindens. Solare Gewinne können einen positiven Beitrag zur Reduzierung des Energieverbrauchs für das Heizen leisten. In den wärmeren Monaten sollte das Sonnenlicht durch Sonnenschutzvorrichtungen oder durch strategisch konstruierte Sonnenschutzelemente, entweder als statische oder als bewegliche Vorrichtung, abgehalten werden. In Wohnungen für Menschen mit begrenzter Mobilität sollte die Ausrichtung der Fenster im Hinblick auf die Zeiträume der Belegung und aller Vorzüge für Sonnenlicht zu bestimmten Zeiten am Tag berücksichtigt werden.

Fenster in Arbeitsräumen, die so positioniert sind, dass sie eine Blendung, ein Unwohlsein oder eine Überhitzung verursachen könnten, sollten mit Sonnenschutzvorrichtungen ausgestattet werden. Die Ausrichtung der Fenster sollte im Hinblick auf die Zeiträume der Belegung und aller Vorzüge für Sonnenlicht zu bestimmten Zeiten am Tag berücksichtigt werden.

D.2 Astronomische Grundlage

Für eine gegebene Lokalität oder einen Ort werden die Bedingungen für Sonnenlicht durch die Sonnenposition ermittelt, was durch die Sonnenstand γ_s und den Sonnenazimut α_s als Funktion eines Tages und der Zeit innerhalb eines Tages angegeben wird. Die folgenden Gleichungen beziehen sich auf den Mittelpunkt der Sonnenscheibe. Normalerweise liegt die Berechnung auf der Grundlage der wahren Sonnenzeit (TST), ausschließlich der Verschiebungen durch die Sommerzeit.

Für Angaben in wahrer Sonnenzeit ist es notwendig, den Längengrad des Standardzeit-Meridians λ_s und der geographischen Länge des Ortes λ zu ermitteln, folglich

$$TST = LT + \frac{\lambda_s + \lambda}{15} + ET \quad (D.1)$$

Dabei ist

LT die lokale Uhrzeit;

λ die geographische Länge des Ortes östlich (+) oder westlich (-) von Greenwich;

λ_s der Längengrad des Standardmeridians;

ET die Gleichung der Zeit.

Die Gleichung der Zeit ET und Neigung der Sonne δ verändern sich während des Jahres und kann aus den Gleichungen (D.2) und (D.3) berechnet werden. In den Gleichungen (D.2) und (D.3) ist J die Tageszahl des Jahres (z. B. für den 1. Januar, $J = 1$ und für den 31. Dezember, $J = 365$, Februar wird mit 28 Tagen angenommen), während der Parameter $J' = 360^\circ J/365$ ist.

$$ET(J) = 0,0066 + 7,525 \times \cos(J' + 85,9^\circ) + 9,9359 \times \cos(2 \times J' + 108,9^\circ) + 0,387 \times \cos(3 \times J' + 105,2^\circ) \quad (D.2)$$

$$\delta(J) = 0,3948 - 23,2559 \times \cos(J' + 9,1^\circ) - 0,3915 \times \cos(2 \times J' + 5,4^\circ) - 0,764 \times \cos(3 \times J' + 26,0^\circ) \quad (D.3)$$

Zur Berechnung der Sonnenposition ist es notwendig den Stundenwinkel festzulegen

$$\omega = (12.00h - TST) \times 15^\circ \quad (D.4)$$

Der Stundenwinkel ω wird vom Meridian aus positiv zum Nachmittag und negativ zum Morgen hin gezählt. Das Folgende gilt demnach für die Sonnenhöhen

$$\gamma_s = \sin^{-1}(\cos \omega \times \cos \varphi \times \cos \delta + \sin \varphi \times \sin \delta) \quad (D.5)$$

Dabei ist

φ der geographischer Breitengrad des Standorts,

und für den Sonnenazimut α_s

$$\alpha_s = 180^\circ - \cos^{-1} \frac{\sin \gamma_s \times \sin \varphi - \sin \delta}{\cos \gamma_s \times \cos \varphi} \text{ für } TST \leq 12:00 \text{ Uhr} \quad (D.6)$$

oder

$$\alpha_s = 180^\circ + \cos^{-1} \frac{\sin \gamma_s \times \sin \varphi - \sin \delta}{\cos \gamma_s \times \cos \varphi} \text{ für } TST > 12:00 \text{ Uhr} \quad (D.7)$$

Die Hauptrichtungen haben den Sonnenazimut aus Norden wie folgt

Norden: $\alpha_s = 0^\circ$;

Osten: $\alpha_s = 90^\circ$;

Süden: $\alpha_s = 180^\circ$;

Westen: $\alpha_s = 270^\circ$.