

DIN EN 14500

ICS 91.060.50

Ersatz für
DIN EN 14500:2008-08**Abschlüsse –
Thermischer und visueller Komfort –
Prüf- und Berechnungsverfahren;
Deutsche Fassung EN 14500:2021**

Blinds and shutters –
Thermal and visual comfort –
Test and calculation methods;
German version EN 14500:2021

Fermetures et stores –
Confort thermique et lumineux –
Méthodes d'essai et de calcul;
Version allemande EN 14500:2021

Gesamtumfang 89 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)
DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 14500:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 33 „Türen, Tore, Fenster, Abschlüsse, Baubeschläge und Vorhangfassaden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-09-01 AA „Türen, Tore, Fenster, Abschlüsse, Baubeschläge und Vorhangfassaden (SpA zu CEN/TC 33 und ISO/TC 162)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14500:2008-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anwendungsbereich überarbeitet;
- b) Normative Verweisungen überarbeitet;
- c) Begriffe überarbeitet;
- d) Abschnitt 4 überarbeitet;
- e) Abschnitt 5 überarbeitet;
- f) Abschnitte 6 bis 8 als Abschnitte 6 bis 10 überarbeitet;
- g) Anhänge A bis D überarbeitet;
- h) Anhänge E bis G ergänzt;
- i) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Frühere Ausgaben

DIN EN 14500: 2008-08

Deutsche Fassung
**Abschlüsse —
Thermischer und visueller Komfort —
Prüf- und Berechnungsverfahren**

Blinds and shutters —
Thermal and visual comfort —
Test and calculation methods

Fermetures et stores —
Confort thermique et lumineux —
Méthodes d'essai et de calcul

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. Oktober 2019 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
3.1 Prozesse	8
3.2 Kenngrößen	9
3.3 Winkeldefinitionen	10
4 Verwendete Bezeichnungen	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Visuelle oder solare Eigenschaften	13
4.3 Geometrie der Strahlung	13
4.4 Optische Faktoren	14
5 Prüf- und Berechnungsverfahren für die Anwendung entsprechend dem Produkt – Leitlinien	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Jalousien und Lamellensysteme	15
5.3 Rollos	16
5.4 Falstores	16
5.5 Ausstellmarkisen	16
5.6 Abschlüsse	16
6 Bestimmung des Transmissionsgrades und Reflexionsgrades mit einer Ulbrichtschen Kugel	17
6.1 Messgrundsätze	17
6.1.1 Spektrale und integrale Verfahren	17
6.1.2 Absolute und relative Messung (nach CIE 130)	17
6.2 Messgeräte	18
6.2.1 Allgemeines	18
6.2.2 Gerät zur Bestrahlung	18
6.2.3 Gerät für den Nachweis	22
6.3 Vergleichsproben	25
6.4 Messproben	26
6.4.1 Allgemeines	26
6.4.2 Messproben mit gerichteten Merkmalen	26
6.4.3 Messproben mit streuenden Eigenschaften	26
6.4.4 Dicke lichtdurchlässige Proben	27
6.5 Messverfahren	27
6.5.1 Allgemeines	27
6.5.2 Aufwärmphase	28
6.5.3 Vorabprüfungen der Proben	28
6.5.4 Prüfverfahren A – Ulbrichtsche Einstrahlkugel (Substitutionsverfahren)	31
6.5.5 Prüfverfahren B – „quasi-simultane“ Ulbrichtsche Zweistrahlkugel	38
6.5.6 Prüfverfahren C – „sequenzielle“ Ulbrichtsche Zweistrahlkugel	46
7 Bestimmung von τ_{n-n} und $\tau_{dir-dir}$ durch direkte Messung	51

7.1	Messprinzip	51
7.2	Messgeräte	51
7.2.1	Allgemeines	51
7.2.2	Gerät zur Bestrahlung	52
7.2.3	Gerät für den Nachweis	52
7.2.4	Gerät zur genauen Positionierung der optischen Komponenten und der Probe	52
7.3	Messproben	52
7.4	Messverfahren	52
7.4.1	Bestimmung von τ_{n-n}	52
7.4.2	Bestimmung von $\tau_{dir-dir}$	55
8	Bestimmung des Abschirmwinkels	56
8.1	Allgemeines	56
8.2	Messung eines richtungsabhängigen Abschirmwinkels $\chi_{dir}(\varphi)$ für einen spezifischen Drehwinkel φ	57
8.3	Bestimmung aller richtungsabhängigen Abschirmwinkel χ_{dir}	58
8.4	Bestimmung des Abschirmwinkels χ	59
9	Bestimmung der Verdunkelungsleistung von Sonnenschutzeinrichtungen und der Lichtdurchlässigkeit von Behangmaterialien	59
9.1	Allgemeines	59
9.2	Qualifizierung des Beobachters und Prüfbedingungen	59
9.3	Proben	60
9.4	Prüfeinrichtung	60
9.4.1	Allgemeines	60
9.4.2	Bereich 1 – Beleuchtung der Probe	61
9.4.3	Bereich 2 – Beobachtung der Probe	62
9.5	Durchführung der Prüfung	63
9.5.1	Prüfung des Behangmaterials	63
9.5.2	Produktprüfung	64
10	Berechnung des diffus/hemisphärischen Transmissionsgrades τ_{dif-h}	65
10.1	Gewebe und weitere Produkte mit rotationssymmetrischem Transmissionsgrad	65
10.2	Jalousien und weitere Produkte mit einem Transmissionsgrad mit Profilwinkelsymmetrie	66
11	Prüfbericht	66
Anhang A (informativ) Beispiele für die Prüfeinrichtung zur Bestimmung der Verdunklungs- und Lichtdurchlässigkeitskenngrößen		67
A.1	Allgemeines	67
A.2	Beispiel 1	67
A.3	Beispiel 2	69
Anhang B (informativ) Bestimmung des Öffnungskoeffizienten		71
B.1	Verfahren für Gewebe aus lichtundurchlässigem Material	71
B.2	Verfahren für Jalousien	71
Anhang C (informativ) Bestimmung der Infraroteigenschaften		72
C.1	Allgemeines	72
C.2	Bestimmung	73
C.2.1	Infraroteigenschaften von durchlässigen Materialien	73
C.2.2	Infraroteigenschaften im Falle von Löchern in der lichtundurchlässigen Schicht	73
C.2.3	Infraroteigenschaften von Jalousien	73
Anhang D (informativ) Herangehensweise im Falle von ausstellbaren Sonnenschutzeinrichtungen		75
D.1	Allgemeines	75

D.2	Ausführliches Modell.....	75
D.2.1	Allgemeines	75
D.2.2	Abminderungsfaktor der direkten Strahlung.....	76
D.2.3	Abminderungsfaktor für diffuse und reflektierte Strahlung	76
D.3	Vereinfachte Herangehensweise für den Sommer	77
D.4	Berechnungsbeispiele.....	77
D.4.1	Allgemeines	77
D.4.2	Mittelwerte von x für den Sommer.....	78
D.4.3	Berechnungen.....	78
Anhang E (informativ) Entscheidungsschema für kritische Proben		82
Anhang F (informativ) Zusätzliche Informationen zu Jalousien und Lamellensystemen		83
F.1	Jalousien.....	83
F.1.1	Allgemeines	83
F.1.2	Übliche Jalousie, unvollständig schließend, normaler Einfall	84
F.1.3	Übliche Jalousie mit um 45° geneigten Lamellen, 45° Sonnenhöhe und 0° Azimut	84
F.1.4	Übliche Jalousie mit Lamellen in „Cut-Off-Position“, 30° Sonnenhöhe und 0° Azimut.....	85
F.1.5	Übliche Jalousie mit Lamellen in horizontaler Stellung, 60° Sonnenhöhe und 0° Azimut.....	85
F.2	Lamellensysteme	85
Anhang G (informativ) Zusätzliche Informationen zu Abschlüssen		86
Literaturhinweise.....		87

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 14500:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 33 „Türen, Tore, Fenster, Abschlüsse, Baubeschläge und Vorhangfassaden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2021 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 14500:2008.

Die Hauptanpassungen im Rahmen dieser Überarbeitung betreffen:

- die Verbesserung des Verfahrens zur Bestimmung der optischen Eigenschaften mit einer Ulbrichtschen Kugel. Die Hauptverbesserung betrifft die Berücksichtigung von Proben mit streuenden Eigenschaften (kritische Proben). Dies umfasst die Festlegung spezifischer Anforderungen an die Geometrie der Prüfeinrichtung und einer Methodik zur Identifizierung, ob eine Probe kritisch ist oder nicht;
- die Ergänzung eines neuen Verfahrens zur Bestimmung der optischen Eigenschaften durch direkte Messung (ohne Ulbrichtsche Kugel);
- die Ergänzung eines Verfahrens zur Bestimmung des Abschirmwinkels (en: cut-off angle);
- die Verbesserung des Verfahrens zur Bestimmung der Verdunkelungsleistung von Behangmaterialien und vollständigen Produkten einschließlich eines Verfahrens zur Bestimmung der Prüfeinrichtung und des Beobachters.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Dieses Dokument ist Teil einer Normenreihe, die sich mit Abschlüssen für Gebäude befassen, wie sie in EN 12216 festgelegt sind.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument definiert Prüf- und Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Reflexions- und Transmissionskenngrößen, die anzuwenden sind, um die Leistungsklassen von innen und außen liegenden Abschlüssen hinsichtlich des thermischen und visuellen Komforts nach den Festlegungen in EN 14501:2021 zu bestimmen.

Dieses Dokument legt auch das Verfahren zur Bestimmung der Verdunkelungsleistung von innen und außen liegenden Markisen und Abschlüssen nach den Festlegungen in EN 14501:2021 fest.

Dieses Dokument gilt für sämtliche Arten von Abschlüssen, Markisen und Jalousien, die in EN 12216 definiert sind und in diesem Dokument als Sonnenschutzeinrichtungen bezeichnet werden. Einige der Kenngrößen (z. B. g_{tot}) sind nicht anwendbar, wenn die Produkte nicht parallel zur Verglasung angebracht sind (z. B. Gelenkarm-Markisen).

ANMERKUNG 1 Der informative Anhang D stellt eine Herangehensweise für die Bestimmung der Kenngrößen im Falle ausstellbarer Produkte dar.

Retroreflektierende Produkte liegen außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments zur Messung von Reflexionsgraden.

ANMERKUNG 2 Retroreflektierende Produkte sind Produkte, bei denen die reflektierte Strahlung in der gleichen Richtung wieder auf die Lichtquelle zurückfällt.

Produkte, die eine signifikante Menge fluoreszierender Werkstoffe verwenden, liegen außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments.

ANMERKUNG 3 „Signifikante Menge“ bezieht sich auf Werkstoffe, die dafür vorgesehen sind, fluoreszierend oder retroreflektierend zu sein, und entsprechend vermarktet werden. Dies bezieht sich nicht auf Spuren von Werkstoffen mit fluoreszierenden Eigenschaften, z. B. zur Farbgebung oder zu Identifikationszwecken. Geringe Mengen von Werkstoffen wie Titandioxid, die nicht primär zum Zweck des Erreichens fluoreszierender Eigenschaften zugesetzt werden, können vorhanden sein.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 410, *Glas im Bauwesen — Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen*

EN 12216, *Abschlüsse — Terminologie, Benennungen und Definitionen*

EN 14501:2021, *Abschlüsse — Thermischer und visueller Komfort — Leistungsanforderungen und Klassifizierung*

EN ISO 52022-1, *Energieeffizienz von Gebäuden — Wärmetechnische, solare und tageslichtbezogene Eigenschaften von Bauteilen und Bauelementen — Teil 1: Vereinfachtes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der solaren und tageslichtbezogenen Eigenschaften von Sonnenschutz in Kombination mit Verglasungen (ISO 52022-1)*

EN ISO 52022-3:2017, *Energieeffizienz von Gebäuden — Wärmetechnische, solare und tageslichtbezogene Eigenschaften von Bauteilen und Bauelementen — Teil 3: Detailliertes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der solaren und tageslichtbezogenen Eigenschaften von Sonnenschutz in Kombination mit Verglasungen (ISO 52022-3:2017)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12216, EN 14501:2021 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1 Prozesse

3.1.1

Reflexion

Prozess, bei dem die Strahlung ohne Änderung der Frequenz ihrer monochromatischen Anteile von einer Oberfläche oder einem Medium zurückgeworfen wird

Die folgenden Teilprozesse sind hier definiert:

- spiegelnde (bzw. gerichtete oder regelmäßige) Reflexion: Reflexion entsprechend den Gesetzen der geometrischen Optik, ohne Diffusion;
- diffuse Reflexion: Reflexion durch Lichtstreuung, bei der, makroskopisch gesehen, keine spiegelnde Reflexion stattfindet;
- isotrope diffuse Reflexion: diffuse Reflexion, bei der die räumliche Verteilung der reflektierten Strahlung derart ist, dass die Strahldichte oder die Leuchtdichte in alle Richtungen der Halbkugel, in die die Strahlung reflektiert wird, gleich ist

3.1.2

Transmission

Durchgang von Strahlung durch ein Medium ohne Änderung der Frequenz ihrer monochromatischen Anteile

Die folgenden Teilprozesse sind hier definiert:

- gerichtete (oder direkt/direkte) Transmission: Transmission entsprechend den Gesetzen der geometrischen Optik, ohne Diffusion oder Rückleitung;
- diffuse Transmission: Transmission durch Lichtstreuung, bei der, makroskopisch gesehen, keine direkte Transmission stattfindet;
- isotrope diffuse Transmission: diffuse Transmission, bei der die räumliche Verteilung der durchgelassenen Strahlung derart ist, dass die Strahldichte oder die Leuchtdichte in alle Richtungen der Halbkugel, in die die Strahlung durchgelassen wird, gleich ist.

3.1.3

Absorption

Prozess, bei dem Strahlungsenergie durch die Wechselwirkung mit Materie in eine andere Energieform (z. B. Wärme) umgewandelt wird

3.2 Kenngrößen

3.2.1

Reflexionsgrad

ρ

Verhältnis des reflektierten Lichtstroms zum einfallenden Lichtstrom

Die folgenden Teilkenngößen sind definiert:

- gerichtet/gerichteter (oder direkt/direkter) Reflexionsgrad: Verhältnis des spiegelnd reflektierten Lichtstroms zum gerichteten einfallenden Lichtstrom;
- gerichtet/diffuser Reflexionsgrad: Verhältnis des diffus reflektierten Lichtstroms zum gerichteten einfallenden Lichtstrom;
- gerichtet/hemisphärischer (oder totaler) Reflexionsgrad: Verhältnis des gesamten reflektierten Lichtstroms zum gerichteten einfallenden Lichtstrom;
- diffus/hemisphärischer Reflexionsgrad: Verhältnis des gesamten reflektierten Lichtstroms zum ideal diffusen einfallenden Lichtstrom; ideal diffuse Bestrahlung bedeutet, dass die Strahldichte oder die Leuchtdichte für die gesamte Halbkugel der einfallenden Strahlung gleich ist

3.2.2

Transmissionsgrad

τ

Verhältnis des durchgelassenen Lichtstroms zum einfallenden Lichtstrom

Die folgenden Teilkenngößen sind definiert:

- gerichtet/gerichteter Transmissionsgrad: Verhältnis des direkt durchgelassenen Lichtstroms zum gerichteten einfallenden Lichtstrom;
- gerichtet/diffuser Transmissionsgrad: Verhältnis des diffus durchgelassenen Lichtstroms zum gerichteten einfallenden Lichtstrom;
- gerichtet/hemisphärischer Transmissionsgrad: Verhältnis des gesamten durchgelassenen Lichtstroms zum gerichteten einfallenden Lichtstrom;
- diffus/hemisphärischer Transmissionsgrad: Verhältnis des gesamten durchgelassenen Lichtstroms zum ideal diffusen einfallenden Lichtstrom; ideal diffuse Bestrahlung bedeutet, dass die Strahldichte oder die Leuchtdichte für die gesamte Halbkugel der einfallenden Strahlung gleich ist

3.2.3

Absorptionsgrad

α

Verhältnis des absorbierten Lichtstroms zum einfallenden Lichtstrom

3.3 Winkeldefinitionen

Alle folgenden Winkel sind in einem Koordinatensystem definiert, das in Bezug auf die Ausrichtung der Sonnenschutzeinrichtung feststehend ist.

3.3.1

Einfallswinkel

θ

Winkel zwischen der Normalen zur Ebene der Sonnenschutzeinrichtung und der Richtung der einfallenden Strahlung

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.3.2

Höhenwinkel

α_s

Projektion des Einfallswinkels auf die vertikale Ebene, die die Richtung der einfallenden Strahlung enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.3.3

Azimutwinkel

γ

Projektion des Einfallswinkels auf eine Ebene, die normal zur Ebene der Sonnenschutzeinrichtung verläuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schnittlinie dieser Projektionsebene und der Ebene der Sonnenschutzeinrichtung ist horizontal.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.3.4

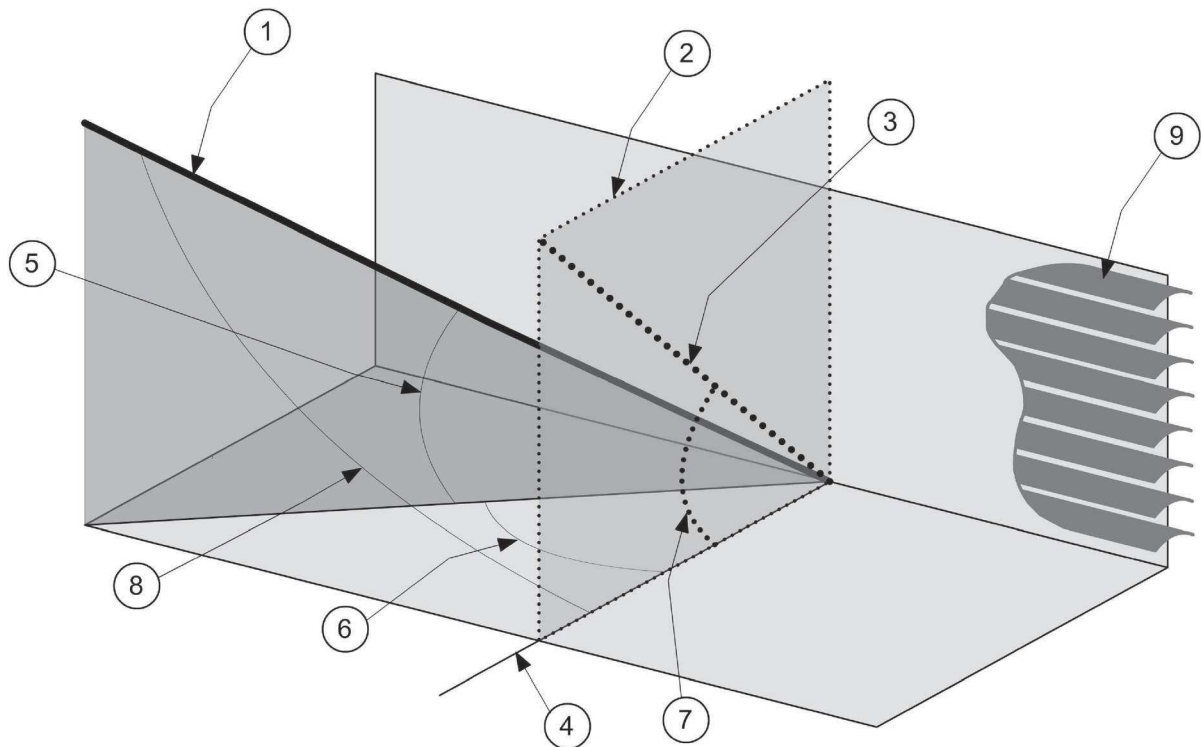
Profilwinkel

α_p

Projektion des Höhenwinkels auf eine vertikale Ebene, die senkrecht zur betrachteten Fassade verläuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Profilwinkel ergibt sich nach der folgenden Gleichung: $\tan \alpha_p = \tan \alpha_s / \cos \gamma$

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1.



Legende

- 1 Richtung der einfallenden Strahlung
- 2 vertikale Ebene normal zur Sonnenschutzeinrichtung
- 3 projizierte Richtung der einfallenden Strahlung
- 4 Richtung normal zur Sonnenschutzeinrichtung
- 5 Höhenwinkel α_s (Winkel in der vertikalen Ebene)
- 6 Azimutwinkel γ (Winkel in der horizontalen Ebene)
- 7 Profilwinkel α_p
- 8 Einfallswinkel θ
- 9 Sonnenschutzeinrichtung

Bild 1 — Winkeldefinitionen

3.3.5

richtungsabhängiger Abschirmwinkel

χ_{dir}

minimaler Einfallswinkel auf einer gegebenen Ebene normal zur Sonnenschutzeinrichtung, bei dem sich der direkt/direkte Transmissionsgrad $\tau_{\text{dir-dir}}$ unterhalb eines definierten Wertes befindet

3.3.6

Abschirmwinkel

χ

(en: cut-off angle)

maximaler richtungsabhängiger Abschirmwinkel χ_{dir} unter Berücksichtigung aller senkrecht zur Sonnenschutzeinrichtung befindlichen Ebenen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der maximale richtungsabhängige Abschirmwinkel wird in EN 14501:2021 als „erster Einfallswinkel“ bezeichnet.

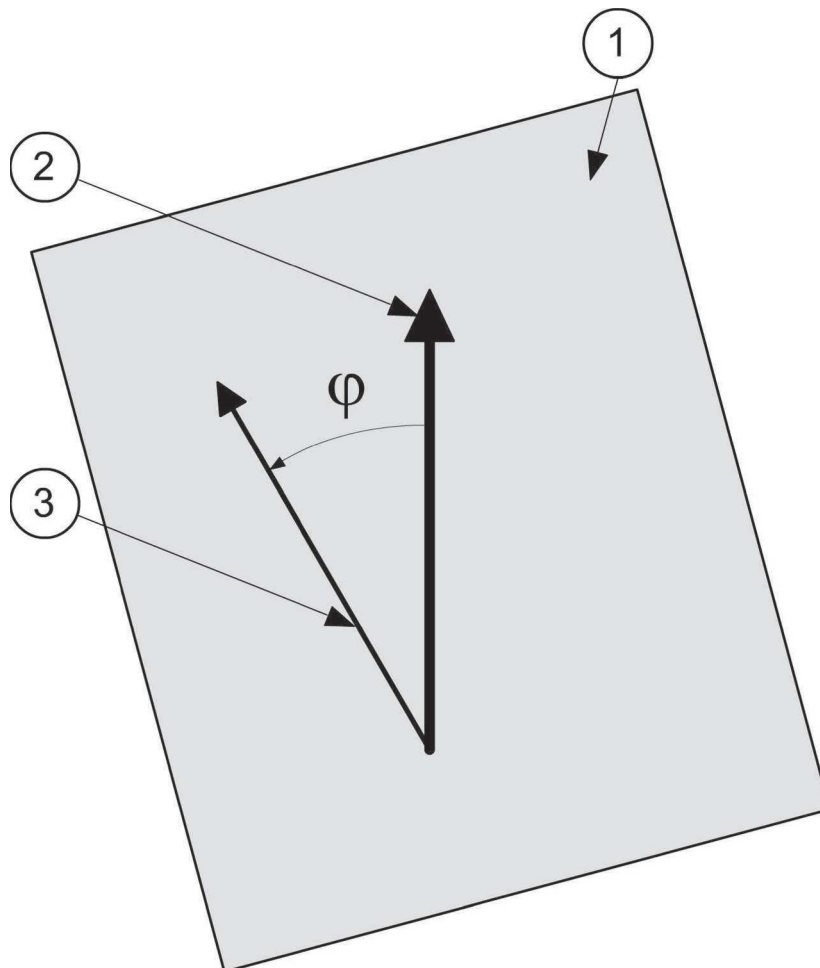
3.3.7

Drehwinkel

φ

Winkel, um den die Probe in ihrer Ebene bezogen auf den Referenzpfeil verdreht ist, der herkömmlicherweise vom Lieferer der Probe festgelegt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2 und 7.4.2.



Legende

- 1 Messprobe
- 2 Referenzpfeil
- 3 aufrechte Position der Probe in der Prüfeinrichtung

Bild 2 — Drehwinkel

4 Verwendete Bezeichnungen

4.1 Allgemeines

Für die Anwendung dieses Dokuments werden die optischen Faktoren τ (Transmissionsgrad), ρ (Reflexionsgrad) und α (Absorptionsgrad) mit tiefgestellten Indizes versehen, die Folgendes angeben:

- die visuellen oder solaren Eigenschaften;
- die Geometrie der einfallenden und der durchgelassenen oder reflektierten Strahlung.

4.2 Visuelle oder solare Eigenschaften

Entsprechend dem jeweiligen Spektrum werden die folgenden tiefgestellten Indizes verwendet:

- «e» solare (energetische) Kenngrößen, angegeben für das gesamte Sonnenspektrum (Wellenlängen λ von 300 nm bis 2 500 nm), nach EN 410;
- «v» visuelle Merkmale, angegeben für die Normlichtart D₆₅, bewertet mit der Empfindlichkeit des menschlichen Auges (Wellenlängen λ von 380 nm bis 780 nm), nach EN 410.

4.3 Geometrie der Strahlung

Die folgenden tiefgestellten Indizes werden verwendet, um die Geometrie der einfallenden Strahlung anzugeben (siehe Bild 3):

- «dir» für gerichtet (parallele Strahlung mit willkürlich gewählter Richtung θ);
- «n» für normal (parallele Strahlung mit normalem Einfall $\theta = 0^\circ$ oder nahezu normalem Einfall im Falle reflektierter Strahlung $\theta \leq 8^\circ$);
- «dif» für diffus (Strahlung gleichmäßig aus allen Einfallsrichtungen θ).

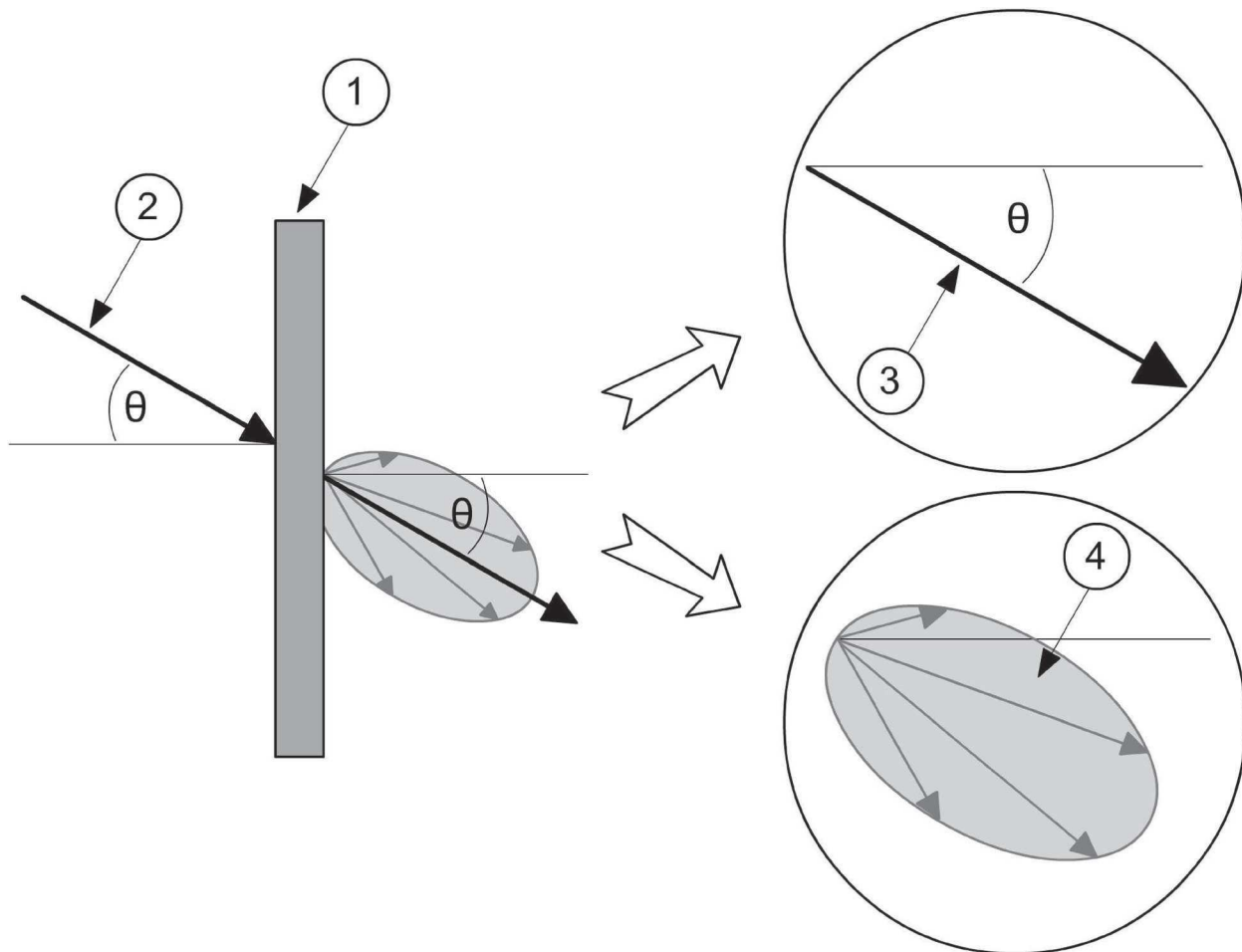
Die folgenden tiefgestellten Indizes werden verwendet, um die Geometrie der durchgelassenen oder reflektierten Strahlung anzugeben:

- «dir» für gerichtet (reflektierte oder durchgelassene Strahlung in die spiegelnde bzw. regelmäßige Richtung);
- «n» für normal (durchgelassene Strahlung in die normale Richtung oder nahezu normale Richtung im Falle reflektierter Strahlung $\theta \leq 8^\circ$);
- «h» für hemisphärisch (im Halbraum hinter der Probenebene gesammelte Strahlung);
- «dif» für diffus (gesammelte Strahlung in allen ausgehenden Richtungen außer der direkten).

Ergänzend wird ein bestimmter Index verwendet, um die Werte für die beiden Seiten zu unterscheiden:

- «'» für Eigenschaften der Rückseite bezogen auf die gekennzeichnete Vorderseite.

ANMERKUNG Wenn zum Beispiel ρ sich auf eine Seite einer Probe bezieht, bezieht sich ρ' auf die andere.



Legende

- 1 Sonnenschutzeinrichtung
- 2 einfallendes gerichtetes Licht oder Sonnenstrahlung
- 3 durchgelassener direkter Anteil des Lichtes oder der Sonnenstrahlung
- 4 durchgelassener diffuser Anteil des Lichtes oder der Sonnenstrahlung

Bild 3 — Direkte und diffuse Anteile der durchgelassenen Strahlung

4.4 Optische Faktoren

Die optischen Faktoren werden wie folgt bezeichnet:

- $\tau_{e,n-n}$ normal/normaler solarer Transmissionsgrad;
- $\tau_{v,n-n}$ normal/normaler Lichttransmissionsgrad;
- $\tau_{v,n-dif}$ normal/diffuser Lichttransmissionsgrad;
- $\tau_{v,n-h}$ normal/hemisphärischer Lichttransmissionsgrad;
- $\tau_{v,dir-h}$ direkt/hemisphärischer Lichttransmissionsgrad;
- $\tau_{v,dir-dir}$ direkt/direkter Lichttransmissionsgrad;
- $\tau_{v,dif-h}$ diffus/hemisphärischer Lichttransmissionsgrad;

- $\tau_{e,n-h}$ normal/hemisphärischer solarer Transmissionsgrad;
- $\tau_{e,dir-h}$ direkt/hemisphärischer solarer Transmissionsgrad;
- $\tau_{e,dir-dir}$ direkt/direkter solarer Transmissionsgrad;
- $\rho_{v,n-h}$ normal/hemisphärischer Lichtreflexionsgrad;
- $\rho_{v,dir-h}$ direkt/hemisphärischer Lichtreflexionsgrad;
- $\rho_{e,n-h}$ normal/hemisphärischer solarer Reflexionsgrad;
- $\rho_{e,dir-h}$ direkt/hemisphärischer solarer Reflexionsgrad.

5 Prüf- und Berechnungsverfahren für die Anwendung entsprechend dem Produkt – Leitlinien

5.1 Allgemeines

Die in diesem Dokument beschriebenen Prüfverfahren sind für die Prüfung der Kenngrößen der Behangelemente von Sonnenschutzeinrichtungen vorgesehen. Behangelemente sind beispielsweise flache Platten aus beschichtetem Aluminium für Lamellen von Jalousien, Gewebematerial für Rollos oder Glaslamellen mit oder ohne Muster für außen liegende Jalousien aus Glas. Bei Kombination mit einer Verglasung sind die Eigenschaften des vollständigen Produkts, das aus einem oder mehreren Element(en) besteht, anschließend nach EN ISO 52022-1 oder EN ISO 52022-3 zu berechnen.

Ein gesamtes Produkt darf ebenfalls geprüft werden. Die in dieser Norm beschriebenen Berechnungsverfahren sind jedoch nicht für die direkte Verwendung an vollständigen Produkten vorgesehen, sofern dies nicht angegeben ist (z. B. bei den Verdunkelungsleistungen in Abschnitt 9).

Spektrale Eigenschaften müssen mindestens mit 3 Stellen (z. B. 0,123 oder 12,3 %) und integrale Eigenschaften mit 2 Stellen (z. B. 0,12 oder 12 %) angegeben werden. Es müssen konventionelle Rundungsregeln angewendet werden.

ANMERKUNG 1 ISO 19467 enthält ein Verfahren zur Bestimmung des Gesamtenergiedurchlassgrades vollständiger Produkte (Fenster und Türen mit oder ohne Sonnenschutz).

ANMERKUNG 2 In diesem Dokument wird die Leistung des Produkts mit Hilfe der Eigenschaften des Behangs charakterisiert (Werte für den Produktmittelpunkt). Periphere Spalte und/oder Löcher sowie die Einbaubedingungen können unter den tatsächlichen Bedingungen jedoch eine Auswirkung auf die Leistung haben.

Für alle Sonnenschutzeinrichtungen wird angenommen, dass die Produkte sich in der vollständig ausgefahrenen (nicht teilweise eingefahrenen) Stellung befinden, wenn Sonnenschutz oder Blendschutz erforderlich ist.

ANMERKUNG 3 Für die Gebäudeplanung kann es von Nutzen sein, teilweise eingefahrene Sonnenschutzeinrichtungen zu berücksichtigen. Die Eigenschaften des gesamten Fensters können dann näherungsweise unter Berücksichtigung des gewichteten Mittelwerts der Flächen, die durch die Sonnenschutzeinrichtung erfasst und nicht erfasst sind.

5.2 Jalousien und Lamellensysteme

Die solaren und lichttechnischen Kenngrößen von Jalousien und Lamellensystemen müssen unter Berücksichtigung der Eigenschaften der einzelnen Lamellen berechnet werden.

Die Lamellenkenngrößen müssen nach Abschnitt 6 oder Abschnitt 7 gemessen werden. Die Merkmale einer vollständigen Jalousie oder eines vollständigen Lamellensystems in Kombination mit einer Verglasung müssen nach EN ISO 52022-3:2017, Anhang D, berechnet werden.

Die zusätzlichen Informationen in Anhang F sollten beachtet werden.

ANMERKUNG 1 Können Produkte nicht angemessen nach EN ISO 52022-3 charakterisiert werden (zum Beispiel: hochglanzpolierte Lamellen und/oder Lamellen mit Sonderform), kann ein ausführlicheres Berechnungsverfahren (z. B. Raytracing) erforderlich sein.

ANMERKUNG 2 CEN ISO/TR 52022-2:2017, Anhang G, enthält ein detaillierteres Verfahren zur Berechnung der solaren und lichttechnischen Kenngrößen von vollständigen Jalousien in Kombination mit einer Verglasung. Dieses Verfahren basiert auf EN ISO 52022-3:2017, Anhang D, berücksichtigt jedoch eine direkte Transmission der einfallenden Strahlung durch die Jalousie.

5.3 Rollos

Die solaren und lichttechnischen Kenngrößen von Rollos müssen unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Gewebes berechnet werden.

Die Gewebekenngrößen müssen nach Abschnitt 6 oder Abschnitt 7 gemessen werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Eigenschaften des vollständigen Produkts denen des Behangmaterials entsprechen.

Die Merkmale eines vollständigen Rollos in Kombination mit einer Verglasung müssen entweder nach EN ISO 52022-1 oder nach EN ISO 52022-3 berechnet werden.

Die Verdunkelungsleistung muss nach den Festlegungen in Abschnitt 9 entweder am Behangmaterial oder an einem vollständigen Produkt ermittelt werden.

5.4 Faltstores

Als Näherungswerte für die Eigenschaften des Behangmaterials dürfen auf die gleiche Weise wie bei den Rollos die Eigenschaften des Behangs angesetzt werden (siehe 5.3).

5.5 Ausstellmarkisen

Die Eigenschaften des Gewebes von Ausstellmarkisen dürfen nach Abschnitt 6 oder Abschnitt 7 bestimmt werden.

5.6 Abschlüsse

Die solaren und lichttechnischen Kenngrößen von Abschlüssen müssen unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Behangmaterials (z. B. Stäbe) berechnet werden.

Die Kenngrößen des Behangmaterials müssen nach Abschnitt 6 oder Abschnitt 7 gemessen werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Eigenschaften des vollständigen Produkts denen des Behangmaterials entsprechen.

Die Merkmale eines vollständigen Abschlusses in Kombination mit einer Verglasung müssen entweder nach EN ISO 52022-1 oder nach EN ISO 52022-3 berechnet werden.

Die Verdunkelungsleistung muss nach den Festlegungen in Abschnitt 9 entweder am Behangmaterial oder an einem vollständigen Produkt ermittelt werden.

Die zusätzlichen Informationen in Anhang G sollten beachtet werden.

6 Bestimmung des Transmissionsgrades und Reflexionsgrades mit einer Ulbrichtschen Kugel

6.1 Messgrundsätze

6.1.1 Spektrale und integrale Verfahren

Jede Kenngröße, die sich auf die optischen Eigenschaften von Materialien bezieht, ist unter Breitbandbedingungen entweder spektral für festgelegte Wellenlängen λ (spektrales Verfahren) oder mit einer festgelegten Lichtart (integrales Verfahren) zu bestimmen.

Spektrales Verfahren

Die relevante spektrale Kenngröße (z. B. der normal/hemisphärische spektrale Transmissionsgrad $\tau_{n-h}(\lambda)$) wird als Funktion der Wellenlänge gemessen. Spektrale Messungen können entweder mit monochromatischem Licht oder mit einer Quelle mit breitem Spektrum und einem Spektrometer als Detektor durchgeführt werden. Sofern eine spektrale Kenngröße einer Probe bekannt ist, kann die entsprechende integrale Kenngröße nach EN 410 berechnet werden.

Integrales Verfahren

Die relevante gewichtete Kenngröße wird direkt gemessen, wobei eine Quelle mit einer normierten spektralen Energieverteilung $S(\lambda)$ und ein Breitbanddetektor mit der erforderlichen relativen spektralen Gewichtungsfunktion anzuwenden sind:

- für breitbandige Messungen der solaren Kenngrößen (z. B. des normal/hemisphärischen solaren Transmissionsgrades $\tau_{e,n-h}$) muss das Detektorsystem über den gesamten Solarbereich eine gleichmäßige spektrale Empfindlichkeit aufweisen, und die spektrale Energieverteilung der einfallenden Strahlung $S(\lambda)$ muss dem Sonnenspektrum nach EN 410 entsprechen;
- für breitbandige Messungen der lichttechnischen Kenngrößen (z. B. des normal/hemisphärischen Lichttransmissionsgrades $\tau_{v,n-h}$) muss die Empfindlichkeit des Detektors der photopischen spektralen Empfindlichkeit des menschlichen Auges $V(\lambda)$ entsprechen, und die spektrale Energieverteilung $S_{D65}(\lambda)$ der Lichtquelle muss der Normlichtart D_{65} (nach EN 410) entsprechen;
- für breitbandige Messungen der lichttechnischen Kenngrößen ist es auch möglich, eine Lichtquelle mit einer spektralen Energieverteilung $S(\lambda)$, die dem Normsonnenspektrum entspricht, und einen Detektor mit einer spektralen Empfindlichkeit $w(\lambda)$ anzuwenden, die derart ist, dass $S(\lambda)w(\lambda) = S_{D65}(\lambda)V(\lambda)$ gilt.

Genauigkeit

Ein System aus Breitband-Lichtquelle und Detektor ist als ausreichend genau anzusehen, wenn die solaren oder lichttechnischen Kenngrößen für eine solare Kontrollverglasung mit einer Selektivität von $\tau_v/\tau_e > 1,5$ und die Ergebnisse einer klaren Glasprobe relativ gesehen nicht mehr als 4 % von den Ergebnissen abweichen, die mit einem kalibrierten Spektrometer mit einer relativen Genauigkeit von 2 % oder besser bestimmt wurden.

6.1.2 Absolute und relative Messung (nach CIE 130)

Da sie als das Verhältnis zweier Lichtströme definiert sind, stellen der Reflexions- und der Transmissionsgrad selbst relative Kenngrößen dar; immer dann, wenn ihre Werte direkt, ohne Anwendung eines weiteren Werkstoffnormals als Vergleichsgröße, gemessen werden, wird die entsprechende Messung jedoch als absolut bezeichnet.

Messungen des Reflexionsgrades werden mit Hilfe eines Normals durchgeführt und daher als relative Messung eingestuft.

ANMERKUNG 1 Es bestehen absolute Messung zur Bestimmung des Reflexionsgrades, diese sind jedoch nicht Gegenstand dieser Norm.

Im Falle des Transmissionsgrades gelten ähnliche Überlegungen. Da der Lichtstrom durch eine unbekannte Probe durchgelassen wird, wird er auf den auf diese Probe einfallenden Lichtstrom bezogen. Dieser Vergleich mit dem einfallenden Lichtstrom erfordert theoretisch kein Normal. Es ist nur erforderlich, einen freien Durchgang für den Strom zu berücksichtigen. Entsprechend diesem Prinzip werden Messungen des Transmissionsgrades als absolute Messungen eingestuft.

ANMERKUNG 2 Relative Messungen des Transmissionsgrades können bei diffus strahlenden Messproben angemessener sein. In diesem Fall kann eine diffus strahlende Vergleichsprobe eine größere Genauigkeit aufweisen.

6.2 Messgeräte

6.2.1 Allgemeines

Ein Instrument zur Messung der Kenngrößen der Materialien besteht aus Folgendem:

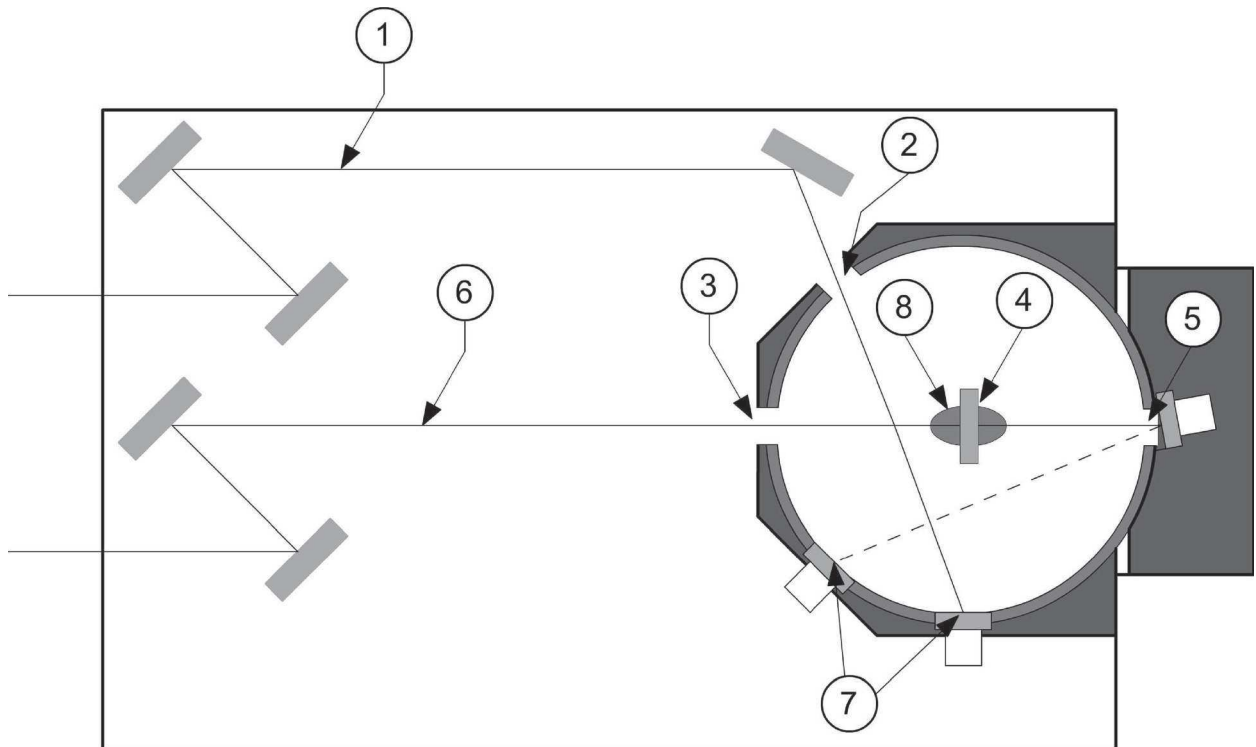
- einem Gerät zur Bestrahlung (siehe 6.2.2);
- einem Gerät für den Nachweis (siehe 6.2.3);
- Vergleichsproben (siehe 6.3).

6.2.2 Gerät zur Bestrahlung

6.2.2.1 Einstrahl- oder Zweistrahlggerät

Es können zwei Arten von Messgeräten eingesetzt werden:

- ein Einstrahlgerät mit Messschreiber, das nur einen Lichtstrahl verwendet;
- ein Zweistrahlggerät. Bei Zweistrahlggeräten wird der Strahl zwischen einem Pfad mit Lichteinfall auf die Probe und einem Pfad ohne Lichteinfall auf die Probe bewegt.



Legende

- 1 Vergleichsstrahl ϕ_r
- 2 Fenster Nr. 2
- 3 Fenster Nr. 3
- 4 Halterung Nr. 4
- 5 Fenster Nr. 5
- 6 Probenstrahl ϕ_s
- 7 Vergleichsfenster
- 8 Detektor (z. B. am höchsten oder tiefsten Punkt der Kugel)

Bild 4 — Schematische Darstellung eines Zweistrahl-Spektrometers mit einer Ulbrichtschen Kugel

6.2.2.2 Geometrische Bedingungen

Das Gerät für die Bestrahlung muss die folgenden geometrischen Anforderungen erfüllen:

- der minimale Strahlquerschnitt am Probenfenster (Fenster Nr. 3), ab_3 , muss eine der folgenden Anforderungen erfüllen:
 - rechteckig: $6 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ ($ab_3 = wb_3 \cdot hb_3$);
 - kreisförmig: 9 mm Durchmesser ($ab_3 = \pi \cdot db_3^2/4$);
- der Strahlquerschnitt am Probenfenster (Fenster Nr. 3), ab_3 , muss mindestens 60 mm^2 betragen. Zusätzlich darf der Umfang des Strahlquerschnitts, $perib_3$, das folgende spezifische Verhältnis der Strahloberfläche nicht überschreiten: $perib_3 < 0,55 \cdot ab_3$

Der tatsächliche Strahl muss mindestens einen der oben genannten minimalen Querschnitte abdecken;

- die Bestrahlungsstärke muss auf der relevanten Fläche nahezu homogen sein;

- die erforderliche Mindestfläche zwischen der Öffnungsfläche (a_3) und Querschnittsfläche des Strahls (ab_3) von Fenster Nr. 3 in Bild 4 und Bild 5 muss sicherstellen, dass keine lateralen Verluste auftreten;
- die Fläche zwischen dem Strahlquerschnitt ab_3 und der Fläche a_3 von Fenster Nr. 3 in Bild 4 und Bild 5 mindestens 50 mm^2 ($a_3 - ab_3 \geq 50 \text{ mm}^2$) betragen;

ANMERKUNG 1 Dieser Grenzwert wird nicht als dimensionslose Größe relativ zu einem Kugelparameter angegeben, da hier die Probendicke als Skalierungsfaktor in Bezug auf laterale Ablenkungen relevant ist.

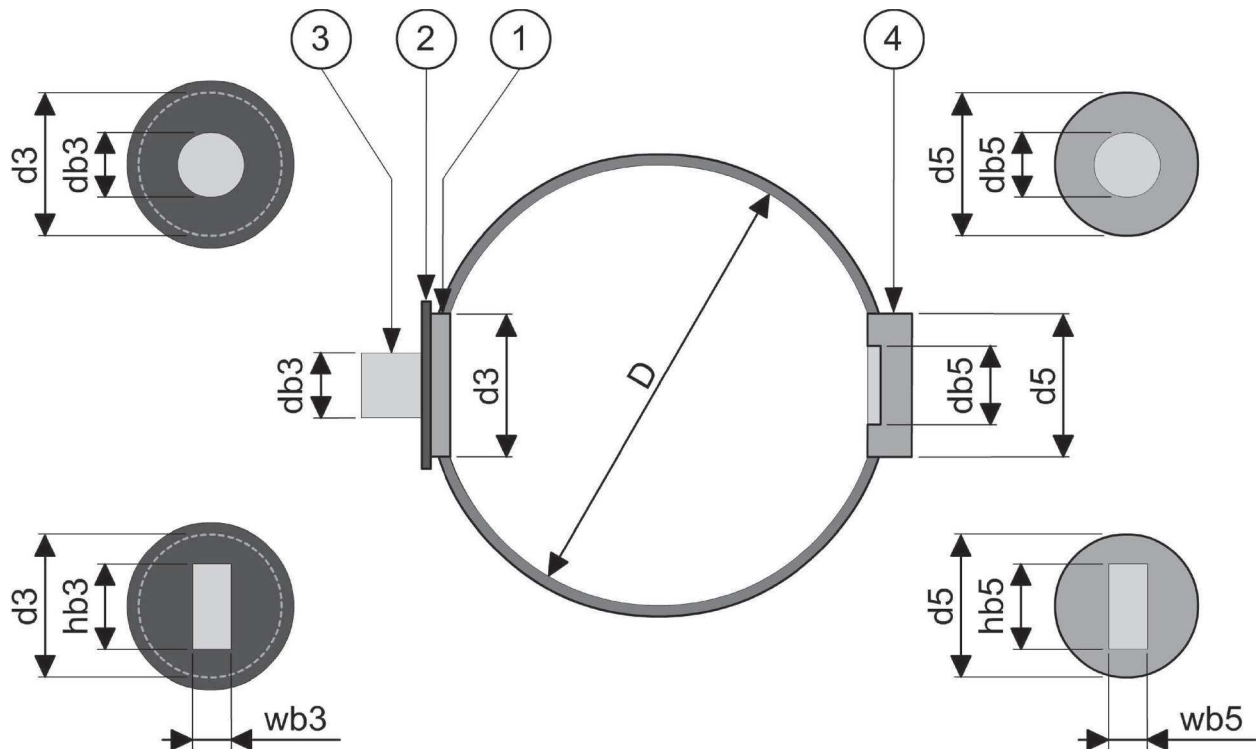
ANMERKUNG 2 Im Falle einer Probe, die optisch „dick“ oder dicker als 1 mm ist, sollte die Messung mit besonderer Sorgfalt erfolgen, um sicherzustellen, dass es keine lateralen Verluste gibt. Spezifische Anforderungen für dicke lichtdurchlässige Proben sind in 6.4.4 aufgeführt.

- die Strahlquerschnittsfläche am Fenster Nr. 5, ab_5 , in Bild 4 und Bild 5 muss kleiner als die Fläche (a_5) von Fenster Nr. 5 in Bild 4 und darin zentriert sein.

Für Messungen von Proben mit einer Dicke von weniger als 1 mm muss eine minimale „Lücke“ zwischen den Rändern des Strahlquerschnitts und Fenster Nr. 5 entsprechend $(a_5 - ab_5)/A > 0,001$ sichergestellt werden, wenn keine Probe eingesetzt ist. Der Abstand zwischen den Rändern von Fenster Nr. 5 und dem Strahlquerschnitt, wenn dort keine Probe ist, muss mindestens $1/20$ des Radius von Fenster Nr. 5 betragen.

ANMERKUNG 3 Messungen von Proben mit einer Dicke von mehr als 1 mm sollten mit besonderer Sorgfalt erfolgen.

- Streustrahlung außerhalb der bestrahlten Fläche der Probe ist zu vermeiden;
- im Falle diffuser Bestrahlung ist als Lichtquelle eine Ulbrichtsche Kugel anzuwenden.



Legende

- 1 Fenster Nr. 3
- 2 Probe
- 3 auffallender Strahl
- 4 Fenster Nr. 5

Bild 5 — Definition geometrischer Parameter für Ulbrichtsche Kugeln

Rechteckige Fenster und Strahlen sind durch die Höhe h und die Breite w charakterisiert. Die Strahlquerschnittsflächen ab_3 und ab_5 , die Fensterflächen a_3 und a_5 und die Kugelfläche A werden direkt aus den linearen Maßen berechnet. Es ist wichtig zu beachten, dass die Strahlquerschnitte an Fenster Nr. 3 und Fenster Nr. 5 aufgrund von nicht parallelen Lichtstrahlen im Allgemeinen unterschiedlich sind.

6.2.2.3 Polarisation

Die Kenngrößen der Sonnenschutzeinrichtungen oder Materialien für den nicht normalen Einfall hängen vom Polarisationszustand des einfallenden Strahlenbündels ab. Gerichtete Messungen können nur dann mit nicht polarisierter einfallender Strahlung durchgeführt werden, wenn sich durch die Quelle oder die ablenkende oder fokussierende Optik (sofern vorhanden) keine Polarisation ergibt und der Detektor unempfindlich gegenüber Polarisation ist. Daher sind für nicht normale Messungen im Allgemeinen zwei Einzelmessungen durchzuführen, bei denen die einfallende Strahlung in der Ebene senkrecht zur Einfallsebene bzw. in der Ebene parallel zur Einfallsebene jeweils vollständig linear polarisiert ist. Der Wert der Kenngröße für die nicht polarisierte Bestrahlung ist dann als mathematisches Mittel der beiden Ergebnisse zu berechnen.

ANMERKUNG 1 Die reflektierte oder durchgelassene Strahlung ist üblicherweise auch dann teilweise polarisiert, wenn die einfallende Strahlung nicht polarisiert ist.

ANMERKUNG 2 Die von einer Lampe ausgesendete Strahlung ist im Allgemeinen teilweise polarisiert. Ein in eine Ulbrichtsche Kugel eintretendes Strahlenbündel wird durch die vielfachen Reflexionen innerhalb der Kugel depolarisiert.

ANMERKUNG 3 Eine Befestigung von Gewebeproben, die in Garnrichtung gegenüber der vertikalen Ebene um 45° gedreht wurden, minimiert mögliche Polarisierungseffekte, die aufgrund einer Polarisierung des einfallenden Strahls durch die optischen Komponenten des Messgeräts auch bei normalem Lichteinfall auftreten können, sofern der Lichtpfad auf einer waagerechten Ebene liegt. Dies ist z. B. bei Zweistrahl-Spektrometern eine übliche Konfiguration.

6.2.3 Gerät für den Nachweis

6.2.3.1 Ulbrichtsche Kugel

Eine Ulbrichtsche Kugel ist eine Hohlkugel, deren Innenfläche durch einen diffusen weißen Reflektor gebildet wird. Dieses optische Gerät wird angewendet, um den von einer Probe entweder reflektierten oder durchgelassenen Lichtstrom aufzufangen oder isotrope Bestrahlung auf einer Probe einer vollständigen Halbkugel zu erzeugen. Die Hohlkugel weist Öffnungen für den Eintritt und den Nachweis des Lichtstroms und üblicherweise zusätzliche Öffnungen auf, über denen die Probe und der Vergleichsprüfkörper angeordnet werden. Ein oder mehrere Detektor(en) wird/werden auf der Innenseite positioniert.

Aufgrund möglicher lateraler Verluste des durchgelassenen/reflektierten Lichts ist bei der Messung des Transmissions-/Reflexionsgrades von dicken lichtdurchlässigen Proben (z. B. Glaslamellen mit aufgedrucktem Muster) besonders vorsichtig vorzugehen.

ANMERKUNG 1 Ulbrichtsche Kugeln sind nicht für die Messung von Leuchtstoffen geeignet.

ANMERKUNG 2 Je höher der Reflexionsgrad der Beschichtung der Kugel ist, desto höher ist die Empfindlichkeit des Nachweisgeräts.

ANMERKUNG 3 Allgemein übliche Materialien für die Beschichtung der Kugeln sind BaSO₄ sowie gepresstes und gesintertes Polytetrafluorethylen (PTFE) mit niedriger Dichte.

ANMERKUNG 4 Die Grundidee der Ulbrichtschen Kugeln ist, dass für die indirekte Beleuchtungsstärke/Bestrahlungsstärke der Innenwand der Kugel angenommen wird, dass sie proportional zum durch den Prüfkörper oder die Vergleichsprobe durchgelassenen/reflektierten Lichtstrom ist. Dies trifft bei Kugeln mit vollkommen isotropen diffus reflektierenden Wänden ohne Öffnungen zu. Die Beleuchtungsstärke/Bestrahlungsstärke direkt bestrahlter Teile der Kugel ist nicht proportional zum Lichtstrom. Daher ist es erforderlich, die Kugel mit Streulichtblenden auszustatten, wie unter 6.2.3.2 beschrieben.

6.2.3.2 Anforderungen

Die Ulbrichtsche Kugel muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

- die Außenfläche der Kugel muss schwarz angestrichen sein, um Reflexionen zwischen der Probe und der Außenfläche der Kugel zu vermeiden;
- die innere Oberfläche der Kugel muss einen normal/hemisphärischen solaren Reflexionsgrad > 0,92 für die spektralen Messungen aufweisen;
- im Falle von Breitbandmessungen ist Aselektivität wichtiger als ein hoher Reflexionsgrad. Es muss eine Beschichtung mit einem normal/hemisphärischen Reflexionsgrad > 0,80 mit einer guten Aselektivität verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Der mittlere Reflexionsgrad der inneren Oberfläche kann mit der folgenden Gleichung verifiziert werden:

$$\Phi_r(\Phi_t) = E_{\text{ind}} \cdot A \cdot \frac{1 - \rho_k}{\rho_k} \quad (1)$$

Dabei ist:

- $\Phi_r(\Phi_t)$ der reflektierte (durchgelassene) Lichtstrom;
- E_{ind} die indirekte Bestrahlungsstärke/Beleuchtungsstärke auf das diffus strahlende Fenster vor dem Detektor;
- A die Fläche der Kugeloberfläche;
- ρ_k der mittlere Reflexionsgrad für die ganze Kugeloberfläche.

Eigenschaften der Beschichtung der Innenwände im Falle von Breitbandmessungen: Der Reflexionsgrad der Wände sollte so aselectiv wie möglich sein. Ein Maß für die Selektivität ist $K(\lambda)_{\text{rel}}$ nach CIE 130:

$$K(\lambda)_{\text{rel}} = \frac{\rho_k(\lambda)(1 - \rho_{k,\text{max}})}{\rho_{k,\text{max}}(1 - \rho_k(\lambda))} \quad (2)$$

Dabei ist:

- $\rho_k(\lambda)$ der normal/hemisphärische spektrale Reflexionsgrad der Kugelbeschichtung inklusive Fenster;
- $\rho_{k,\text{max}}$ der Höchstwert für $\rho_k(\lambda)$.

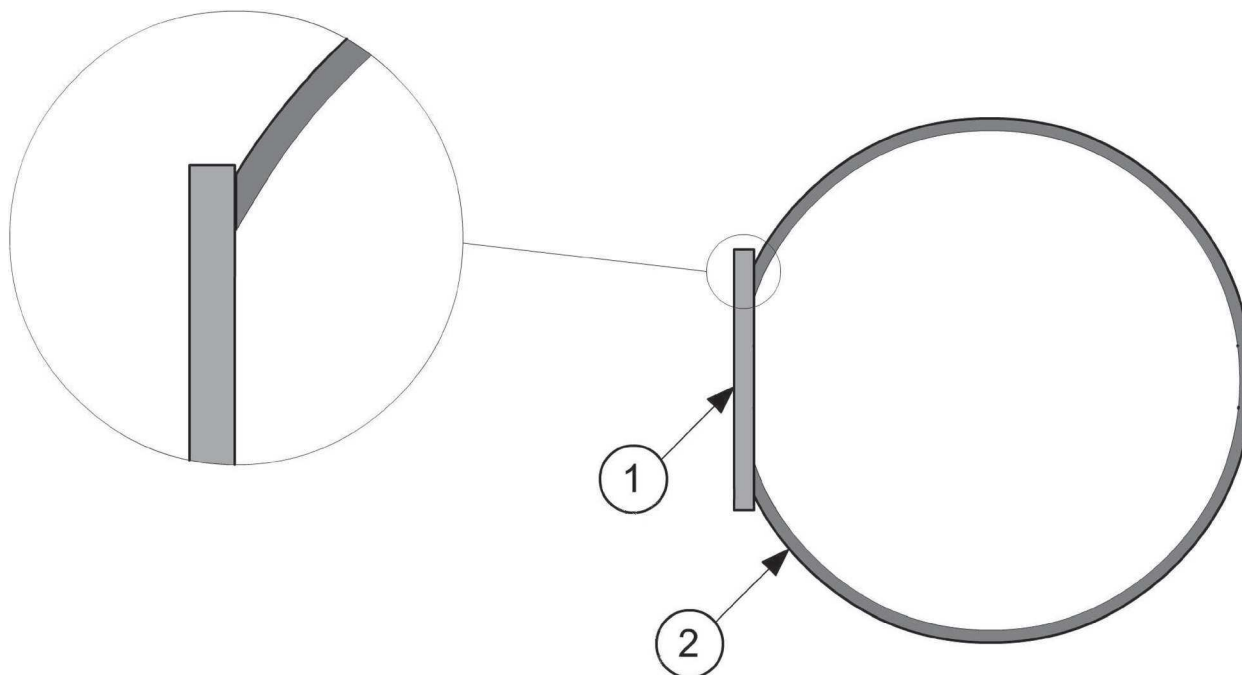
ANMERKUNG 2 Es sind Anstrichstoffe für Kugeln im Handel erhältlich, für die der relative Faktor $K(\lambda)_{\text{rel}}$ als eine Funktion der Wellenlänge aufgeführt ist.

ANMERKUNG 3 Idealerweise ist die Innenfläche isotrop diffus reflektierend.

Für solare Breitbandmessungen ist eine Beschichtung aus BaSO_4 für die Kugel nicht geeignet, da der spektrale Reflexionsgrad zu geringfügig oberhalb von 1 600 nm liegt. Daher sollten bei Anwendung von BaSO_4 -Beschichtungen spektral selektive Proben nur spektral gemessen werden.

— Fenster:

- die Gesamtfläche der Fenster der Kugel darf 1/10 der reflektierenden Innenfläche der Kugel nicht überschreiten. Unbenutzte Fenster, die geschlossen und mit derselben Beschichtung versehen sind wie die übrige Innenwand der Kugel, brauchen nicht berücksichtigt zu werden;
- die das Probenfenster umgebende Wand muss eine scharfe Kante aufweisen oder die Fensterseiten müssen angefast sein, so dass keine Stufe zwischen der Innenwand der Kugel und der Probenoberfläche vorliegt (siehe Bild 6).



Legende

- 1 Probe
- 2 Ulbrichtsche Kugel

Bild 6 — Scharfe Kante am Probenfenster der Ulbrichtschen Kugel

Die Anzahl und Position sowie der Durchmesser der erforderlichen Fenster der Kugel sind vom Messverfahren, dem Typ der Probe und den zu messenden Kenngrößen abhängig. Da Fenster die Betriebsbedingungen in der Kugel stets stören, sollten deren Anzahl und Durchmesser so gering wie möglich gehalten werden.

Mit Bezug auf Bild 4 und Bild 5 sind die zulässigen Bereiche von Fenster Nr. 3 und Fenster Nr. 5 als die Bereiche a_3 und a_5 in Relation zur Innenfläche A der Kugel definiert. Die Fläche A bezieht sich auf die innere Oberfläche einer „idealen“ Kugel ohne Berücksichtigung von Abweichungen wie Fenster und wird mit $A = \pi D^2$ aus dem Innendurchmesser D berechnet.

Definitionen auf Grundlage von Durchmessern sollten vermieden werden, da sie nicht für rechteckige Querschnitte anwendbar sind.

- Das zulässige Verhältnis a_5/A der Fläche a_5 von Fenster Nr. 5 in Bild 4 und Bild 5 zur inneren Oberfläche A der Kugelwand muss die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$0,0035 \leq a_5/A \leq 0,007$$

- Die Fläche des Probenfensters darf $1/144$ der Innenfläche der Kugel nicht überschreiten.

Große Unterschiede zwischen den Reflexionsgraden der Kugelwand und dem Verschlussstopfen in Fenster 5 müssen vermieden werden.

Die Detektoren müssen entweder

- Radiometer/Photometer sein, die empfindlich gegenüber Strahlung/Licht sind, die/das aus allen in der Ulbrichtschen Kugel möglichen verschiedenen Richtungen kommt. Radiometer/Photometer müssen die einfallende Strahlung entsprechend dem Cosinusetz bewerten, oder
- Strahldichte-/Leuchtdichtemessgeräte mit engem Betrachtungswinkel sein. In diesem Fall ist es erforderlich, die (kleine) Beobachtungsfläche der Kugelwand, die direkt für den Detektor sichtbar ist, mit Streulichtblenden zu versehen. Die Ablesung des Detektors darf durch keine andere Strahlung beeinflusst werden, als die von der Beobachtungsfläche kommende.

ANMERKUNG 4 Eine absolute Kalibrierung von Detektoren ist möglich, jedoch nicht notwendig.

Bei allen Typen von Detektoren ist auf eine ausreichende Linearität und eine geringe Temperaturabhängigkeit zu achten.

Alle Messfenster müssen mit (einer) zusätzlichen Streulichtblende(n) ausgestattet sein, um die Sichtlinie zwischen Proben-/Vergleichsfenster und Detektor(en) zu schneiden. Dies stellt sicher, dass der Detektor nicht direkt beleuchtet wird. Die Streulichtblenden müssen mit einer diffusen, spektral nicht selektiven Beschichtung mit sehr hohem Reflexionsgrad (normal/hemisphärischer solare Reflexionsgrad $> 0,92$ für spektrales Verfahren) versehen sein.

ANMERKUNG 5 Fehler können durch Detektoren verursacht werden, deren Empfindlichkeit von der Position des Strahls auf der lichtempfindlichen Fläche abhängt.

Hinsichtlich der Prüfeinrichtung für Verfahren A (Substitutionsverfahren) werden die folgenden zusätzlichen Empfehlungen gegeben:

- im Falle von Detektoren, die gegenüber dem Licht empfindlich sind, das aus all den verschiedenen möglichen Richtungen in der Kugel kommt (Radiometer/Photometer), wird empfohlen, das Messfenster so nahe wie möglich am Probenfenster anzuordnen, um die erforderliche Größe der Streulichtblende so gering wie möglich zu halten;
- im Falle von Detektoren mit einem engen Betrachtungswinkel (z. B. Strahldichte-/Leuchtdichtemessgeräte) muss die beobachtete Fläche mit Streulichtblenden vor einer direkten Bestrahlung geschützt werden, wie unter 6.2.3 angegeben. Es wird empfohlen, die beobachtete Fläche so nahe wie möglich am Probenfenster anzuordnen, um die erforderliche Größe der Streulichtblende für die beobachtete Fläche so gering wie möglich zu halten.

ANMERKUNG 6 Bild 6 und Bild 7 in CIE 130:1998 geben Beispiele für optimierte Standorte für den Detektor an, durch die die Größe der Streulichtblenden so gering wie möglich gehalten wird.

Hinsichtlich der Prüfeinrichtung für Verfahren C kann sich der Detektor am höchsten oder tiefsten Punkt der Kugel befinden. Die Sichtlinie des Detektors muss gegen den Vergleichsstrahl und den Probenstrahl abgeblendet sein.

6.3 Vergleichsproben

Die Vergleichsproben müssen von ausreichender Größe sein, um die Möglichkeit des Lichtaustritts an den Kanten des Eintrittsfensters zu verhindern. Die Größe muss mit dem Probenfach des Instruments kompatibel sein. Die Vergleichsproben müssen sauber und trocken sein. Es sind die vom Hersteller angegebenen Lagerungs- und Reinigungsverfahren zu beachten.