

DIN EN ISO 12311

ICS 11.040.70; 13.340.20

Ersatz für
DIN EN ISO 12311:2014-04

**Persönliche Schutzausrüstung –
Prüfverfahren für Sonnenbrillen und ähnlichen Augenschutz
(ISO 12311:2013, korrigierte Fassung 2014-08-15);
Deutsche Fassung EN ISO 12311:2013**

Personal protective equipment –
Test methods for sunglasses and related eyewear (ISO 12311:2013, Corrected
version 2014-08-15);
German version EN ISO 12311:2013

Équipement de protection individuelle –
Méthodes d'essai pour lunettes de soleil et articles de lunetterie associés
(ISO 12311:2013, Version corrigée 2014-08-15);
Version allemande EN ISO 12311:2013

Gesamtumfang 95 Seiten

DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 12311:2013, korrigierte Fassung 2014-08-15) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 94 „Personal safety — Protective clothing and equipment“, SC 6 „Eye and face protection“ in enger Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 85, „Augenschutzgeräte“ erstellt, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 027-01-01 AA „Augenschutz“ im Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) im DIN.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 48	siehe	DIN ISO 48
ISO 1042	siehe	DIN EN ISO 1042
ISO 3696	siehe	DIN ISO 3696
ISO 4007	siehe	DIN EN ISO 4007
ISO 8596	siehe	DIN EN ISO 8596
ISO 8598-1	siehe	DIN EN ISO 8598-1
ISO 8624	siehe	DIN EN ISO 8624
ISO 11664-1	siehe	DIN EN ISO 11664-1
ISO 11664-2	siehe	DIN EN ISO 11664-2
ISO 12312-1	siehe	DIN EN ISO 12312-1
ISO 12870	siehe	DIN EN ISO 12870
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025
ISO/TR 28980	siehe	DIN-Fachbericht ISO/TR 28980

In engem Zusammenhang mit der vorliegenden Norm stehen die Normen DIN EN ISO 12312-1 und E DIN EN ISO 12312-2 (siehe Anhang NA).

Die vorliegende Norm wurde zusammen mit den beiden vorgenannten Normen vom CEN/TC 85 in Zusammenarbeit mit dem ISO/TC 94/SC 6 mit dem Ziel erstellt, die harmonisierte Europäische Norm zu Sonnenbrillen und ähnlichem Augenschutz, EN 1836, *Persönlicher Augenschutz — Sonnenbrillen und Sonnenschutzfilter für den allgemeinen Gebrauch und Filter für die direkte Beobachtung der Sonne* abzulösen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 12311:2014-04 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- a) ein fehlender Abschnitt zur Prüfdurchführung (Klemmpunkte) zur erhöhten Haltbarkeit von Sonnenbrillen (siehe 9.7.3.1) wurde ergänzt;
- b) die englischen Begriffe „lenses“, „filters“ und „oculars“ wurden in der deutschen Fassung einheitlich als „Filter“ übersetzt;
- c) der englische Begriff wurde „eye protector“ wurde in der deutschen Fassung als „Sonnenbrille“ übersetzt;
- d) die Formeln (2) und (3) und die entsprechenden Beschreibungen und Legenden wurden korrigiert;
- e) Legenden von Bildern wurden korrigiert;
- f) Verweise auf Abschnitte und Bilder wurden korrigiert.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 12311: 2014-04

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 1042, *Laborgeräte aus Glas — Meßkolben*

DIN EN ISO 4007, *Persönliche Schutzausrüstung — Augen- und Gesichtsschutz — Wörterbuch*

DIN EN ISO 8596, *Augenoptik — Sehschärfeprüfung — Das Normsehzeichen und seine Darbietung*

DIN EN ISO 8598-1, *Optik und optische Instrumente — Scheitelbrechwert-Messgeräte — Teil 1: Instrumente für den allgemeinen Gebrauch*

DIN EN ISO 8624, *Augenoptik — Brillenfassungen — Maßsystem und Begriffe*

DIN EN ISO 11664-1, *Farbmetrik — Teil 1: CIE farbmétrische Normalbeobachter*

DIN EN ISO 11664-2, *Farbmetrik — Teil 2: CIE Normlichtarten*

DIN EN ISO 12312-1, *Augen- und Gesichtsschutz — Sonnenbrillen und ähnlicher Augenschutz — Teil 1: Sonnenbrillen für den allgemeinen Gebrauch*

E DIN EN ISO 12312-2, *Augen- und Gesichtsschutz — Sonnenbrillen und ähnlicher Augenschutz — Teil 2: Filter für die direkte Beobachtung der Sonne*

DIN EN ISO 12870, *Augenoptik — Brillenfassungen — Anforderungen und Prüfverfahren*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

DIN ISO 48, *Elastomere und thermoplastische Elastomere — Bestimmung der Härte (Härte zwischen 10 IRHD und 100 IRHD)*

DIN ISO 3696, *Wasser für analytische Zwecke — Anforderungen und Prüfungen*

DIN-Fachbericht ISO/TR 28980, *Augenoptik — Brillengläser — Einflussgrößen bei der Scheitelbrechwert-Messung*

Deutsche Fassung

Persönliche Schutzausrüstung - Prüfverfahren für Sonnenbrillen
und ähnlichen Augenschutz
(ISO 12311:2013, korrigierte Fassung 2014-08-15)

Personal protective equipment - Test methods
for sunglasses and related eyewear
(ISO 12311:2013, Corrected version 2014-08-15)

Équipement de protection individuelle - Méthodes d'essai
pour lunettes de soleil et articles de lunetterie associés
(ISO 12311:2013, Version corrigée 2014-08-15)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. Juni 2013 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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Voraussetzungen	7
5 Allgemeine Prüfanforderungen	8
6 Prüfmethoden für die Beurteilung der Konstruktion und der Werkstoffe	8
6.1 Beurteilung der Konstruktion, Kennzeichnung und Information zu Beginn	8
6.2 Prüfmethoden für die Beurteilung des Filtermaterials und der Oberflächengüte	8
6.2.1 Kurzbeschreibung	8
6.2.2 Geräte	8
6.2.3 Prüfverfahren	9
6.2.4 Beurteilung und Prüfbericht	9
7 Prüfmethoden für die Messung spektralphotometrischer Eigenschaften	9
7.1 Bestimmung des spektralen Transmissionsgrades $\tau(\lambda)$	9
7.1.1 Spektraler Transmissionsgrad	9
7.1.2 Berechnung des Lichttransmissionsgrades τ_V	10
7.2 Messung der Homogenität des Lichttransmissionsgrades	10
7.2.1 Nicht montierte Filter, die ein Auge bedecken	10
7.2.2 Montierte Filter und nicht montierte Filter, die beide Augen bedecken	12
7.3 Berechnung des Ultraviolett-Transmissionsgrades	13
7.3.1 Solarer Ultraviolett-Transmissionsgrad τ_{SUV}	13
7.3.2 Solarer UVA-Transmissionsgrad τ_{SUVA}	13
7.3.3 Solarer UVB-Transmissionsgrad τ_{SUVB}	14
7.4 Berechnung des solaren Transmissionsgrades für blaues Licht τ_{sb}	14
7.5 Berechnung des solaren Infrarot-Transmissionsgrades τ_{SIR}	15
7.6 Messung des absoluten spektralen Reflexionsgrades $\rho(\lambda)$	15
7.7 Absoluter Lichtreflexionsgrad ρ_V	15
7.8 Berechnung des relativen visuellen Schwächungsquotienten für die Signallichterkennung Q_{SIGNAL}	16
7.9 Weitwinkelstreuung	17
7.9.1 Kurzbeschreibung	17
7.9.2 Geräte	17
7.9.3 Probe	18
7.9.4 Prüfdurchführung	18
7.9.5 Berechnung	18
7.9.6 Prüfbericht	19
7.10 Polarisationsfilter	19
7.10.1 Transmissionsebene	19
7.10.2 Polarisationswirkungsgrad (Polarisationseffekt)	20
7.11 Phototrope Filter	22
7.11.1 Lichtquelle(n) zur Näherung der Spektralverteilung der Sonnenstrahlung mit Luftmasse $m = 2$ für die Prüfung	22
7.11.2 Vorbehandlung für die Messung des Lichttransmissionsgrades im hellen Zustand	23
7.11.3 Messung	23

8	Prüfverfahren für die Messung der optischen Eigenschaften	24
8.1	Prüfung der sphärischen, astigmatischen und prismatischen Brechkraft	24
8.1.1	Kurzbeschreibung	24
8.1.2	Geräte	25
8.1.3	Kalibrierung der Geräte	26
8.1.4	Prüfdurchführung	26
8.1.5	Prüfbericht	28
8.2	Prüfung der prismatischen Wirkungsdifferenz von kompletten Sonnenbrillen oder Filtern, die beide Augen bedecken	28
8.2.1	Kurzbeschreibung	28
8.2.2	Geräte	28
8.2.3	Prüfdurchführung	28
8.2.4	Beurteilung und Prüfbericht	30
8.3	Prüfverfahren zur Messung der lokalen Unterschiede der Brechwerte	30
8.3.1	Kurzbeschreibung	30
8.3.2	Geräte	31
8.3.3	Prüfdurchführung	33
8.3.4	Beurteilung und Prüfbericht	33
9	Prüfverfahren zur Messung von mechanischen Eigenschaften	35
9.1	Prüfverfahren zur Mindestfestigkeit von Filtern	35
9.1.1	Kurzbeschreibung	35
9.1.2	Geräte	35
9.1.3	Prüfdurchführung	36
9.1.4	Prüfbericht	36
9.2	Prüfverfahren für die Schlagfestigkeit von Filtern, Festigkeitsklasse 1	38
9.2.1	Kurzbeschreibung	38
9.2.2	Geräte	38
9.2.3	Prüfdurchführung	40
9.2.4	Prüfbericht	40
9.3	Prüfverfahren für die Schlagfestigkeit von Sonnenbrillen, Festigkeitsklasse 1	40
9.3.1	Kurzbeschreibung	40
9.3.2	Geräte	41
9.3.3	Prüfdurchführung	41
9.3.4	Prüfbericht	41
9.4	Prüfverfahren für die Schlagfestigkeit von Sonnenbrillen, Festigkeitsklasse 2	42
9.4.1	Kurzbeschreibung	42
9.4.2	Geräte	42
9.4.3	Prüfdurchführung	42
9.4.4	Prüfbericht	42
9.5	Prüfverfahren für die Schlagfestigkeit von Sonnenbrillen, Festigkeitsklasse 3	43
9.5.1	Kurzbeschreibung	43
9.5.2	Geräte	43
9.5.3	Prüfdurchführung	44
9.5.4	Beurteilung und Prüfbericht	44
9.6	Prüfverfahren zur Verformung der Fassung und der sicheren Fixierung der Filter	44
9.6.1	Kurzbeschreibung	44
9.6.2	Geräte	44
9.6.3	Prüfdurchführung	45
9.6.4	Beurteilung und Prüfbericht	46
9.6.5	Messunsicherheit	47
9.7	Prüfmethode für die erhöhte Haltbarkeit von Sonnenbrillen	47
9.7.1	Kurzbeschreibung	47
9.7.2	Geräte	47
9.7.3	Prüfdurchführung	48
9.7.4	Beurteilung und Prüfbericht	51
9.7.5	Messunsicherheit	51
9.8	Prüfverfahren zur Beständigkeit gegen Sonnenstrahlung	51
9.8.1	Kurzbeschreibung	51
9.8.2	Geräte	51

9.8.3	Prüfdurchführung	52
9.8.4	Beurteilung und Prüfbericht	53
9.9	Prüfverfahren zur Beständigkeit gegen Entflammen	53
9.9.1	Kurzbeschreibung	53
9.9.2	Geräte	53
9.9.3	Prüfdurchführung	53
9.9.4	Prüfbericht	53
9.9.5	Messunsicherheit	53
9.10	Prüfung der Beständigkeit der Sonnenbrillenfassung gegen Schweiß	53
9.10.1	Kurzbeschreibung	53
9.10.2	Geräte und Reagenzien	54
9.10.3	Prüfdurchführung	54
Anhang A (normativ) Anwendung der Messunsicherheit		57
Anhang B (informativ) Quellen der Messunsicherheit in der Spektralphotometrie sowie deren Bewertung und Überwachung		59
B.1	Allgemeines	59
B.2	Prinzip von Spektralphotometern	59
B.3	Quellen der Messunsicherheit	60
B.3.1	Allgemeines	60
B.3.2	Quellen der Messunsicherheit durch die Kalibrierung	60
B.3.3	Quellen der Messunsicherheit durch die Methodik	64
B.3.4	Quellen der Messunsicherheit durch die Probencharakteristik	65
Anhang C (informativ) Definitionen in Aufsummierungen		67
C.1	Erklärung	67
C.2	Definitionen in Summenform	67
C.2.1	Lichttransmissionsgrad	67
C.2.2	Ultravioletter Transmissionsgrad	67
C.2.3	Solarer Transmissionsgrad für blaues Licht τ_{sb}	68
C.2.4	Solarer Infrarottransmissionsgrad τ_{SIR}	69
C.2.5	Lichtreflexionsgrad τ_V	69
C.2.6	Relativer visueller Schwächungskoeffizient für die Signallichterkennung Q	69
Anhang D (normativ) Produkt der Energieverteilung der Normlichtart D65 wie in ISO 11664-2 festgelegt und des spektralen Hellempfindlichkeitsgrades des menschlichen Auges für Tageslichtsehen wie in ISO 11664-1 festgelegt		71
Anhang E (normativ) Spektralfunktionen zur Berechnung des solaren UV-Transmissionsgrades und des solaren Transmissionsgrades für blaues Licht		73
Anhang F (normativ) Spektrale Verteilung der Bestrahlungsstärke durch die Sonne im Infraroten zur Berechnung des Infrarottransmissionsgrades [7]		76
Anhang G (normativ) Referenz-Prüfköpfe		78
Anhang H (normativ) Spektrale Strahlungsverteilung für Glühlampen-Signallichter gewichtet mit dem Hellempfindlichkeitsgrad $V(\lambda)$ des menschlichen Auges		80
Anhang I (informativ) Spektrale Strahlungsverteilung für LED-Signallichter gewichtet mit dem Hellempfindlichkeitsgrad $V(\lambda)$ des menschlichen Auges		82
Anhang J (normativ) Bandpassfilter für große Wellenlängen		84
Anhang K (informativ) Methode des veränderbaren Abstandes für die Kalibrierung des Fernrohrs		87
Anhang L (normativ) Methode zur Korrektur des Transmissionsgrades für Unterschiede in der Dicke des Filters		89
Literaturhinweise		90

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 89/686/EWG Persönliche Schutzausrüstung	91
--	-----------

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 12311:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 94 „Personal safety - Protective clothing and equipment“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 85 „Augenschutzgeräte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2014 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 12311:2013 korrigierte Fassung 2014-08-15 wurde vom CEN als EN ISO 12311:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Referenz-Prüfmethoden für die Bestimmung der Eigenschaften von Sonnenbrillen fest, die in ISO 12312 (alle Teile) behandelt werden. Sie ist anwendbar für alle Sonnenbrillen und ähnlichen Augenschutz.

Andere Prüfverfahren dürfen verwendet werden, falls deren Gleichwertigkeit nachgewiesen wurde.

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).

ISO 37, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of tensile stress-strain properties*

ISO 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

ISO 1042:1998, *Laboratory glassware — One-mark volumetric flasks*

ISO 3696:1987, *Water for analytical laboratory use — Specification and test methods*

ISO 4007, *Personal protective equipment — Eye and face protection — Vocabulary*

ISO 8596, *Ophthalmic optics — Visual acuity testing — Standard optotype and its presentation*

ISO 11664-1, *Colorimetry — Part 1: CIE standard colorimetric observers*

ISO 11664-2, *Colorimetry — Part 2: CIE standard illuminants*

ISO 12312-1:2013, *Eye and face protection — Sunglasses and related eyewear — Part 1: Sunglasses for general use*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 4007.

4 Voraussetzungen

Die folgenden Parameter müssen vor Beginn der Prüfungen festgelegt werden [siehe ISO 12312 (alle Teile)]:

- die Anzahl der Prüfmuster;
- die Vorbehandlung der Prüfmuster;
- jede Konditionierung vor Prüfung;
- Eigenschaften, die subjektiv beurteilt werden müssen (unsachgemäß);
- Kriterien für das Bestehen oder Nichtbestehen der Prüfung.

5 Allgemeine Prüfanforderungen

Wenn nicht anders angegeben, handelt es sich bei allen in dieser Norm angegebenen Werten um Nennwerte. Mit Ausnahme von Temperaturangaben gelten für alle Werte, die nicht als Maxima oder Minima angegeben sind, Grenzabweichungen von $\pm 5\%$. Wenn nicht anders angegeben, muss die Umgebungstemperatur bei den Prüfungen zwischen 16 °C und 32 °C liegen. Falls andere Temperaturgrenzwerte angegeben werden, so müssen diese einer Messunsicherheit von $\pm 1\text{ °C}$ unterliegen. Die relative Luftfeuchtigkeit muss stets bei $(50 \pm 20)\%$ liegen.

Falls nicht anders angegeben, müssen die Filter am Haupt-Durchblickpunkt wie in ISO 4007 definiert geprüft werden.

6 Prüfmethoden für die Beurteilung der Konstruktion und der Werkstoffe

6.1 Beurteilung der Konstruktion, Kennzeichnung und Information zu Beginn

Vor Beginn der anderen Prüfungen muss eine Sichtprüfung mit normaler oder korrigierter Sehkraft und ohne Vergrößerung erfolgen. Die Kennzeichnung und das vom Hersteller mitgelieferte Informationsmaterial, sowie die Sicherheitsdatenblätter (falls anwendbar) oder die Erklärungen bezüglich der für die Sonnenbrille verwendeten Materialien müssen ebenfalls bewertet werden.

6.2 Prüfmethoden für die Beurteilung des Filtermaterials und der Oberflächengüte

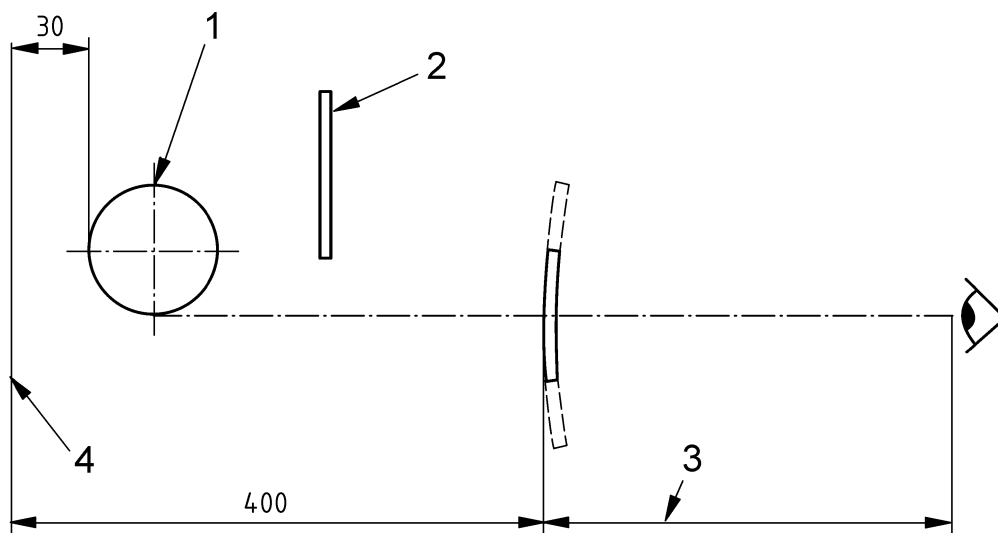
6.2.1 Kurzbeschreibung

Die Güte von Filtermaterial und Oberfläche wird durch Sichtprüfung beurteilt.

6.2.2 Geräte

Bild 1 zeigt eine geeignete Prüfanordnung.

Maße in Millimeter



Legende

- | | |
|---|---|
| 1 Lampe | 3 Nahsichtabstand (≈ 300) |
| 2 einstellbare undurchsichtige mattschwarze Maske | 4 Hintergrund, mattschwarz (200×360) |

Bild 1 — Anordnung des Gerätes zur Beurteilung der Material- und Oberflächengüte

6.2.3 Prüfverfahren

Die Werkstoff- und Oberflächengüte wird durch Sichtprüfung mit Hilfe eines „Lichtkastens“ oder eines beleuchteten Gitters beurteilt.

ANMERKUNG Ein derzeit gebräuchliches Verfahren verwendet ein beleuchtetes Gitter als Hintergrund, das durch das Filter aus verschiedenen Abständen vom Auge betrachtet wird. Bei einem anderen Verfahren wird das Filter mit einer Leuchtstofflampe in einer mattschwarzen Kammer beleuchtet, und die Beleuchtungsstärke wird mit Hilfe einer einstellbaren undurchsichtigen schwarzen Maske verändert. Eine geeignete Anordnung ist in Bild 1 dargestellt.

6.2.4 Beurteilung und Prüfbericht

Mit Ausnahme einer Randzone des Augenschutzgerätes von 5 mm Breite müssen alle signifikanten Fehlstellen, die die Sicht beeinträchtigen können, im Prüfbericht mit Beurteilung aufgezeichnet werden.

7 Prüfmethoden für die Messung spektralphotometrischer Eigenschaften

7.1 Bestimmung des spektralen Transmissionsgrades $\tau(\lambda)$

7.1.1 Spektraler Transmissionsgrad

7.1.1.1 Allgemeines

Es müssen Prüfmethoden verwendet werden, die bei der Bestimmung des spektralen Transmissionsgrades Messunsicherheiten kleiner oder gleich den in Tabelle 1 angegebenen Werten haben.

Tabelle 1 — Relative Messunsicherheit bei der Messung des spektralen Transmissionsgrades

Spektraler Transmissionsgrad		Messunsicherheit %
Kleiner als %	bis %	
100	17,8	±2 absolut
17,8	0,44	±10 relativ
0,44	0,023	±15 relativ
0,023	0,0012	±20 relativ
0,0012	0,000 023	±30 relativ

Allgemeine Methoden zur Bewertung der Komponenten der Messunsicherheit werden im ISO/IEC-Guide 98-3 beschrieben. Anhang A zeigt, wie die Messunsicherheit bei der Aufzeichnung der Ergebnisse und der Bewertung der Übereinstimmung beachtet werden muss; Anhang B ist ein Leitfaden zu möglichen Quellen von Unsicherheiten bei spektralphotometrischen Messungen, zu ihrer Minimierung und Bewertung.

Die Position und Strahlrichtung bei der Messung des Transmissionsgrades muss wie in ISO 12312-1 angegeben gewählt werden. Falls die Messung nicht senkrecht zur Oberfläche des Filters erfolgt, sollte besonderes Augenmerk auf die Ablenkung des Strahles gelegt werden (siehe Anhang B). Falls keine Strahlrichtung angegeben ist, muss die Messung senkrecht zur Oberfläche des Filters (im Falle nicht montierter Filter) erfolgen.

Die Berechnungen müssen mit Intervallen von nicht mehr als 5 nm ($\Delta\lambda = 5$ nm) im ultravioletten und sichtbaren Bereich (280 nm bis 780 nm) und nicht mehr als 10 nm im infraroten Bereich (780 nm bis 2000 nm) erfolgen. Die benötigten Daten für diese Intervalle sind in den Anhängen D, E, F, H und I angegeben.

7.1.1.2 Prüfverfahren

Das Filter ist so anzuordnen, dass die Position und Strahlrichtung bei der Messung des Transmissionsgrades den Festlegungen aus ISO 12312-1 entsprechen.

7.1.2 Berechnung des Lichttransmissionsgrades τ_V

Der Lichttransmissionsgrad in Prozent wird aus dem spektralen Transmissionsgrad berechnet, bezogen auf einen Normalbeobachter und eine Lichtquelle. Alle Berechnungen in dieser Internationalen Norm beziehen sich auf den CIE-2°-Normalbeobachter (ISO 11664-1) und die CIE-Normlichtart D65 (ISO 11664-2).

$$\tau_V = 100 \cdot \frac{\int_{380}^{780} \tau(\lambda) \cdot S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{780} S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (1)$$

Dabei ist

- λ die Wellenlänge des Lichtes in Nanometer;
- $\tau(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad des Filters;
- $V(\lambda)$ der spektrale Hellempfindlichkeitsgrad für photopisches Sehen;
- $S_{D65}(\lambda)$ die spektrale Strahlungsverteilung der CIE-Normlichtart D65 (siehe ISO 11664-2).

Die Werte für $S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda)$ sind in Anhang D angegeben.

ANMERKUNG Diese Berechnungen werden normalerweise als Aufsummierungen statt als Integrale durchgeführt. Die gleichwertigen Aufsummierungen sind in Anhang C angegeben.

7.2 Messung der Homogenität des Lichttransmissionsgrades

7.2.1 Nicht montierte Filter, die ein Auge bedecken

7.2.1.1 Prüfmethode

Der Haupt-Durchblickpunkt des Filters ist wie in ISO 4007 definiert zu bestimmen. Um den Haupt-Durchblickpunkt ist ein kreisförmiger Bereich mit dem Durchmesser d wie folgt zu bestimmen (siehe Bild 2):

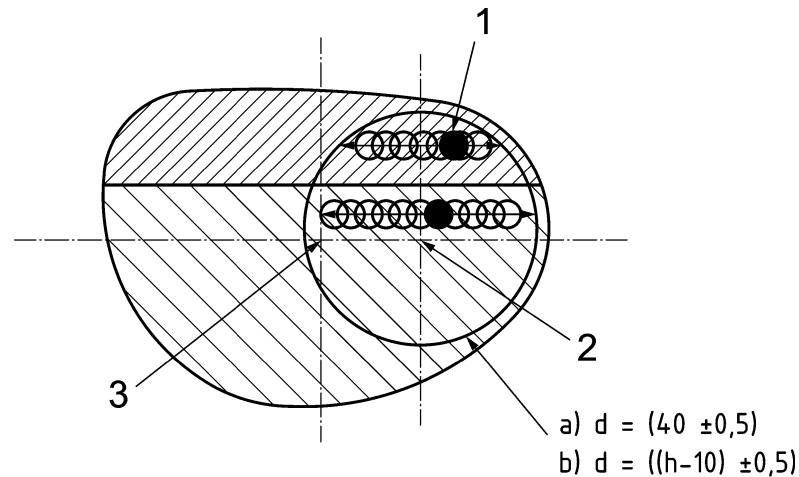
- a) für Filter mit einer Höhe von 50 mm oder mehr am Haupt-Durchblickpunkt ist $d = (40,0 \pm 0,5)$ mm;
- b) für Filter mit einer Höhe h von kleiner als 50 mm am Haupt-Durchblickpunkt ist $d = ((h - 10) \pm 0,5)$ mm.

Ein 5 mm breiter Randbereich des Filters muss von diesem kreisförmigen Bereich ausgenommen werden.

Dieser Bereich wird mit einem Lichtbündel abgetastet, dessen Nenndurchmesser 5 mm beträgt; es handelt sich um weißes Licht oder um Licht mit einer schmalen spektralen Verteilung mit einer maximalen spektralen Energie bei (555 ± 25) nm. Dabei wird der Lichttransmissionsgrad mit Hilfe eines Detektors gemessen, dessen spektrale Ansprechempfindlichkeit annähernd dem CIE-2°-Normalbeobachter (ISO 11664-1) entspricht. Effekte durch die Ablenkung des Lichtstrahls durch prismatische Effekte des Filters (siehe B.3.4.1) müssen ausgeglichen und Schwankungen in der Dicke des Filters müssen korrigiert werden, wie in Anhang L beschrieben.

Bei Filtern mit Bereichen oder Gradienten unterschiedlichen Lichttransmissionsgrades gilt die Anforderung hinsichtlich der Abweichungen des Lichttransmissionsgrades in diesem kreisförmigen Bereich nur senkrecht zum Gradienten (siehe Bild 2). Zwei beispielhafte Abtastwege senkrecht zum Gradienten sind in Bild 2 dargestellt.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Lichtbündel von 5 mm Durchmesser
- 2 Haupt-Durchblickpunkt
- 3 geometrischer Mittelpunkt

Bild 2 — Messung der Homogenität des Lichttransmissionsgrades für Filter mit Bereichen oder Gradienten unterschiedlicher Lichttransmissionsgrade

Filter und Lichtbündel werden so angeordnet, dass das Licht am Haupt-Durchblickpunkt senkrecht auf die Oberfläche des Filters oder an jeder anderen Position parallel zu dieser Richtung fällt.

Es sind der maximale Wert des Lichttransmissionsgrades $\tau_{V \max}$ und der minimale Wert $\tau_{V \min}$ zu messen und aufzuzeichnen.

7.2.1.2 Berechnungen

Der Wert Δ_F ist nach der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$\Delta_F = 100 \times \frac{(\tau_{V \max} - \tau_{V \min})}{\tau_{V \max}} \quad (2)$$

Dabei ist

$\tau_{V \max}$ der maximale Wert des Lichttransmissionsgrades;

$\tau_{V \min}$ der minimale Wert des Lichttransmissionsgrades.

7.2.1.3 Prüfbericht

Der Wert Δ_F wird als Homogenität des Lichttransmissionsgrades aufgezeichnet.

7.2.2 Montierte Filter und nicht montierte Filter, die beide Augen bedecken

7.2.2.1 Prüfmethode

Die Haupt-Durchblickpunkte des Filters sind wie in ISO 4007 definiert zu bestimmen. Um jeden dieser beiden Haupt-Durchblickpunkte sind kreisförmige Bereiche mit den Durchmessern d wie folgt zu bestimmen:

- a) für Filter mit einer Höhe von 50 mm oder mehr am Haupt-Durchblickpunkt ist $d = (40,0 \pm 0,5) \text{ mm}$;
- b) für Filter mit einer Höhe h von kleiner als 50 mm am Haupt-Durchblickpunkt ist
 $d = ((h - 10) \pm 0,5) \text{ mm}$.

Ein 5 mm breiter Randbereich des Filters muss von diesem kreisförmigen Bereich ausgenommen werden.

Dieser Bereich wird mit einem Lichtbündel abgetastet, dessen Nenndurchmesser 5 mm beträgt; es handelt sich um weißes Licht oder um Licht mit einer schmalen spektralen Verteilung mit einer maximalen spektralen Energie bei $(555 \pm 25) \text{ nm}$. Dabei wird der Lichttransmissionsgrad mit Hilfe eines Detektors gemessen, dessen spektrale Ansprechempfindlichkeit annähernd dem CIE-2°-Normalbeobachter (ISO 11664-1) entspricht. Effekte durch die Ablenkung des Lichtstrahls durch prismatische Effekte des Filters (siehe B3.4.1) müssen ausgeglichen und Schwankungen in der Dicke des Filters müssen korrigiert werden, wie in Anhang L beschrieben.

Bei Filtern mit Bereichen oder Gradienten unterschiedlichen Lichttransmissionsgrades erfolgt die Bewertung der Abweichungen des Lichttransmissionsgrades für Schnitte parallel zur Verbindung der beiden Haupt-Durchblickpunkte.

Der Lichttransmissionsgrad τ_{VL} am Haupt-Durchblickpunkt des linken Auges und der Lichttransmissionsgrad τ_{VR} am Haupt-Durchblickpunkt des rechten Auges werden gemessen und aufgezeichnet.

7.2.2.2 Berechnungen

Die absolute Differenz der beiden Werte des Lichttransmissionsgrades an den beiden Haupt-Durchblickpunkten, τ_{VL} und τ_{VR} , wird durch den größeren dieser beiden Werte geteilt und als Prozentzahl Δ_P angegeben.

$$\Delta_P = 100 \times \frac{|\tau_{VR} - \tau_{VL}|}{\max(\tau_{VR}, \tau_{VL})} \quad (3)$$

Dabei ist

τ_{VL} der Lichttransmissionsgrad am Haupt-Durchblickpunkt des linken Filters;

τ_{VR} der Lichttransmissionsgrad am Haupt-Durchblickpunkt des rechten Filters.

BEISPIEL Wenn eines der Filter einen Transmissionsgrad von 38,0 % hat und das andere 40,0 %, ergibt sich als Ergebnis (in Prozent): $100 \times (2,0/40,0) = 5,0 \text{ %}$.

7.2.2.3 Prüfbericht

Der Wert Δ_P wird als Prozentzahl aufgezeichnet.

7.3 Berechnung des Ultraviolett-Transmissionsgrades

7.3.1 Solarer Ultraviolett-Transmissionsgrad τ_{SUV}

Der Wert für τ_{SUV} (siehe ISO 4007) in Prozent berechnet sich wie folgt:

$$\tau_{\text{SUV}} = 100 \times \frac{\int_{280}^{380} \tau(\lambda) \cdot E_{\text{S}}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{280}^{380} E_{\text{S}}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda} = 100 \times \frac{\int_{280}^{380} \tau(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{280}^{380} W(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (4)$$

Dabei ist

- λ die Wellenlänge in Nanometer;
- $\tau(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad;
- $E_{\text{S}}(\lambda)$ die solare Strahlung auf Meeresniveau für Luftmasse 2 (siehe [7]);
- $S(\lambda)$ die relative spektrale Wirkungsfunktion für UV-Licht (siehe [8]);
- $W(\lambda) = E_{\text{S}}(\lambda) \cdot S(\lambda)$ die komplette Gewichtungsfunktion für dieses Produkt.

Die Werte für $E_{\text{S}}(\lambda)$, $S(\lambda)$ und $W(\lambda)$ sind in Anhang E angegeben.

7.3.2 Solarer UVA-Transmissionsgrad τ_{SUVA}

Der solare UVA-Transmissionsgrad ist das Ergebnis des Mittelwertes des spektralen Transmissionsgrades im Wellenlängenbereich von 315 nm bis 380 nm und den entsprechenden Gewichtungsfunktionen.

Der Wert für τ_{SUVA} (siehe ISO 4007) in Prozent berechnet sich wie folgt:

$$\tau_{\text{SUVA}} = 100 \times \frac{\int_{315}^{380} \tau(\lambda) \cdot E_{\text{S}}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{315}^{380} E_{\text{S}}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda} = 100 \times \frac{\int_{315}^{380} \tau(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{315}^{380} W(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (5)$$

Dabei ist

- λ die Wellenlänge in Nanometer;
- $\tau(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad;
- $E_{\text{S}}(\lambda)$ die solare Strahlung auf Meeresniveau für Luftmasse 2 (siehe [7]);
- $S(\lambda)$ die relative spektrale Wirkungsfunktion für UV-Licht (siehe [8]);
- $W(\lambda) = E_{\text{S}}(\lambda) \cdot S(\lambda)$ die komplette Gewichtungsfunktion für dieses Produkt.

Die Werte für $E_{\text{S}}(\lambda)$, $S(\lambda)$ und $W(\lambda)$ sind in Anhang E angegeben.

7.3.3 Solarer UVB-Transmissionsgrad τ_{UVB}

Der solare UVB-Transmissionsgrad ist das Ergebnis des Mittelwertes des spektralen Transmissionsgrades im Wellenlängenbereich von 280 nm bis 315 nm und den entsprechenden Gewichtungsfunktionen.

Der Wert für τ_{UVB} (siehe ISO 4007) in Prozent berechnet sich wie folgt:

$$\tau_{\text{UVB}} = 100 \times \frac{\int_{280}^{315} \tau(\lambda) \cdot E_{\text{S}}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{280}^{315} E_{\text{S}}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda} = 100 \times \frac{\int_{280}^{315} \tau(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{280}^{315} W(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (6)$$

Dabei ist

- λ die Wellenlänge in Nanometer;
- $\tau(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad;
- $E_{\text{S}}(\lambda)$ die solare Strahlung auf Meeresniveau für Luftmasse 2 (siehe [7]);
- $S(\lambda)$ die relative spektrale Wirkungsfunktion für UV-Licht (siehe [8]);
- $W(\lambda) = E_{\text{S}}(\lambda) \cdot S(\lambda)$ die komplette Gewichtungsfunktion für dieses Produkt.

Die Werte für $E_{\text{S}}(\lambda)$, $S(\lambda)$ und $W(\lambda)$ sind in Anhang E angegeben.

7.4 Berechnung des solaren Transmissionsgrades für blaues Licht τ_{sb}

Der solare Transmissionsgrad für blaues Licht ist das Ergebnis des Mittelwertes des spektralen Transmissionsgrades im Wellenlängenbereich von 380 nm bis 500 nm und den entsprechenden Gewichtungsfunktionen.

Der Wert für τ_{sb} (siehe ISO 4007) in Prozent berechnet sich wie folgt:

$$\tau_{\text{sb}} = 100 \times \frac{\int_{380}^{500} \tau(\lambda) \cdot E_{\text{S}}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{500} E_{\text{S}}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda} = 100 \times \frac{\int_{380}^{500} \tau(\lambda) W_{\text{B}}(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{500} W_{\text{B}}(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (7)$$

Dabei ist

- λ die Wellenlänge in Nanometer;
- $\tau(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad;
- $E_{\text{S}}(\lambda)$ die solare Strahlung auf Meeresniveau für Luftmasse 2 (siehe [7]);
- $B(\lambda)$ die Gefährdungsfunktion für blaues Licht (siehe [9]);
- $W_{\text{B}}(\lambda) = E_{\text{S}}(\lambda) \cdot B(\lambda)$ die komplette Gewichtungsfunktion für dieses Produkt.

Die Werte für $E_{\text{S}}(\lambda)$, $B(\lambda)$ und $W_{\text{B}}(\lambda)$ sind in Anhang E angegeben.

7.5 Berechnung des solaren Infrarot-Transmissionsgrades τ_{SIR}

Die Berechnung des solaren Infrarot-Transmissionsgrades τ_{SIR} (siehe ISO 4007) in Prozent erfolgt durch die Integration zwischen den Grenzwerten 780 nm und 2 000 nm wie folgt:

$$\tau_{\text{SIR}} = 100 \times \frac{\int_{780}^{2000} \tau(\lambda) \cdot E_{\text{S}}(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{780}^{2000} E_{\text{S}}(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (8)$$

Dabei ist

λ die Wellenlänge in Nanometer;

$\tau(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad;

$E_{\text{S}}(\lambda)$ die spektrale Verteilung der solaren Strahlung auf Meeresniveau für Luftmasse 2 (siehe [7]).

Die Werte für $E_{\text{S}}(\lambda)$ sind in Anhang F angegeben.

7.6 Messung des absoluten spektralen Reflexionsgrades $\rho(\lambda)$

Die zu verwendende Prüfmethode muss eine relative Messunsicherheit für den spektralen Reflexionsgrad haben, die kleiner als oder gleich wie die in Tabelle 2 angegebenen Werte ist. Der Einfallswinkel muss $\leq 17^\circ$ sein.

Tabelle 2 — Relative Messunsicherheit bei der Messung des spektralen Reflexionsgrades

Wert des spektralen Reflexionsgrades		Messunsicherheit in %
Kleiner als %	bis %	
100	2,5	± 5 % relativ
2,5		± 10 % relativ

Falls die Messung ohne Verwendung einer Integrationskugel durchgeführt wird, muss darauf geachtet werden, dass das gesamte reflektierte Licht aufgefangen wird, da ein an einer gekrümmten Oberfläche reflektierter Lichtstrahl divergent oder konvergent sein kann, und dadurch ein Teil von ihm außerhalb des Detektors aufkommen kann. Siehe [10] als Leitfaden.

7.7 Absoluter Lichtreflexionsgrad ρ_{V}

Die Berechnung von ρ_{V} in Prozent erfolgt durch Division des vom Filter reflektierten Lichtstromes Φ_{R} durch den einfallenden Lichtstrom Φ_{I} wie folgt:

$$\rho_{\text{V}} = 100 \times \frac{\Phi_{\text{R}}}{\Phi_{\text{I}}} = 100 \times \frac{\int_{380}^{780} \rho(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S_{\text{D65}}(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{780} V(\lambda) \cdot S_{\text{D65}}(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (9)$$

Dabei ist

- λ die Wellenlänge in Nanometer;
- $\rho(\lambda)$ der spektrale Reflexionsgrad des Filters bei der Wellenlänge λ ;
- $V(\lambda)$ der spektrale Hellempfindlichkeitsgrad des menschlichen Auges wie in ISO 11664-1 definiert;
- $S_{D65}(\lambda)$ die spektrale Energieverteilung der CIE-Normlichtart D65 wie in ISO 11664-2 definiert.

Die Werte für $S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda)$ sind in Anhang D angegeben.

7.8 Berechnung des relativen visuellen Schwächungsquotienten für die Signallichtererkennung Q_{Signal}

Der Quotient der Signallichtererkennung berechnet sich aus dem folgenden Verhältnis von τ_{Signal} und τ_V :

$$Q_{\text{Signal}} = \frac{\tau_{\text{Signal}}}{\tau_V} \quad (10)$$

Dabei ist

$$\tau_V = 100 \times \frac{\int_{380}^{780} \tau(\lambda) \cdot S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{780} S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (11)$$

und

$$\tau_{\text{Signal}} = 100 \times \frac{\int_{380}^{780} \tau(\lambda) \cdot E_{\text{Signal}}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{780} E_{\text{Signal}}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (12)$$

Dabei ist

- λ die Wellenlänge in Nanometer;
- $\tau(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad;
- $V(\lambda)$ der spektrale Hellempfindlichkeitsgrad des menschlichen Auges wie in ISO 11664-1 definiert;
- $S_{D65}(\lambda)$ die spektrale Energieverteilung der CIE-Normlichtart D65 wie in ISO 11664-2 definiert;
- $E_{\text{Signal}}(\lambda)$ die spektrale Energieverteilung von rotem, gelbem, grünem und blauem Signallicht.

Die Werte für $S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda)$ sind in Anhang D angegeben; die Werte für $E_{\text{Signal}}(\lambda) \cdot V(\lambda)$ für Glühlampen-Signallichter sind in Anhang H angegeben, für LED-Lichter in Anhang I.

7.9 Weitwinkelstreuung

7.9.1 Kurzbeschreibung

Ein Hazemeter wird verwendet, um den Anteil des Lichtes zu bestimmen, der von einem einfallenden Lichtstrahl durch Vorwärts-Streuung beim Durchgang durch eine Probe abweicht; dieser Anteil wird ins Verhältnis gesetzt zu dem Anteil, der durch das Prüfgerät gestreut wird sowie jenem, der ohne Streuung durch die Probe durchtritt.

7.9.2 Geräte

7.9.2.1 Lichtquelle (Glühlampe), die annähernd der CIE-Normlichtart A (ISO 11664-2) entspricht.

7.9.2.2 Hazemeter mit Integrationskugel (Ulbrichtkugel), Lichtfalle, Photodiode und Reflexionsstandard (siehe Bild 3) mit folgenden Eigenschaften:

a) Die Integrationskugel muss folgende Bedingungen erfüllen:

- 1) die Fläche der Öffnungsbereiche darf insgesamt nicht größer sein als 4,0 % der gesamten reflektierenden Innenfläche der Kugel;
- 2) Eintritts- und Austrittsöffnung müssen mindestens 170° voneinander entfernt sein;
- 3) die Austrittsöffnung muss dem Mittelpunkt der Eintrittsöffnung unter einem Öffnungswinkel von 8° gegenüberliegen;
- 4) die Photodiode muss im Winkel von $(90 \pm 10)^\circ$ bezogen auf die Eintrittsöffnung angebracht sein; und
- 5) alle internen Oberflächen (einschließlich des Reflexionsstandards für die Austrittsöffnung) müssen mit einer Substanz, die einen hohen Reflexionsgrad für Wellenlängen zwischen 380 nm und 780 nm aufweist, beschichtet sein.

ANMERKUNG 1 Eine Bariumsulfat-Lackierung kann geeignet sein.

b) Die Lichtfalle muss einen Reflexionsgrad von weniger als 0,1 % haben.

c) Die Photodiode muss proportionale Messwerte des Strahlungsflusses im Bereich von bis zu 1 % des einfallenden Strahlungsflusses für den in der Prüfung verwendeten Intensitätsbereich liefern.

d) Die Komponenten müssen so angeordnet sein, dass für den Lichtstrahl folgendes gilt:

- 1) die Achse des Strahls muss durch die Mittelpunkte von Eintritts- und Austrittsöffnung verlaufen;
- 2) er muss unidirektional sein; kein Anteil des Strahles darf um mehr als 3° von der Richtung der Strahlachse abweichen;
- 3) wenn sich keine Probe im Strahlengang befindet, muss der Strahl in der Austrittsöffnung einen kreisförmigen Querschnitt haben; dabei muss der Durchmesser der Austrittsöffnung größer sein als der Durchmesser des Strahles, so dass sich eine ringförmige Zone um den Strahl ergibt, die ausgehend von der Eintrittsöffnung einen Winkel von $(1,3 \pm 0,1)^\circ$ bildet;
- 4) wenn eine Probe vor der Eintrittsöffnung angebracht ist, so darf der Winkel zwischen dem Strahl und der Senkrechten zur Probenoberfläche nicht größer als 8° sein; und
- 5) wenn sich keine Probe im Strahlengang befindet, muss der Strahl vollständig durch die Lichtfalle (soweit verwendet) absorbiert werden.

ANMERKUNG 2 Auch wenn Messungen der Weitwinkelstreuung normalerweise mit einem Hazemeter durchgeführt werden, kann ebenso ein Spektralphotometer verwendet werden, falls dieses die geometrischen und spektralen Anforderungen in diesem Unterabschnitt erfüllt. Die Verwendung eines Spektralphotometers ist notwendig, wenn der Lichttransmissionsgrad des Filters τ_λ kleiner als ca. 15 % ist.

7.9.3 Probe

Die Größe der Probe kann bedingt durch die Größe der Eintrittsöffnung und den Oberflächenradius der Integrationskugel variieren. Die Probe muss groß genug sein, um die Eintrittsöffnung komplett abzudecken, sie muss aber klein genug sein, um noch tangential zur Wand der Integrationskugel zu sein.

7.9.4 Prüfdurchführung

Die Prüfung muss wie folgt durchgeführt werden.

- a) Das einfallende Licht (τ_1) wird ohne die Probe und ohne die Lichtfalle, jedoch mit angebrachtem Reflexionsstandard gemessen.
- b) Das gesamte von der Probe durchgelassene Licht (τ_2) wird mit der korrekt positionierten Probe, ohne die Lichtfalle und mit angebrachtem Reflexionsstandard gemessen.
- c) Das durch die Prüfvorrichtung gestreute Licht (τ_3) wird ohne die Probe und ohne den Reflexionsstandard, jedoch mit angebrachter Lichtfalle gemessen.
- d) Das durch die Prüfvorrichtung und die Probe gestreute Licht (τ_4) wird mit korrekt positionierter Probe und mit angebrachter Lichtfalle, jedoch ohne den Reflexionsstandard gemessen.
- e) Schritt (b) wird wiederholt, sodass vier Messwerte erreicht werden, wobei die Probe zwischen den Messungen jeweils um annähernd 90° gedreht wird.
- f) Schritt (d) wird wiederholt, sodass vier Messwerte erreicht werden, wobei sich die Probe in annähernd gleichen Stellungen wie in Schritt (e) befinden muss.

7.9.5 Berechnung

Folgendes muss berechnet werden:

Die Mittelwerte von τ_2 und τ_4 ($\bar{\tau}_2$ und $\bar{\tau}_4$).

- a) Der Gesamt-Transmissionsgrad, der sich aus folgender Gleichung ergibt:

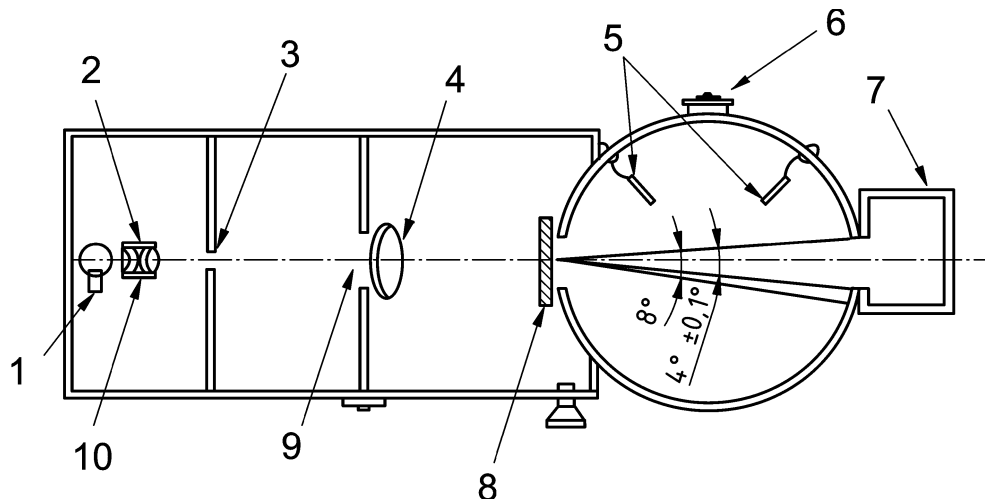
$$\tau_t = \frac{\bar{\tau}_2}{\tau_1} \quad (13)$$

- b) Das gestreute Licht, das sich aus folgender Gleichung ergibt:

$$\tau_d = \left(\bar{\tau}_4 - \tau_3 \cdot \frac{\bar{\tau}_2}{\tau_1} \right) / \tau_1 \quad (14)$$

- c) Die Weitwinkelstreuung, ausgedrückt in Prozent, die sich aus folgender Gleichung ergibt:

$$\text{Weitwinkelstreuung} = \frac{\tau_d}{\tau_t} \cdot 100 \quad (15)$$



Legende

1 Quelle	5 Blenden	9 Blendenöffnung (Apertur)
2 Kondensor	6 Photozelle	10 Filter
3 Eintrittsfenster	7 Lichtfalle	
4 Linse	8 Probe	

Bild 3 — Darstellung eines typischen Aufbaus zur Messung der Weitwinkelstreuung

7.9.6 Prüfbericht

Der Wert der Weitwinkelstreuung wird aufgezeichnet.

7.10 Polarisationsfilter

7.10.1 Transmissionsebene

7.10.1.1 Geräte

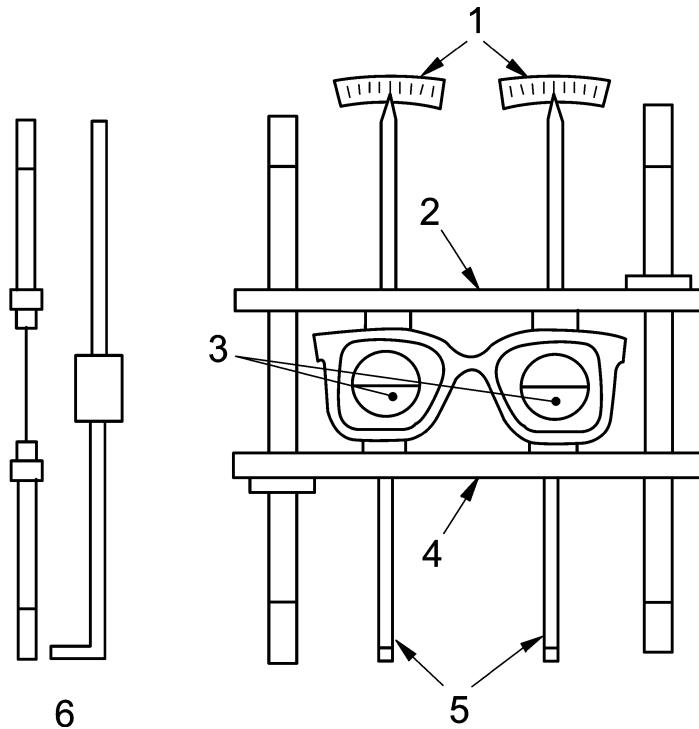
7.10.1.1.1 Ein Paar einzeln montierter Polarisatoren mit geteiltem Gesichtsfeld, so geschnitten, dass sich Transmissionsebenen ergeben, die Winkel von $+3^\circ$ und -3° zur Horizontalen oder zur angegebenen Achse bilden. Die obere und die untere Hälfte der Polarisatoren sind zusammenzustoßen und auf Glas zu montieren, wobei die Verbindungslinie waagrecht oder zur angegebenen Achse senkrecht sein muss. Die Polarisatoren müssen mit einem Hebel gedreht werden können, der einen entsprechenden Zeiger trägt. Der Zeiger überquert eine Skala, die in Grad links oder rechts von Null kalibriert ist. Das geteilte Gesichtsfeld ist von hinten durch eine streuende Lichtquelle zu beleuchten (siehe Bild 3).

7.10.1.2 Prüfdurchführung

Die Sonnenbrille ist mit der Vorderseite in Richtung auf die geteilten Gesichtsfelder auf einem horizontalen Registrierstab auf die Apparatur zu montieren (siehe Bild 4), durch vertikale Justiermöglichkeiten ist sicherzustellen, dass das geteilte Gesichtsfeld in der Mitte des Filters erscheint und dass der Vorneigungswinkel und der Gesichtsform-Winkel der Gebrauchsposition entsprechen.

Für das linke Filter muss der Hebel von einer Seite zur anderen bewegt werden, bis obere und untere Hälfte des beleuchteten Feldes bei Betrachtung durch das Filter mit gleicher Helligkeit erscheinen.

Die Zeigerstellung ist abzulesen, um die Abweichung der Polarisationsachse (Transmissionsebene) des Filters von der Horizontalen oder der angegebenen Orientierung in Grad (plus oder minus) anzugeben. Das Verfahren ist für das rechte Filter zu wiederholen.



Legende

- | | |
|--|---------------------------|
| 1 Skalen | 4 unterer Registrierstab |
| 2 oberer Registrierstab | 5 Hebel für Polarisatoren |
| 3 Polarisatoren mit geteiltem Gesichtsfeld | 6 Seitenansicht |

Bild 4 — Gerät zur Bestimmung der Polarisationsachse (Transmissionsebene)

7.10.2 Polarisationswirkungsgrad (Polarisationseffekt)

7.10.2.1 Kurzbeschreibung

Der Lichttransmissionsgrad für sichtbares Licht wird mit linear polarisiertem Licht gemessen; dabei wird die Polarisationsebene einmal so gewählt, dass sich der maximale Transmissionsgrad des Filters ergibt und einmal so, dass sich der minimale Transmissionsgrad ergibt. Dies kann entweder durch eine spektralphotometrische Methode mit Berechnung (Referenzmethode), oder durch eine Breitbandmethode unter Verwendung eines Detektors mit der Ansprechempfindlichkeit des menschlichen Auges (Maximum bei 555 nm) und einer Quelle entsprechend der CIE-Normlichtart D65 erfolgen.

7.10.2.2 Prüfdurchführung für die spektralphotometrische Methode

Die Prüfung wird wie folgt durchgeführt.

- Die Linear-Polarisatoren werden so in die Strahlengänge des Spektralphotometers durch die Probe und durch die Referenzscheibe eingesetzt, dass ihre Transmissionsebenen parallel zueinander stehen. Die Linear-Polarisatoren müssen einen Polarisationswirkungsgrad haben, der mindestens eine Größenordnung besser ist als die der Prüfung zugrundeliegende Anforderung (wenn beispielsweise die Anforderung an das Filter ein Polarisationswirkungsgrad von 80 % (9:1) ist, dann müssen die Linear-Polarisatoren einen Effekt von mindestens 97,5 % (90:1) haben).
- das Polarisationsfilter wird im Spektralphotometer befestigt.
- Die Wellenlänge des Spektralphotometers wird auf (550 ± 5) nm eingestellt. Das Filter wird so gedreht, dass der maximale Transmissionsgrad erreicht wird.

- d) In dieser Stellung wird der spektrale Transmissionsgrad $\tau_{\text{pmax}}(\lambda)$ für Wellenlängen von 380 nm bis 780 nm in 5-nm-Intervallen gemessen.
- e) Danach wird das Filter um 90° gedreht und der spektrale Transmissionsgrad $\tau_{\text{pmin}}(\lambda)$ wird auf die gleiche Art gemessen.
- f) Die Lichttransmissionsgrade der beiden Zustände werden auf die in 7.2 beschriebene Weise berechnet, wodurch sich die beiden Lichttransmissionsgrade τ_{pmax} und τ_{pmin} ergeben:

$$\tau_{\text{pmax}} = 100 \times \frac{\int_{380}^{780} \tau_{\text{pmax}}(\lambda) \cdot S_{\text{D65}}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{780} S_{\text{D65}}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (16)$$

$$\tau_{\text{pmin}} = 100 \times \frac{\int_{380}^{780} \tau_{\text{pmin}}(\lambda) \cdot S_{\text{D65}}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{780} S_{\text{D65}}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (17)$$

Dabei ist

λ die Wellenlänge in Nanometer;

$V(\lambda)$ der spektrale Hellempfindlichkeitsgrad des menschlichen Auges wie in ISO 11664-1 definiert;

$S_{\text{D65}}(\lambda)$ die spektrale Energieverteilung der CIE-Normlichtart D65 wie in ISO 11664-2 definiert.

- g) Der Polarisationswirkungsgrad P in Prozent errechnet sich wie in ISO 4007 beschrieben.

$$P = 100 \times \frac{\tau_{\text{pmax}} - \tau_{\text{pmin}}}{\tau_{\text{pmax}} + \tau_{\text{pmin}}} \quad (18)$$

ANMERKUNG Manchmal wird der Polarisationswirkungsgrad auch durch das Polarisationsverhältnis (R_{pol}) beschrieben:

$$R_{\text{pol}} = \frac{\tau_{\text{pmax}}}{\tau_{\text{pmin}}} : 1 \quad (19)$$

7.10.2.3 Prüfdurchführung für die Breitbandmethode

Eine Kombination aus Lichtquelle und Filter, die eine korrelierte Farbtemperatur von $(6\,500 \pm 1\,000)$ K liefert (entspricht ungefähr der CIE-Normlichtart D65 im sichtbaren Bereich, siehe ISO 11664-2), wird verwendet, um einen gebündelten Lichtstrahl mit einem Durchmesser von (5 ± 2) mm zu erzeugen, der im in ISO 12312-1 definierten Haupt-Durchblickpunkt auf das zu prüfende Filter trifft. Das Licht wird unter Verwendung der in 7.10.2.2 a) beschriebenen Polarisatoren polarisiert. Nach dem Durchgang durch die Probe trifft der Lichtstrahl auf einen Detektor, der annähernd die spektrale Ansprechempfindlichkeit des CIE-2°-Normalbeobachters (ISO 11664-1) hat. Die Ansprechempfindlichkeit des Detektors muss im Bereich der untersuchten Beleuchtungsstärke bis zu $\pm 0,5$ % linear sein.

Entweder das Filter oder der Linear-Polarisator werden so gedreht, dass der maximale Transmissionsgrad erreicht wird. In dieser Stellung wird der Lichttransmissionsgrad τ_{pmax} aufgezeichnet. Danach wird das Filter oder der Linear-Polarisator um 90° gedreht, und der Lichttransmissionsgrad τ_{pmin} wird aufgezeichnet.

7.11 Phototrope Filter

7.11.1 Lichtquelle(n) zur Näherung der Spektralverteilung der Sonnenstrahlung mit Luftmasse $m = 2$ für die Prüfung

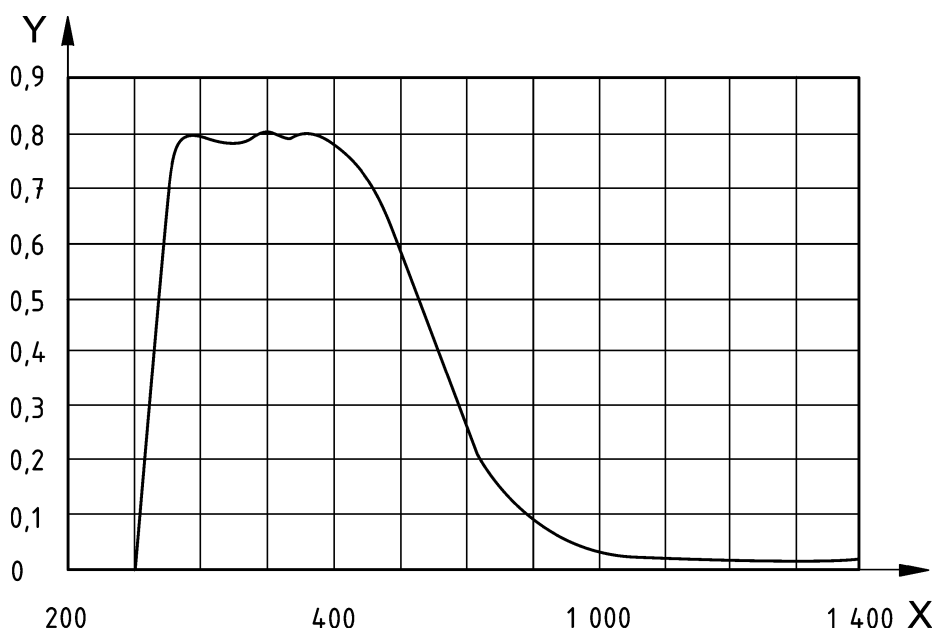
Die Prüfung muss mittels einer Xenon-Hochdrucklampe mit Filtern erfolgen, die so gewählt sind, dass die festgelegte Bestrahlungsstärke von $(50\,000 \pm 5\,000)$ lx und die in Tabelle 3 angegebenen Bestrahlungswerte (mit Grenzabweichungen) erreicht werden.

Tabelle 3 — Bestrahlungsstärke zur Prüfung des dunklen Zustandes phototroper Filter

Wellenlängenbereich nm	Bestrahlungsstärke W/m ²	Grenzabweichung W/m ²
300 bis 340	< 2,5	—
340 bis 380	5,6	± 1,5
380 bis 420	12,0	± 3,0
420 bis 460	20,0	± 3,0
460 bis 500	26,0	± 2,6

7.11.1.1 Strahlungsquelle mit einer Lampe

Es sind eine ozonfreie Xenon-Hochdrucklampe, ein wärmeabsorbierendes Filter und ein Kantenfilter nach Bild 5 zu verwenden.



Legende

X Wellenlänge (nm) Y Transmissionsgrad (absoluter Wert)

Bild 5 — Spektraler Transmissionsgrad der Kombination eines wärmeabsorbierenden Filters und eines Kantenfilters für die Messung phototroper Filter

Diese Transmissionskurve kann beispielsweise mit einem wärmeabsorbierenden Filter Schott KG 2 mit einer Dicke von 3 mm oder Pittsburg 2043 mit einer Dicke von 2 mm sowie einem weißen Kronklarglas, z. B. B 270 mit einer Dicke von 5 mm, erreicht werden.¹⁾

¹⁾ Schott KG 2 und B 270 sind Herstellerbezeichnungen von Produkten, die von der SCHOTT AG vertrieben werden; Pittsburg 2043 ist Herstellerbezeichnung eines von Corning INC vertriebenen Produktes. Diese Angabe dient nur zur

7.11.1.2 Strahlungsquelle mit zwei Lampen

Bei diesem Verfahren werden zwei ozonfreie Xenon-Hochdrucklampen verwendet, um eine möglichst gute Annäherung an die spektrale Verteilung der Sonnenstrahlung für Luftmasse $m = 2$ zu erreichen. Die Strahlung der beiden Lampen wird mit Hilfe eines halbdurchlässigen Spiegels überlagert. Wenn vor den beiden Lampen unterschiedliche Filter verwendet werden, kann eine bessere Annäherung an das Sonnenspektrum als mit einer Lampe erreicht werden.

Das Verfahrensprinzip darf auf die Anwendung von mehr als zwei Lampen erweitert werden, um in den jeweiligen Spektralbereichen eine noch bessere Annäherung an das Sonnenspektrum zu erreichen.

7.11.2 Vorbehandlung für die Messung des Lichttransmissionsgrades im hellen Zustand

Falls der Hersteller in der mit dem Produkt gelieferten Dokumentation kein anderes Verfahren zum Erreichen des hellen Zustands vorschreibt, müssen phototrope Filter nach dem folgenden Verfahren konditioniert werden.

- a) Die Filter werden im Dunkeln bei $(65 \pm 5) ^\circ\text{C}$ für $(2 \pm 0,2)$ h gelagert.
- b) Dann werden sie im Dunkeln bei $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ für mindestens 12 h gelagert.
- c) Danach werden die Filter unter Verwendung einer Strahlungsquelle ähnlich jener, die in 7.11.1 beschrieben ist, einer Strahlung von $(15\,000 \pm 1\,500)$ lx bei $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$ für 15 min ausgesetzt.
- d) Dann werden die Filter im Dunkeln bei $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$ für 60 min gelagert.

7.11.3 Messung

7.11.3.1 Kurzbeschreibung

Die meisten phototropen Werkstoffe sprechen auf übliche Raumbelichtung an, deshalb sollten alle Messungen ohne Fremdlicht durchgeführt werden. Es sollte darauf geachtet werden, dass die für die Prüfung verwendete Strahlung nicht zum Verdunkeln oder Aufhellen der Proben führt.

Die Oberflächentemperatur des Filters muss der vorgeschriebenen Temperatur innerhalb $\pm 1 ^\circ\text{C}$ entsprechen (siehe Tabelle 4).

Die Messungen dürfen in einem Wasserbad durchgeführt werden. Da jedoch durch das Eintauchen der Probe das Reflexionsvermögen der Oberfläche verringert wird, erhöht sich der gemessene Transmissionsgrad gegenüber dem in der Luft gemessenen Wert, und die beim Eintauchen in Wasser bestimmten Transmissionsgrade bedürfen einer Korrektur, um die entsprechenden Werte für die Messung in der Luft zu ergeben. Die Kalibrierung der Einrichtung kann mittels einer Probe überprüft werden, deren Brechzahl nicht mehr als $\pm 0,01$ von der Brechzahl der Probe abweicht.

7.11.3.2 Heller Zustand

Der spektrale Transmissionsgrad von 280 nm bis 780 nm (oder bis 2 000 nm, wenn der Infrarot-Transmissionsgrad einbezogen ist) wird nach 7.1 gemessen.

Für die in ISO 12312-1 vorgegebenen Anforderungen wird der Lichttransmissionsgrad im hellen Zustand, τ_{V0} , nach 7.1 berechnet. Es handelt sich um folgende Anforderungen: solarer UV-Transmissionsgrad (siehe 7.3.1 bis 7.3.3), solarer Transmissionsgrad für blaues Licht (siehe 7.4), die relativen visuellen Schwächungskoeffizienten für die Signallichterkennung Q_{rot} , Q_{gelb} , $Q_{\text{grün}}$ und Q_{blau} und, falls zutreffend, der solare IR-Transmissionsgrad (siehe 7.5).

Unterrichtung der Anwender dieser Internationalen Norm und bedeutet keine Anerkennung der Produkte durch ISO. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu identischen Ergebnissen führen.

7.11.3.3 Dunkler Zustand

Die charakteristischen Werte für den Lichttransmissionsgrad phototroper Filter sind in ISO 4007 definiert und werden, falls nicht anders angegeben, unter den in Tabelle 4 angegebenen Bedingungen bestimmt.

Wenn die Prüfung bei 15 000 lx festgelegt ist, entsprechen die Bestrahlungswerte und die zulässigen Toleranzen dieser Werte den in Tabelle 3 angegebenen, sind jedoch mit dem Faktor 0,3 zu multiplizieren.

Tabelle 4 — Messbedingungen für die verschiedenen charakteristischen Werte des Lichttransmissionsgrades

Charakteristischer Wert des Lichttransmissionsgrades	Oberflächentemperatur der Probe °C	Bestrahlungsstärke an der Oberfläche der Probe lx
τ_{V0}	23 ± 1	0 (heller Zustand)
τ_{V1}	23 ± 1	$50\,000 \pm 5\,000$

Die in ISO 12312-1 angegebenen Anforderungen müssen aus den im dunklen Zustand nach 15 Minuten Bestrahlung mit $(50\,000 \pm 5\,000)$ lx bei einer Temperatur von (23 ± 1) °C gemessenen Werten für den spektralen Transmissionsgrad (τ_{V1}) berechnet und überprüft werden. Es handelt sich um folgende Anforderungen: solarer UV-Transmissionsgrad (siehe 7.3.1 bis 7.3.3), solarer Transmissionsgrad für blaues Licht (siehe 7.4), die relativen visuellen Schwächungskoeffizienten für die Signallichterkennung Q_{rot} , Q_{gelb} , $Q_{\text{grün}}$ und Q_{blau} und, falls zutreffend, der solare IR-Transmissionsgrad (siehe 7.5).

8 Prüfverfahren für die Messung der optischen Eigenschaften

8.1 Prüfung der sphärischen, astigmatischen und prismatischen Brechkraft

8.1.1 Kurzbeschreibung

Die sphärischen, astigmatischen und prismatischen Wirkungen der Linsen oder kompletten Sonnenbrillen werden unter Verwendung einer Teleskopmethode (Referenz-Methode) gemessen. Diese Methode erfordert ein relativ großes Messfeld. Dadurch können Schwierigkeiten entstehen, wenn Filter geprüft werden, die Unregelmäßigkeiten in den optischen Brechwerten innerhalb des Messfeldes aufweisen. In diesen Fällen kann die in 8.3 beschriebene Methode zur örtlich aufgelösten Messung der optischen Brechwerte verwendet werden.

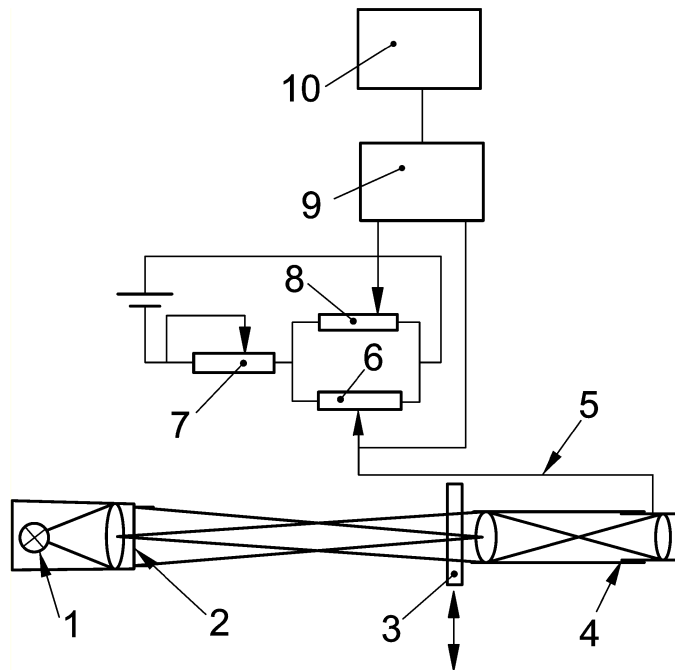
ANMERKUNG Die hier angegebenen Empfehlungen dienen als Referenz. Ein alternativer Prüfaufbau darf verwendet werden, wenn nachgewiesen wird, dass er Ergebnisse liefert, die zu den durch die Referenzmethode erhaltenen äquivalent sind. Beispielsweise kann ein Scheitelbrechwertmessgerät (en: focimeter) für die Messung jener optischen Werte verwendet werden, für die die Ergebnisse äquivalent zu den durch die Teleskopmethode erhaltenen sind.

8.1.2 Geräte

8.1.2.1 Elektronische Aufzeichnung der visuellen Bewertung wie in Bild 6 dargestellt.

ANMERKUNG Eine mechanische Anzeige der Bewegung des Okulars ist ebenso möglich.

Bild 6 zeigt den schematischen Aufbau der Teleskopmethode. Bei dieser Prüfung wird die für die Refokussierung benötigte Verfahr-Distanz des Okulars als Maß für die optische Wirkung der Probe verwendet. Der gezeigte Prüfaufbau verwendet eine elektronische Aufzeichnung für die Messung. Normalerweise wird die Position des scharfen Abbildes visuell bewertet. Diese Technik darf durch eine digitale Bildverarbeitung ersetzt werden.



Legende

- | | |
|-----------------------|------------------------------------|
| 1 Lampe | 6 Sensor zur Messung der Ablenkung |
| 2 Teleskop-Prüfplatte | 7 Kalibrierung |
| 3 Probe | 8 Nullpunkt |
| 4 Fernrohr (Teleskop) | 9 digitaler Spannungsmesser |
| 5 Refokussierung | 10 Computer |

Bild 6 — Schematische Darstellung des Aufbaus für die Teleskopmethode

8.1.2.2 Fernrohr mit einer Nenn-Öffnung von 20 mm und 10- bis 30facher Vergrößerung, ausgerüstet mit einstellbarem Okular mit Fadenkreuz. Der Einstellmechanismus zur Fokussierung hat eine Skala der Brechwirkung, mit der das Fernrohr nach der in Anhang K angegebenen Methode kalibriert werden kann. Auch jede andere Methode kann verwendet werden, solange sie die gleiche Präzision erreicht.

8.1.2.3 Beleuchtete Prüfplatte, bestehend aus einer schwarzen Platte mit dem in Bild 7 dargestellten ausgeschnittenen Muster, hinter der eine in der Leuchtdichte einstellbare Lichtquelle angeordnet ist, bei Bedarf mit einer Kondensorlinse, um das vergrößerte Bild der Lichtquelle auf das Fernrohrobjektiv abzubilden.

Der große Kreis der Prüfplatte hat einen äußeren Durchmesser von $(23,0 \pm 0,1)$ mm und eine ringförmige Öffnung von $(0,6 \pm 0,1)$ mm. Der kleine Kreis hat einen inneren Durchmesser von $(11,0 \pm 0,1)$ mm mit einer ringförmigen Öffnung von $(0,6 \pm 0,1)$ mm. Der Durchmesser der in der Mitte liegenden Öffnung beträgt $(0,6 \pm 0,1)$ mm. Die Balken haben bei einem Nennabstand von 2 mm eine Nennlänge von 20 mm und eine Nennbreite von 2 mm.