

DIN ISO 23364



ICS 37.020

Einsprüche bis 2022-05-25
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 58131:2016-11

Entwurf

**Optik und Photonik –
Im Volumen absorbierende optische Filter (ISO 23364:2021);
Text Deutsch und Englisch**

Optics and photonics –
Bulk absorption optical filters (ISO 23364:2021);
Text in German and English

Optique et photonique –
Filtres optiques à absorption de masse (ISO 23364:2021);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-03-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nafuo@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO), Alexander-Wellendorff-Str. 2, 75172 Pforzheim.

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

Gesamtumfang 52 Seiten

DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
3.1 Randbedingungen	8
3.2 Optische Eigenschaften	9
3.3 Abgeleitete Größen	12
3.4 Einteilung der Volumenfilter nach ihrer Funktion	13
4 Messung	14
4.1 Allgemeines	14
4.2 Messbedingungen	15
5 Numerische Spezifikation und graphische Darstellung von spektralen Merkmalen	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Regeln für die numerische Spezifikation von spektralen Merkmalen	15
5.2.1 Regeln für die spektralen Merkmale τ_i , τ , τ_V , a , E , D oder θ	15
5.2.2 Regeln für die Kantenwellenlänge und des Maximaltransmissionsgrades	16
5.3 Regeln für die grafische Darstellung von spektralen Merkmalen	17
5.4 Grafische Darstellung von optischen Funktionen	17
5.4.1 Allgemeines	17
5.4.2 Abschwächende Funktion (ND)	18
5.4.3 Bandpass- (BP) oder Bandsperrefunktion (BR)	18
5.4.4 Funktion Kurzpass (SP) oder Langpass (LP)	20
Anhang A (normativ) Graphische Darstellung der Transmission mit einer diabatischen Skala als Ordinate	22
Anhang B (informativ) Empfehlung zur Dicke der repräsentativen Proben	24
Anhang C (informativ) Spektrale Wichtungsfunktion für den Lichttransmissionsgrad	26
Literaturhinweise	28

Bilder

Bild 1 — Skizze zur Verdeutlichung der Unterschiede zwischen Transmissionsgrad und Reintransmissionsgrad	10
Bild 2 — Skizze zur graphischen Darstellung eines Neutraldichtefilters der Dicke $d = 1$ mm (abschwächende Funktion ND)	18
Bild 3 — Skizze zur graphischen Darstellung der Spezifikation eines Bandpassfilters BP der Dicke $d = 1$ mm	19
Bild 4 — Skizze zur graphischen Darstellung der Spezifikation des Wellenlängenbereichs der Höchsttransmission eines Bandpassfilters BP mit einer Dicke $d = 1$ mm	20
Bild 5 — Skizze zur graphischen Darstellung der Spezifikation der oberen und unteren Grenzen des Transmissionsgrades eines Bandpassfilters BP mit einer Dicke $d = 1$ mm	20
Bild 6 — Skizze zur graphischen Darstellung der Spezifikation eines Kurzpassfilters SP der Dicke $d = 2$ mm	21
Bild A.1 — Graphische Darstellung des diabatischen Reintransmissionsgrades (Skala links Y1; gestrichelte waagerechte Linien) und der Reintransmissionsgrade (Skala rechts Y2; durchgezogene waagerechte Linien) eines Bandpassfilterglases bei verschiedenen Dicken	23

Tabellen

Tabelle 1 — Einteilung der Volumenfilter durch ihre Funktion	14
Tabelle 2 — Formalismus für die numerische Spezifikation von spektralen Merkmalen	16
Tabelle 3 — Numerische Beispiele	17
Tabelle B.1 — Empfehlung für die Wahl der Probendicke d_2 bei einer Messunsicherheit des Spektrometers von $\Delta\tau = \pm 0,003$ und der Dickenmessung von $\Delta d = \pm 0,002$ mm	25
Tabelle B.2 — Empfehlung für die Wahl der Probendicke d_2 bei einer Messunsicherheit des Spektrometers von $\Delta\tau = \pm 0,001$ und der Dickenmessung von $\Delta d = \pm 0,002$ mm	25
Tabelle C.1 — Produkt der spektralen Verteilung der Strahlung des CIE Normlichtart D65, $S_{D65}(\lambda)$ und der spektralen Hellempfindlichkeitsfunktion für photopisches Sehen, $V(\lambda)$.	26

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 23364:2021, die vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and photonics“, Unterkomitee ISO/TC 172/SC 3 „Optical materials and components“ (Sekretariat: JISC, Japan) unter Beteiligung deutscher Experten erarbeitet wurde.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 027-01-03 AA „Dünne Schichten für die Optik“ im DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO).

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

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 4007	siehe	DIN EN ISO 4007
ISO 9211-1	siehe	DIN ISO 9211-1
ISO 9211-2	siehe	DIN ISO 9211-2
ISO/CIE 11664-1	siehe	DIN EN ISO/CIE 11664-1

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 58131:2016-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen wurden aktualisiert;
- b) Struktur wurde verändert, Abschnitt 4 wurde in Abschnitt 3 integriert;
- c) Wellenlänge beim Reflexionsfaktor wurde angepasst;
- d) Beschreibung der Spezifikation für „maximale Transmission“ und „Ober- und Untergrenzen der Transmission“ beim Bandpassfilter wurde hinzugefügt;
- e) Bild 4 und Bild 5 wurden neu hinzugefügt;
- f) Anhang C wurde beigelegt;
- g) Literaturhinweise wurden aktualisiert;
- h) Norm wurde redaktionell überarbeitet;
- i) Übernahme der Norm ISO 23364.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

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

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

DIN ISO 9211-1, *Optik und Photonik — Optische Schichten — Teil 1: Begriffe*

DIN ISO 9211-2, *Optik und Photonik — Optische Schichten — Teil 2: Optische Eigenschaften*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172, *Optics and Photonics*, Unterkomitee SC 3, *Optical materials and components*, erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Die optischen Eigenschaften von Volumenfiltern werden durch spektrale Werte gekennzeichnet. Diese Werte stehen zu der von elektromagnetischen Wellen transportierten Energie (physikalische oder physiologisch) in Zusammenhang und variieren als Funktion der Wellenlänge. Außerdem können sie durch Streuung beeinflusst werden.

ANMERKUNG 1 Die funktionale spektrale Abhängigkeit ist im Allgemeinen durch die Angabe der Wellenlänge λ in Klammern als Teil des Symbols gekennzeichnet.

ANMERKUNG 2 Die Wellenlänge λ kann durch die Wellenzahl σ oder die Photonenenergie $h\nu$, h = Planck-Konstante; ν = Frequenz, ersetzt werden. Die empfohlenen Einheiten sind Nanometer (nm) oder Mikrometer (μm) für die Wellenlänge, reziproke Zentimeter (cm^{-1}) für die Wellenzahl und Elektronenvolt (eV) für die Photonenenergie. Volumenfilter sind durch ihre Funktion definiert, z. B. durch den Charakter der grundlegenden Modifikation der spektralen Transmission (siehe Tabelle 1).

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Filterfunktionen von unbeschichteten Volumenfiltern für optische Anwendungen mit Ausnahme von ophthalmischen Optiken (Brillengläser) fest, und gibt zu ihrer Spezifikation eine standardisierte Form an. Des Weiteren werden Begriffe und die Beschreibung der Spezifikationen in Zusammenhang mit optischen Volumenfiltern festgelegt.

Dieses Dokument legt die optischen Filtereigenschaften und die Prüf- und Messverfahren fest, wann immer es notwendig ist.

Dieses Dokument legt nicht Materialeigenschaften (innere Qualität, Homogenität, usw.) fest und gilt nicht für Herstellungsverfahren.

Dieses Dokument gilt sowohl für das Rohmaterial (Filterglas, Filterkunststoff, usw.) als auch für die polierten Filter.

ANMERKUNG 1 Farbmétrische Parameter zur Beschreibung von Filterfunktionen sind z. B. in ISO 11664-1 und ISO 11664-2 spezifiziert.

ANMERKUNG 2 Für beschichtete Volumenfilter wird auf die Normenreihe ISO 9211 verwiesen.

ANMERKUNG 3 Im Fall von Hochleistungsanwendungen können weitere optische Effekte auftreten.

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).

ISO 9211-1, *Optics and photonics — Optical coatings — Part 1: Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN ISO 9211-1 und die folgenden Begriffe.

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

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1 Randbedingungen

3.1.1

optische Oberfläche

optisch wirksame Oberfläche, durch die die Strahlung in den Volumenfilter eintritt oder austritt

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Allgemeinen sind Volumenfilter als planparallele Platten ausgeführt und haben zwei optische Oberflächen, die sich gegenüberliegen.

3.1.2

Einfallswinkel

θ

Winkel zwischen der Flächennormale und dem einfallenden Strahl

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn nichts anderes angegeben wird, ist der Einfallswinkel 0° ; d. h. es handelt sich um einen senkrechten Einfall auf die optische Oberfläche.

[QUELLE: ISO 9211-1:2018, 3.1.2.6, modifiziert – Anmerkung 1 wurde ergänzt.]

3.1.3

Dicke

d

geometrische Länge, die die Strahlung bei senkrechtem Einfall auf die optische Oberfläche durch den Volumenfilter zurücklegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei senkrechtem Einfall auf einen planparallelen Volumenfilter ist der durchstrahlte Weg gleich der Dicke des Volumenfilters d des Volumenfilters. Alle Größen und Kennzahlen dieser Norm beziehen sich immer auf den Fall des senkrechten Lichteinfalles, in dem durchstrahlter Weg und Volumenfilterdicke gleich sind.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für den abweichenden Fall eines nicht senkrechten Einfalles des Lichtes entspricht die Dicke nicht der durchstrahlten geometrischen Länge.

3.1.4

repräsentative Probe

Probe, die die eigentliche Volumenfilterkomponente repräsentiert und die für spektrale Messungen und Umweltprüfungen benutzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einzelheiten zu den repräsentativen Proben und zu den Prüfverfahren (z. B. Material, Oberflächenbeschaffenheit, Abmessungen, Anzahl pro Charge) können Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunde sein.

[QUELLE: ISO 9211-1:2018, 3.1.1.6, modifiziert – Die Anmerkung „Probenprozedur“ wurde durch „Messung“ ersetzt.]

3.2 Optische Eigenschaften

3.2.1

spektraler Transmissionsgrad

$\tau(\lambda)$

Verhältnis des transmittierten spektralen Strahlungsflusses zum einfallenden Strahlungsfluss

Anmerkung 1 zum Begriff: Der spektrale Transmissionsgrad ist abhängig sowohl von den inneren Absorptionseigenschaften, insbesondere von dem betrachteten durchstrahlten Weg, als auch von den optischen Eigenschaften der Oberfläche.

$$\tau(\lambda) = \frac{\Phi_{e\lambda,2}}{\Phi_{e\lambda,1}} \quad (1)$$

Dabei ist

$\Phi_{e\lambda,1}$ der einfallende spektrale Strahlungsfluss;

$\Phi_{e\lambda,2}$ der transmittierte spektrale Strahlungsfluss.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1.

Anmerkung 3 zum Begriff: Wenn der griechische Buchstabe τ missverständlich ist, kann T verwendet werden.

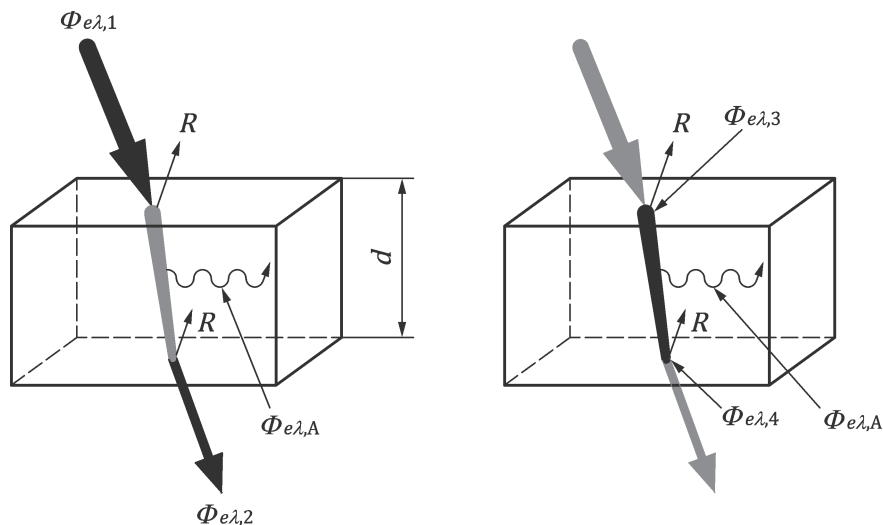
Anmerkung 4 zum Begriff: Wenn es erforderlich ist, kann der Transmissionsgrad als Mittelwert über den Wellenlängenbereich von λ_1 bis λ_2 wie folgt dargestellt werden:

$$\tau_{\text{ave}}(\lambda_1 \text{ bis } \lambda_2) = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \tau(\lambda) d\lambda}{\lambda_2 - \lambda_1} \approx \frac{\sum_{i=1}^m \tau(\lambda_i) \Delta\lambda}{\lambda_2 - \lambda_1} = \frac{\sum_{i=1}^m \tau(\lambda_i)}{m} \quad (2)$$

Dabei ist

$$\Delta\lambda = (\lambda_2 - \lambda_1)/m$$

Anmerkung 5 zum Begriff: Das tiefgestellte „ave“ steht für „Mittelwert“. Als Alternative kann das tiefergestellte „avg“ genutzt werden.



ANMERKUNG Der Lichteinfall erfolgt senkrecht zur Oberfläche, ist aber geneigt dargestellt, um die Oberflächenreflexion R zu verdeutlichen. Das heißt, durchstrahlter Weg und geometrische Dicke d sind gleich.

Bild 1 — Skizze zur Verdeutlichung der Unterschiede zwischen Transmissionsgrad und Reintransmissionsgrad

3.2.2 spektraler Reintransmissionsgrad

$\tau_i(\lambda)$

Verhältnis des spektralen Strahlungsflusses, der ohne Reflexion an der Austrittsfläche des Volumenfilters ankommt, zum eingetretenen Strahlungsfluss

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Reintransmissionsgrad beschreibt damit die Verhältnisse innerhalb des Materials, Oberflächeneffekte haben keinen Einfluss.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das tiefgestellte „i“ steht für „innerhalb“.

$$\tau_i(\lambda) = \frac{\Phi_{e\lambda,4}}{\Phi_{e\lambda,3}} \quad (3)$$

Dabei ist

$\Phi_{e\lambda,3}$ der spektrale Strahlungsfluss, der in das Volumen eingedrungen ist;

$\Phi_{e\lambda,4}$ der spektrale Strahlungsfluss, der aus dem Volumen austreten wird.

Anmerkung 3 zum Begriff: Für Volumenfilter mit homogener Verteilung der Absorption innerhalb des Materials gilt:

$$\tau_i = e^{-\alpha_1 d} \quad (4)$$

Dabei ist

α_1 der Absorptionskoeffizient;

d die Volumenfilterdicke.

Aus diesem Zusammenhang lassen sich die Reintransmissionsgrade für unterschiedliche Volumenfilterdicken (bei senkrechten Einfall des Lichtes) ineinander berechnen mit:

$$\tau_{i,d_1} = \left(\tau_{i,d_2} \right)^{\left(\frac{d_1}{d_2} \right)} \quad (5)$$

Dabei ist

τ_{i,d_1} der Reintransmissionsgrad, der mit der Dicke d_1 zusammenhängt;

τ_{i,d_2} der Reintransmissionsgrad, der mit der Dicke d_2 zusammenhängt.

Anmerkung 4 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.2.3

Kantenwellenlänge des Reintransmissionsgrades

$\lambda_{i0,5}$

Wellenlänge im Übergangsbereich zwischen hohem und niedrigem Transmissionsgrad, bei der der Reintransmissionsgrad den Wert $\tau_i = 0,5$ annimmt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Index „i“ steht für „innerhalb“.

3.2.4

Kantenwellenlänge des Transmissionsgrades

$\lambda_{0,5}$

Wellenlänge im Übergangsbereich zwischen hohem und niedrigem Transmissionsgrad, bei der der Transmissionsgrad den Wert $\tau = 0,5$ annimmt

Anmerkung 1 zum Begriff: In ISO 9211-2, Anhang A, wird die Kantenwellenlänge $\lambda'_{0,5}$, bzw. $\lambda''_{0,5}$ definiert als diejenige Wellenlänge, bei der der Transmissionsgrad sich auf die Hälfte von τ_A oder τ_M reduziert hat.

3.2.5

spektraler Absorptionsgrad

$a(\lambda)$

Verhältnis der absorbierten spektralen Dichte des Strahlungsflusses zu der des einfallenden Strahlungsflusses

3.2.6

Brechzahl

$n(\lambda)$

Verhältnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Strahlung im Vakuum zur Ausbreitungsgeschwindigkeit in einem Medium

[QUELLE: ISO 9211-1]

3.2.7

Reflexionsfaktor

$P(\lambda)$

Verhältnis von *spektralem Transmissionsgrad* (3.2.1) zum *spektralen Reintransmissionsgrad* (3.2.2)

$$P(\lambda) = \frac{\tau(\lambda)}{\tau_i(\lambda)} \quad (6)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn diffuse Streuung vernachlässigt werden kann, gilt für den senkrechten Einfall der Strahlung auf den Volumenfilter die Gleichung:

$$P(\lambda) = \frac{2n(\lambda)}{n^2(\lambda) + 1} \quad (7)$$

Anmerkung 2 zum Begriff: Da die spektrale Abhängigkeit $P(\lambda)$ schwach ist, wird in vielen Fällen ein konstanter Reflexionsfaktor eingesetzt. Wenn nicht anders spezifiziert, dann wird ein konstanter Reflexionsfaktor benutzt, der bei der d-Linie (587,6 nm) abgeleitet wird.

$$P = P_d = P(\lambda = 587,6 \text{ nm}) = \frac{2n_d}{n_d^2 + 1} \quad (8)$$

Anmerkung 3 zum Begriff: P ist der griechische Großbuchstabe Rho.

3.3 Abgeleitete Größen

3.3.1

spektrale optische Dichte

$D(\lambda)$

Logarithmus zur Basis 10 des Kehrwertes des *spektralen Transmissionsgrades* (3.2.1)

$$D(\lambda) = \lg \frac{1}{\tau(\lambda)} \quad (9)$$

3.3.2

spektrale Extinktion

$E(\lambda)$

Logarithmus zur Basis 10 des Kehrwertes des *spektralen Reintransmissionsgrades* (3.2.2)

$$E(\lambda) = \lg \frac{1}{\tau_i(\lambda)} = \frac{\alpha_l d}{\ln(10)} \quad (10)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Extinktion = Absorption. Teilweise wird der Buchstabe A verwendet.

3.3.3

spektrale Diabatie

$\theta(\lambda)$

Charakterisierung des *spektralen Reintransmissionsgrades* (3.2.2) durch die folgende Gleichung:

$$\theta(\lambda) = 1 - \lg \left(\lg \frac{1}{\tau_i(\lambda)} \right) \quad (11)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Umrechnung von spektralem Reintransmissionsgrad und spektraler Diabatie siehe Anhang A.

3.3.4

Lichttransmissionsgrad

τ_V

Verhältnis des von der Sichtscheibe oder vom Filter durchgelassenen Lichtstroms zum einfallenden Lichtstrom für eine bestimmte Lichtart und für photopisches Sehen angegeben

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser wird gewöhnlich als Prozentsatz angegeben und dann durch folgende Gleichung berechnet:

$$\tau_V = 100 \times \frac{\int_{380}^{780} \tau(\lambda) \cdot S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{780} S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (12)$$

Dabei ist

λ die Wellenlänge des Lichts in Nanometern;

$\tau(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad der Sichtscheibe oder des Filters;

$V(\lambda)$ der spektrale Hellempfindlichkeitsgrad für das photopische Sehen;

$S_{D65}(\lambda)$ die spektrale Verteilung der einfallenden Strahlung der CIE-Normlichtart D65 (siehe ISO 11664-2).

Anmerkung 2 zum Begriff: Obwohl τ_V wie vorstehend angegeben unter Benutzung der spektralen Verteilung der Normlichtart D65 für viele Anwendungen definiert ist, kann $S_{D65}(\lambda)$ durch die spektrale Verteilung der Normlichtart A oder der entsprechenden Lichtquelle ersetzt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Werte der spektralen Strahlungsverteilung der CIE-Normlichtart D65, S_{D65} sind in ISO/CIE 11664-2 angegeben.

Anmerkung 4 zum Begriff: Die Werte des spektralen Hellempfindlichkeitsgrades $V(\lambda)$ sind in ISO/CIE 11664-1 angegeben.

Anmerkung 5 zum Begriff: Die Werte der spektralen Wichtungsfunktion, $S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda)$ sind Anhang C angegeben.

[QUELLE: ISO 4007:2012-05]

3.4 Einteilung der Volumenfilter nach ihrer Funktion

3.4.1

Abschwächende Funktion

3.4.1.1

ND

Kurzbezeichnung für ein Volumenfilter, der unabhängig von der Wellenlänge die Transmission gleichmäßig mindert

3.4.2

Bandpassfunktion

3.4.2.1

BP

Kurzbezeichnung für ein Volumenfilter, der in einem festgelegten Wellenlängenbereich eine hohe Transmission hat, und in den benachbarten Bereichen eine geringe Transmission aufweist

3.4.3

Bandsperrfilterfunktion

3.4.3.1

BR

Kurzbezeichnung für ein Volumenfilter, der in einem festgelegten Wellenlängenbereich eine geringe Transmission hat, und in den benachbarten Bereichen eine hohe Transmission aufweist.

3.4.4

Langpassfunktion

3.4.4.1

LP

Kurzbezeichnung für ein Volumenfilter, der im Bereich langer Wellenlängen eine hohe Transmission hat, und im Bereich kurzer Wellenlängen eine geringe Transmission aufweist

3.4.5

Kurzpassfunktion

3.4.5.1

SP

Kurzbezeichnung für ein Volumenfilter, der im Bereich kurzer Wellenlängen eine hohe Transmission hat, und im Bereich langer Wellenlängen eine geringe Transmission aufweist

4 Messung

4.1 Allgemeines

Die optischen Eigenschaften eines Volumenfilters werden durch spektralradiometrische Werte gekennzeichnet, siehe Tabelle 1. Diese Werte beziehen sich auf die Strahlungsenergie, die von den elektromagnetischen Wellen transportiert wird, und sie verändern sich als Funktion der Wellenlänge und der Weglänge des Lichts. Der Polarisationszustand der Strahlung wird in dieser Norm nicht berücksichtigt. Zusätzliche Einflüsse können durch Streuung an der Oberfläche oder innere Streuung verursacht werden. Die Streuungseigenschaften sind nicht Gegenstand dieser Norm.

ANMERKUNG 1 Eine Änderung des Polarisationszustandes kann in speziellen Materialien oder durch innere Spannungen im Material hervorgerufen werden. All diese Effekte sind nicht Gegenstand dieser Norm.

ANMERKUNG 2 Um die optischen Eigenschaften zu prüfen, werden die Volumenfilter für gewöhnlich poliert oder in Immersionsöl geprüft, um den Einfluss der Oberflächenrauheit zu eliminieren.

Tabelle 1 — Einteilung der Volumenfilter durch ihre Funktion

Primäre Funktion	Kurzbezeichnung	Definition	Anwendungsbeispiel
Abschwächend	ND	Volumenfilter, der unabhängig von der Wellenlänge die Transmission gleichmäßig mindert.	Neutral-dichtefilter
Bandpass	BP	Volumenfilter, der in einem festgelegten Wellenlängenbereich eine hohe Transmission hat, und in den benachbarten Bereichen eine geringe Transmission aufweist.	Grünfilter
Bandsperrrfilter	BR	Volumenfilter, der in einem festgelegten Wellenlängenbereich eine geringe Transmission hat, und in den benachbarten Bereichen eine hohe Transmission aufweist.	Seltene Erden Sperrfilter

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Primäre Funktion	Kurzbezeichnung	Definition	Anwendungsbeispiel
Langpass	LP	Volumenfilter, der im Bereich langer Wellenlängen eine hohe Transmission hat, und im Bereich kurzer Wellenlängen eine geringe Transmission aufweist.	UV-Sperrfilter
Kurzpass	SP	Volumenfilter, der im Bereich kurzer Wellenlängen eine hohe Transmission hat, und im Bereich langer Wellenlängen eine geringe Transmission aufweist	NIR-Sperrfilter

4.2 Messbedingungen

Die Messbedingungen für die spektralfotometrische Charakterisierung müssen Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Lieferant und Kunde sein. Diese Bedingungen hängen vom Messverfahren und den verwendeten Geräten ab, einschließlich des Einfallswinkels, der Dicke der repräsentativen Probe, des Spektralbereiches, der Bandbreite des Messstrahls usw., und müssen mit hinreichender Ausführlichkeit festgehalten werden, um die Nachvollziehbarkeit der Messung zu ermöglichen.

Anhang B gibt eine Empfehlung zur Wahl der Dicke repräsentativer Proben für den Fall starker Absorption.

5 Numerische Spezifikation und graphische Darstellung von spektralen Merkmalen

5.1 Allgemeines

Dieses Dokument legt die Regeln für die spektralfotometrische Charakterisierung von optischen Volumenfiltern fest. Da die spektralen Eigenschaften von der Volumenfilterdicke d abhängen, ist eine Angabe der Dicke mindestens einmal erforderlich. Für verschiedene spektrale Merkmale können auch verschiedene Dicken definiert werden.

Wenn die Spezifikation für ein Rohmaterial definiert wurde, gibt es keine Toleranz für die Dicke und die Dicke ist ein Referenzwert für die spektrale Charakteristik, oder umgekehrt.

Wenn die Spezifikation für die fertig polierte Filterkomponente getroffen wurde, muss ebenfalls für die Dicke ein Toleranzwert angegeben werden.

ANMERKUNG Für hohe optische Dichten ist die Definition einer repräsentativen Probe mit geringerer Dicke üblich, so dass sich die optische Dichte sicher bestimmen lässt.

5.2 Regeln für die numerische Spezifikation von spektralen Merkmalen

5.2.1 Regeln für die spektralen Merkmale τ_i , τ , τ_V , a , E , D oder θ

Die allgemeine Struktur einer numerischen Spezifikation einer spektralen optischen Eigenschaft muss, anders als bei einer graphischen Spezifikation, die Struktur einer Ungleichung mit folgenden Ausdrücken haben:

(untere Grenze) < oder $\leq$ (spektrale optische Eigenschaft, Dicke) < oder $\leq$ (obere Grenze)

BEISPIEL 1 (untere Grenze) < (spektrale optische Eigenschaft, Dicke) $\leq$ (obere Grenze)

Die Ungleichung darf aus nur zwei Ausdrücken zu bestehen, wenn die spektrale optische Eigenschaft nur einseitig begrenzt werden soll.

BEISPIEL 2 (spektrale optische Eigenschaft, Dicke) ≤ (obere Grenze) oder (spektrale optische Eigenschaft, Dicke) > (untere Grenze)

Tabelle 2 zeigt eine schematische Beschreibung der Ausdrücke, die für die numerische Spezifikation von spektralen Merkmalen benötigt werden.

Tabelle 2 — Formalismus für die numerische Spezifikation von spektralen Merkmalen

Untere Grenze (tiefgestelltes L)	Ver- gleich- opera- tor	Spektrale optische Eigen- schaft	Wellenlängenbe- reich, Dicke (oder Wellenzahlenbe- reich) oder einzelne Wellenlänge (oder Wellenzahl) ^a	Ver- gleichs- opera- tor	Obere Grenze (tiefgestelltes U)	Z steht für
$n = 1, 2, \dots$			$n = 1, 2, \dots$		$n = 1, 2, \dots$	
Z_{Ln}	< oder ≤	Z	$(\lambda_n \text{ bis } \lambda_{n+1}, d)$ oder (λ_n, d)	< oder ≤	Z_{Un}	$\tau_i, \tau, \tau_V, \alpha,$ E, D oder θ
$Z_{Ln} \rightarrow Z_{Ln+1}^b$	< oder ≤	Z	$(\lambda_n \text{ bis } \lambda_{n+1}, d)$	< oder ≤	$Z_{Un} \rightarrow Z_{Un+1}^b$	$\tau_i, \tau, \tau_V, \alpha,$ E, D oder θ
$Z_{ave,Ln}$	< oder ≤	Z_{ave}	$(\lambda_n \text{ bis } \lambda_{n+1}, d)$	< oder ≤	$Z_{ave,Un}$	$\tau_i, \tau, \tau_V, \alpha,$ E, D oder θ
^a Jede optische Eigenschaft kann gegebenenfalls für verschiedene Wellenlängenbereiche (oder Wellenzahlbereiche) und/oder verschiedene einzelne Wellenlängen (oder Wellenzahlen) spezifiziert werden, wenn notwendig. ^b Der Pfeil $\rightarrow$ weist auf eine lineare Änderung der Toleranzgrenze vom Wert Z_{Ln} bei λ_n zu Wert Z_{Ln+1} bei λ_{n+1} (bzw. vom Wert Z_{Un} bei λ_n zu Wert Z_{Un+1} bei λ_{n+1}) hin.						

5.2.2 Regeln für die Kantenwellenlänge und des Maximaltransmissionsgrades

Die Kantenwellenlänge $\lambda_{i0,5}$ oder des Maximaltransmissionsgrades muss zusammen mit den zulässigen Abweichungen $\Delta\lambda_1$ und $\Delta\lambda_2$ angegeben werden.

$$\lambda_{i0,5}(d) = \lambda_{-\Delta\lambda_2}^{+\Delta\lambda_1} \quad (13)$$

$$\lambda_{\tau_{i\max}}(d) = \lambda_{-\Delta\lambda_2}^{+\Delta\lambda_1} \quad (14)$$

Wenn $\Delta\lambda_1 = \Delta\lambda_2 = \Delta\lambda$ dann vereinfacht sich die Gleichung zu

$$\lambda_{i0,5}(d) = \lambda \pm \Delta\lambda \quad (15)$$

$$\lambda_{\tau_{i\max}}(d) = \lambda \pm \Delta\lambda \quad (16)$$

Numerisches Beispiel $\lambda_{i0,5}(3 \text{ mm}) = 570 \text{ nm}_{-9 \text{ nm}}^{+6 \text{ nm}}$

Wenn mehr als eine Kantenlage definiert wird, können die Kantenlagen durch hochgestellte Striche voneinander unterschieden werden. Hierbei hat die Kantenlage mit der kürzesten Wellenlänge nur einen hochgestellten Strich; die Kantenlage mit der nächsten längeren Wellenlänge zwei hochgestellte Striche, und so fort.

$$\lambda'_{i0,5} = 570 \text{ nm} \pm 6 \text{ nm}$$

$$\lambda''_{i0,5} = 1\,200 \text{ nm} \pm 8 \text{ nm}$$

$$\lambda'''_{i0,5} = 2\,800 \text{ nm} \pm 26 \text{ nm}$$

Tabelle 3 listet einige numerische Beispiele auf.