

	DIN ISO 9211-2	
ICS 37.020	Entwurf	Einsprüche bis 2024-09-26 Vorgesehen als Ersatz für DIN ISO 9211-2:2012-11
Optik und Photonik – Optische Schichten – Teil 2: Optische Eigenschaften (ISO 9211-2:2024); Text Deutsch und Englisch Optics and photonics – Optical coatings – Part 2: Optical properties (ISO 9211-2:2024); Text in German and English Optique et photonique – Traitements optiques – Partie 2: Propriétés optiques (ISO 9211-2:2024); Texte en allemand et anglaise Anwendungswarnvermerk Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-07-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil das beabsichtigte Dokument 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. Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 46 Seiten DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)		

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	5
Vorwort	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Zu spezifizierende optische Eigenschaften	8
5 Messbedingungen	8
6 Numerische Spezifikation und graphische Darstellung von spektralen Merkmalen	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Regeln für die numerische Spezifikation von spektralen Merkmalen	9
6.3 Regeln für die grafische Darstellung von spektralen Merkmalen	11
6.4 Grafische Darstellung von wichtigen optischen Funktionen	11
6.4.1 Allgemeines	11
6.4.2 Reflektierende Funktion (RE)	12
6.4.3 Reflexionsmindernde Funktion (AR)	12
6.4.4 Strahlteilende Funktion (BS)	13
6.4.5 Abschwächende Funktion (AT)	14
6.4.6 Filternde Funktion (FI)	15
6.4.7 Spektralteilende oder -vereinigende Funktion (SC)	17
6.4.8 Polarisierende Funktion (PO)	19
6.4.9 Phasenändernde Funktion (PC)	20
6.4.10 Absorbierende Funktion (AB)	21
Anhang A (normativ) Ergänzende Begriffe und Definitionen von filternden und spektralteilenden Funktionen	23
A.1 Filternde Funktion vom Typ Bandpass	23
A.2 Spektralteilenden Funktion vom Typ Langpass und Kurzpass	24

Bilder

Bild 1 — Reflektierende Funktion	12
Bild 2 — Reflexionsmindernde Funktion	13
Bild 3 — Strahlteilende Funktion	14
Bild 4 — Abschwächende Funktion	15
Bild 5 — Filternde Funktion vom Typ Bandpass	16
Bild 6 — Filternde Funktion vom Typ Bandsperrfilter	17
Bild 7 — Filternde Funktion vom Typ Langpass	18
Bild 8 — Filternde Funktion vom Typ Kurzpass	19
Bild 9 — Polarisierende Funktion	20
Bild 10 — Phasenändernde Funktion	21
Bild 11 — Absorbierende Funktion	22
Bild A.1 — Filternde Funktion (Bandpass, τ_M wird benutzt)	24
Bild A.2 — Spektralteilende Funktion (als Beispiel ein Langpass, τ_A wird benutzt)	25

Tabellen

Tabelle 1 — Formalismus für die numerische Spezifikation von spektralen Merkmalen	10
---	----

Tabelle 2 — Numerische Beispiele 11

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 9211-2:2024, die vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and photonics“, Unterkomitee ISO/TC 172/SC 3 „Optical materials and components“ erarbeitet wurde, dessen Sekretariat von JISC (Japan) gehalten wird.

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

DIN ISO 9211 besteht unter dem allgemeinen Titel *Optik und Photonik — Optische Schichten* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Begriffe
- Teil 2: Optische Eigenschaften
- Teil 3: Umweltbeständigkeit
- Teil 4: Spezifische Prüfmethoden
- Teil 5: Mindestanforderungen an reflexionsmindernde Schichten
- Teil 6: Mindestanforderungen an reflexionserhöhende Schichten
- Teil 7: Mindestanforderungen an Neutralteilerschichten
- Teil 8: Mindestanforderungen an Schichten für Laseranwendungen

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

ISO 9211-1 siehe DIN ISO 9211-1

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 ISO 9211-2:2012-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen angepasst;
- b) zusätzliche Symbole (T, R und A) für Transmissionsgrad, Reflexionsgrad und Absorptionsgrad hinzugefügt;
- c) Definitionen für gemittelte spektrale Eigenschaften hinzugefügt;
- d) für die Wellenlänge wird die Standardeinheit „nm“ festgelegt;
- e) mehr Beispiele hinzugefügt;
- f) Text aus Gründen der Klarheit hinzugefügt und geändert;
- g) die Verwendung der Symbole im Anhang A wurde verallgemeinert.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

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

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (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 Normungsthemen 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).

ISO weist auf die Möglichkeit hin, dass die Anwendung dieses Dokuments mit der Verwendung eines oder mehrerer Patente verbunden sein kann. ISO bezieht jedoch in dieser Hinsicht keinerlei Stellung bezüglich Nachweis, Gültigkeit oder Anwendbarkeit jeglicher beanspruchten Patentrechte. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments lag ISO keine Mitteilung über ein Patent bzw. mehrere Patente vor, welche/s zur Umsetzung dieses Dokuments erforderlich sein könnte/n. Anwender werden jedoch darauf hingewiesen, dass dies möglicherweise nicht der aktuelle Informationsstand ist. Dieser kann jedoch der Patentdatenbank unter www.iso.org/patents entnommen werden. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 9211-2:2010), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- zusätzliche Symbole (T, R und A) für Transmissionsgrad, Reflexionsgrad und Absorptionsgrad hinzugefügt;
- Definitionen für gemittelte spektrale Eigenschaften hinzugefügt;
- für die Wellenlänge wird die Standardeinheit „nm“ festgelegt;
- mehr Beispiele hinzugefügt;
- Text aus Gründen der Klarheit hinzugefügt und geändert;
- die Verwendung der Symbole im Anhang A wurde verallgemeinert.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 9211 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

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

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt fest, wie optische Eigenschaften von Schichten spezifiziert und ihre spektrale Charakteristik graphisch in der Normenreihe ISO 9211 dargestellt werden, welche damit die Spezifikation von optischen Schichten mit Ausnahme von ophtalmischen Optiken (Brillengläsern) definiert. Es legt die allgemeinen Merkmale und die Prüf- und Messverfahren fest, wann immer sie notwendig sind, betrifft aber nicht die Herstellungsverfahren.

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*

ISO 15368, *Optics and photonics — Measurement of reflectance of plane surfaces and transmittance of plane parallel elements*¹

ISO 19962, *Optics and photonics — Spectroscopic measurement methods for integrated scattering by plane parallel optical elements*

3 Begriffe

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

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

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

4 Zu spezifizierende optische Eigenschaften

Um die optischen Eigenschaften zu spezifizieren, müssen die Brechwerte des Einfallsmittels und des Ausfallsmittels angegeben werden. Der Polarisationszustand der einfallenden Strahlung muss ebenfalls angegeben werden, wenn der Einfallswinkel, θ , ungleich null ist oder ein Bereich von Einfallswinkeln definiert wurde. Werden keine Angaben über die Polarisation gemacht, ist unpolarisierte Strahlung anzunehmen.

Die optischen Eigenschaften $\tau(\lambda)$, $\rho(\lambda)$, $\alpha(\lambda)$, (oder alternativ $T(\lambda)$, $R(\lambda)$ und $A(\lambda)$) $D(\lambda)$ und $\Delta\Phi(\lambda)$ einer Beschichtung müssen mit Hilfe des Formalismus, der in 6.2 definiert und erklärt wird, spezifiziert werden, um eine umfassende Beschreibung einer Beschichtung in Bezug auf den minimalen Parametersatz optischer Eigenschaften zu geben. Andere optische Eigenschaften wie Streuung oder farbmétrische Parameter usw. müssen gegebenenfalls Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Lieferant und Kunde sein.

Wenn die optischen Eigenschaften der Beschichtung bei einer bestimmten Temperatur oder in einem Temperaturbereich erreicht werden müssen, muss dies in einer Anmerkung angegeben werden.

5 Messbedingungen

Die Messbedingungen für die spektralfotometrische Charakterisierung müssen nach ISO 15368, ISO 19962 oder einer entsprechenden Methode sein. Diese Bedingungen hängen vom Messverfahren und den verwendeten Geräten ab, einschließlich des Einfallswinkels, des Polarisationszustandes, des Spektralbereiches, der

Bandbreite des Messstrahls, usw. und müssen mit hinreichender Ausführlichkeit dokumentiert werden, um die Nachvollziehbarkeit der Messung zu ermöglichen.

6 Numerische Spezifikation und graphische Darstellung von spektralen Merkmalen

6.1 Allgemeines

Dieses Dokument legt die Regeln für die spektralfotometrische Charakterisierung von optischen Schichten fest. Wenn für die Wellenlänge keine Einheiten angegeben sind, dann wird Nanometer als Einheit angenommen. Die Grenzen für τ , ρ und α sind dimensionslos.

6.2 Regeln für die numerische Spezifikation von spektralen Merkmalen

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) < oder $\leq$ (obere Grenze).

Wenn sowohl eine untere Grenze als auch eine obere Grenze verwendet wird, dann wird die Untergrenze immer zuerst genannt. Wenn eine bestimmte Schrittweite für die Wellenlänge benutzt werden muss, dann muss dies in einer Anmerkung spezifiziert werden.

BEISPIEL 1 $0,85 < \rho(380 \text{ nm bis } 450 \text{ nm}, 45^\circ) < 0,95$

Der Index “ave” oder “avg” wird verwendet, um den Mittelwert einer spektralen Eigenschaft über einem Spektralbereich zu beschreiben. Wird kein Index verwendet, so muss die optische Eigenschaft die Anforderung für jede Wellenlänge im spezifizierten Spektralbereich erfüllen.

BEISPIEL 2 $1,9 \leq D_{\text{ave}}(350 \text{ nm bis } 1\,100 \text{ nm}) \leq 2,1$

Wenn ein Winkelbereich angegeben wird, dann muss die spektrale Charakteristik die Anforderung über alle angegebenen Winkel erfüllen. Wenn eine bestimmte Schrittweite für die Winkel benutzt werden muss, dann muss dies in einer Anmerkung spezifiziert werden.

BEISPIEL 3 $0,45 \leq \tau(1,064 \mu\text{m}, 35^\circ \text{ bis } 55^\circ) < 0,65$

Die Ungleichung kann aus nur zwei Ausdrücken bestehen, wenn die spektrale optische Eigenschaft nur einseitig begrenzt werden soll. Wenn für den Wellenlängenbereich keine Einheiten angegeben sind, dann wird Nanometer als Einheit angenommen.

BEISPIEL 4 $R(400 \text{ to } 700, 0^\circ \text{ bis } 35^\circ) \leq 0,02$

Wenn nur eine Untergrenze benutzt wird, dann kann der Vergleichsoperator zur Verdeutlichung umgekehrt werden.

BEISPIEL 5 $\tau_{\text{avg}}(0,4 \mu\text{m bis } 0,65 \mu\text{m}) \geq 0,98$

Wenn ein Winkelbereich zusammen mit dem Mittelwert einer spektralen Eigenschaft angegeben wird, dann muss der Mittelwert der spektralen Charakteristik die Anforderung über alle Winkel erfüllen. Wenn gemeint ist, dass die spektrale Eigenschaft sowohl über die Wellenlänge als auch den Winkel gemittelt werden muss, dann muss dies in einer Anmerkung angegeben werden.

BEISPIEL 6 $R_{\text{ave}}(0,38 \mu\text{m bis } 0,95 \mu\text{m}, 0^\circ \text{ bis } 10^\circ) \leq 0,04$

Ein Pfeil ($\rightarrow$) wird benutzt, um eine lineare Änderung der Spezifikation über den angegebenen Spektralbereich anzugeben.

BEISPIEL 7 $0,75 \rightarrow 0,60 < \alpha(700 \text{ nm bis } 1\,100 \text{ nm}) < 0,90 \rightarrow 0,75$

Tabelle 1 enthält eine schematische Darstellung der Elemente, die für die numerische Spezifikation von spektralen Merkmalen notwendig sind, wobei (der Großbuchstabe) Z die optische Eigenschaft der Beschichtung wie τ , ρ usw. meint, und (der Kleinbuchstabe) z die untere oder obere Grenze von Z meint. Eine Beschichtung kann mehr als eine spektrale Anforderung haben. Spezifische Beispiele für einige übliche Beschichtungstypen sind in Tabelle 2 sind aufgeführt.

Tabelle 1 — Formalismus für die numerische Spezifikation von spektralen Merkmalen

Untergrenze (tiefgestelltes L) $i = 1, 2, \dots$	Vergleichssymbol	Spektrale optische Eigenschaft	Wellenlängenbereich (oder Wellenzahlenbereich) oder einzelne Wellenlänge (oder Wellenzahl), Einfallswinkel ^a $i = 1, 2, \dots$	Vergleichssymbol	Obergrenze (tiefgestelltes U) $i = 1, 2, \dots$	Z steht für eines von
z_{Li}	< oder $\leq$	Z	$(\lambda_i \text{ bis } \lambda_{i+1}, \theta)$ oder (λ_i, θ)	< oder $\leq$	z_{Ui}	$\tau, \rho, \alpha, D,$ $\Delta\Phi$ oder $\delta\Phi$
$z_{Li} \rightarrow z_{Li+1}$ ^b	< oder $\leq$	Z	$(\lambda_i \text{ bis } \lambda_{i+1}, \theta)$	< oder $\leq$	$z_{Ui} \rightarrow z_{Ui+1}$ ^b	$\tau, \rho, \alpha, D,$ $\Delta\Phi$ oder $\delta\Phi$
$z_{ave,Li}$	< oder $\leq$	Z_{ave}	$(\lambda_i \text{ bis } \lambda_{i+1}, \theta)$	< oder $\leq$	$z_{ave,Ui}$	$\tau, \rho, \alpha, D,$ $\Delta\Phi$ oder $\delta\Phi$
$z_{s,Li}$	< oder $\leq$	Z_s	$(\lambda_i \text{ bis } \lambda_{i+1}, \theta)$ oder (λ_i, θ)	< oder $\leq$	$z_{s,Ui}$	τ, ρ, α oder D
$z_{s,ave,Li}$	< oder $\leq$	$Z_{s,ave}$	$(\lambda_i \text{ bis } \lambda_{i+1}, \theta)$	< oder $\leq$	$z_{s,ave,Ui}$	τ, ρ, α oder D
$z_{p,Li}$	< oder $\leq$	Z_p	$(\lambda_i \text{ bis } \lambda_{i+1}, \theta)$ oder (λ_i, θ)	< oder $\leq$	$z_{p,Ui}$	τ, ρ, α oder D
$z_{p,ave,Li}$	< oder $\leq$	$Z_{p,ave}$	$(\lambda_i \text{ bis } \lambda_{i+1}, \theta)$	< oder $\leq$	$z_{p,ave,Ui}$	τ, ρ, α oder D
^a Jede optische Eigenschaft kann, wenn notwendig, für verschiedene Wellenlängenbereiche (oder Wellenzahlbereiche) und/oder verschiedene einzelne Wellenlängen (oder Wellenzahlen) spezifiziert werden. Wenn der Einfallswinkel θ nicht ausdrücklich angegeben ist, wird ein Winkel von 0° angenommen. Für einige Anwendungen kann für den Einfallswinkel ein Bereich (θ_1 bis θ_2) statt eines einzelnen Winkels spezifiziert werden. Wenn ein Einfallswinkelbereich spezifiziert wird, dann muss die spektrale Anforderung für alle angegebenen Winkel erfüllt werden. Wenn ein Einfallswinkel θ ungleich 0° oder ein Winkelbereich gegeben ist, aber weder S- noch P-Polarisation definiert sind, wird die Strahlung als unpolarisiert angenommen.						
^b Der Pfeil $\rightarrow$ weist auf eine lineare Änderung der Toleranzgrenze vom Wert z_{Li} bei λ_i zum Wert z_{Li+1} bei λ_{i+1} (bzw. vom Wert z_{Ui} bei λ_i zum Wert z_{Ui+1} bei λ_{i+1}) hin.						

Tabelle 2 — Numerische Beispiele

Kurzbezeichnung ^a	Spektrale Merkmale (numerische Spezifikation)
AB	$0,75 \rightarrow 0,60 < \alpha \text{ (500 nm bis 600 nm)} < 0,90 \rightarrow 0,75$
RE	$\rho \text{ (400 nm bis 700 nm)} > 0,98$ $\rho_{\text{ave}} \text{ (400 nm bis 700 nm)} \geq 0,995$
FI-BP	$0,85 \leq \tau \text{ (535 nm bis 565 nm)} \leq 0,95$ $\tau \text{ (400 nm bis 515 nm)} < 0,05$ $\tau \text{ (585 nm bis 720 nm)} < 0,15$
PC	$89^\circ \leq \Delta\Phi \text{ (10,6 } \mu\text{m, } 45^\circ) \leq 91^\circ$ $\rho \text{ (10,6 } \mu\text{m, } 45^\circ) > 0,97$
PO	$\rho_s \text{ (450 nm bis 650 nm, } 45^\circ) > 0,95$ $\rho_p \text{ (450 nm bis 650 nm, } 45^\circ) < 0,05$
^a Die Kurzbezeichnungen werden in ISO 9211-1:2010 definiert.	

6.3 Regeln für die grafische Darstellung von spektralen Merkmalen

6.3.1 Die spektralfotometrische Beschreibung/Charakterisierung besteht in der Angabe der folgenden Größen in einer graphischen Darstellung:

- auf der Abszisse ist der Spektralbereich dargestellt, in dem das Merkmal als Funktion der Wellenlänge λ in Nanometern oder Mikrometern oder der Wellenzahl σ in reziproken Zentimetern spezifiziert ist;
- auf der Ordinate ist der Wert der einzelnen optischen Eigenschaft (τ , ρ , α , D oder $\Delta\Phi$) dargestellt.

6.3.2 Die oberen und/oder unteren Toleranzgrenzen (bezeichnet mit den tiefgestellten Indizes U für „upper“ bzw. L für „lower“), innerhalb derer sich die spektralen Charakteristiken befinden müssen, sind in der Grafik mit schraffierten Flächen außerhalb des Toleranzbandes zu kennzeichnen. Eine Alternative ist die Markierung mit Dreiecken ($\blacktriangle$ für die untere Toleranzgrenze und $\blacktriangledown$ für die obere Toleranzgrenze) an einem oder beiden Enden des entsprechenden Toleranzbandes. Diese Art des Markierens eignet sich besonders für Toleranzgrenzen bei definierten Einzelwellenlängen. Wenn Mittelwerte spezifiziert sind, müssen diese als Text in der Grafik angegeben werden, z. B. $\tau_{\text{ave,L}} < \tau_{\text{ave}} (\lambda_1 \text{ bis } \lambda_2) < \tau_{\text{ave,U}}$.

6.3.3 Für den Fall, dass die Beschichtung in verschiedenen Spektralbereichen eingesetzt wird, darf die Beschreibung der spektralen Charakteristik in diesen unterschiedlichen Bereichen auf derselben Darstellung erscheinen. Die Verwendung von verschiedenen Skalen ist, falls notwendig, erlaubt.

6.4 Grafische Darstellung von wichtigen optischen Funktionen

6.4.1 Allgemeines

Die folgenden grafischen Darstellungen von wichtigen optischen Funktionen müssen für Spezifikationen und für Messungen verwendet werden. Falls zweckmäßig, können spezifizierte und gemessene obere, untere und/oder gemittelte Werte in derselben grafischen Darstellung kombiniert werden. Die Kurven, die Grenzen und die numerischen Werte, die in den folgenden Diagrammen gezeigt werden, sind nur illustrierende Beispiele. Sie sind nicht als typisch oder als Richt- und Grenzwerte zu verstehen.

Eine Kombination von optischen Eigenschaften, z. B. τ und ρ , kann in der gleichen grafischen Darstellung gezeigt werden. Siehe hierzu als Beispiel die grafische Darstellung der strahlteilenden Funktion.

6.4.2 Reflektierende Funktion (RE)

Die reflektierende Funktion muss durch die untere Toleranzgrenze ρ_L des spektralen Reflexionsgrades beschrieben werden. Falls notwendig, sollte die obere Toleranzgrenze ρ_U auch angegeben werden, siehe Bild 1.

Allgemeine Bezeichnung:

RE $\rho(\lambda_{2i-1} \text{ bis } \lambda_{2i}, \theta) > \rho_i, \dots; i = 1, 2, \dots$

Numerisches Beispiel:

RE $\rho(400 \text{ nm bis } 700 \text{ nm}, 25^\circ \text{ bis } 35^\circ) > 0,98$
 $\rho(730 \text{ nm bis } 770 \text{ nm}, 25^\circ \text{ bis } 35^\circ) > 0,96$
 $\rho_{\text{ave}}(400 \text{ nm bis } 700 \text{ nm}, 25^\circ \text{ bis } 35^\circ) > 0,995$

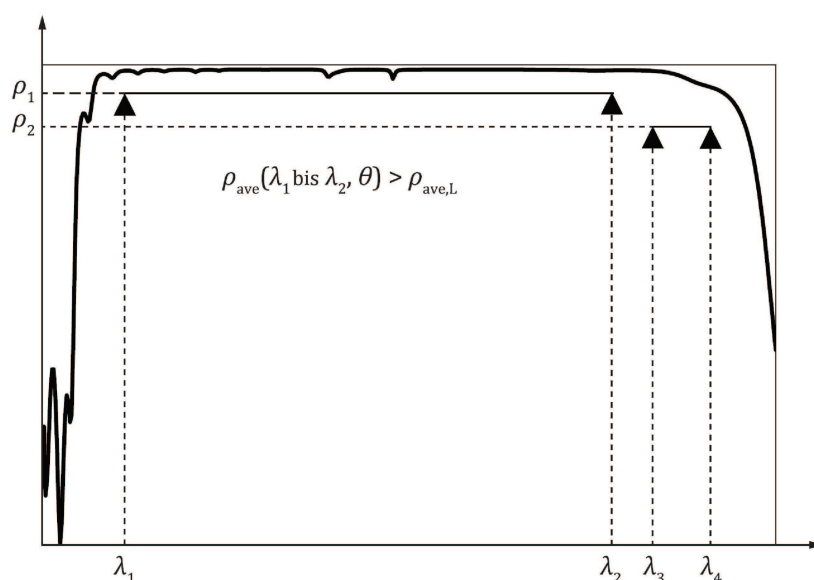


Bild 1 — Reflektierende Funktion

6.4.3 Reflexionsmindernde Funktion (AR)

Die reflexionsmindernde Funktion muss durch die obere Toleranzgrenze ρ_U des spektralen Reflexionsgrades beschrieben werden. Falls notwendig, kann der Transmissionsgrad mit der unteren Toleranzgrenze τ_L angegeben werden, siehe Bild 2.

Allgemeine Bezeichnung:

AR $\rho(\lambda_i \text{ bis } \lambda_{i+1}, \theta) < \rho_i [\rightarrow \rho_{i+1}], \dots; i = 1, 2, \dots$

Numerisches Beispiel:

AR $\rho(410 \text{ nm bis } 420 \text{ nm}, 0^\circ \text{ bis } 30^\circ) < 0,01 \rightarrow 0,005$
 $\rho(420 \text{ nm bis } 600 \text{ nm}, 0^\circ \text{ bis } 30^\circ) < 0,005$
 $\rho(600 \text{ nm bis } 640 \text{ nm}, 0^\circ \text{ bis } 30^\circ) < 0,005 \rightarrow 0,015$
 $\rho(905 \text{ nm}, 0^\circ \text{ bis } 30^\circ) < 0,01$

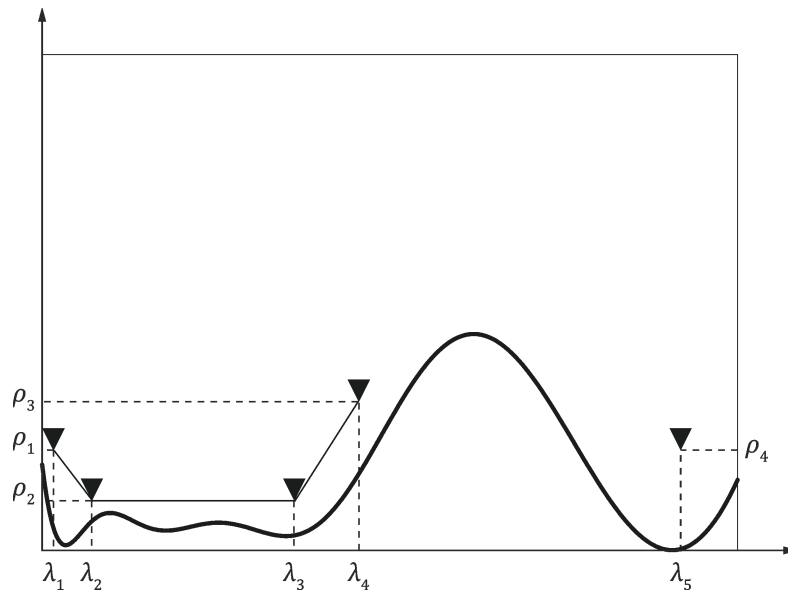


Bild 2 — Reflexionsmindernde Funktion

6.4.4 Strahlteilende Funktion (BS)

Die strahlteilende Funktion muss durch die oberen und unteren Toleranzgrenzen ($\tau_U, \tau_L, \rho_L, \rho_U$) des spektralen Transmissions- und Reflexionsgrades beschrieben werden, siehe Bild 3. Diese beiden Darstellungen können auch in getrennten Grafiken angegeben werden.

Allgemeine Bezeichnung:

$$\begin{aligned} \text{BS} \quad & \tau_{Li} < \tau (\lambda_{2i-1} \text{ bis } \lambda_{2i}, \theta) < \tau_{Ui}, \dots, \\ & \rho_{Li} < \rho (\lambda_{2i-1} \text{ bis } \lambda_{2i}, \theta) < \rho_{Ui}, \dots; i = 1, 2, \dots \end{aligned}$$

Numerisches Beispiel:

$$\begin{aligned} \text{BS} \quad & 0,25 < \tau (0,4 \mu\text{m} \text{ bis } 0,7 \mu\text{m}, 40^\circ \text{ bis } 50^\circ) < 0,35 \\ & 0,45 < \tau (0,9 \mu\text{m}, 40^\circ \text{ bis } 50^\circ) < 0,55 \\ & 0,65 < \rho (0,4 \mu\text{m} \text{ bis } 0,7 \mu\text{m}, 40^\circ \text{ bis } 50^\circ) < 0,75 \end{aligned}$$

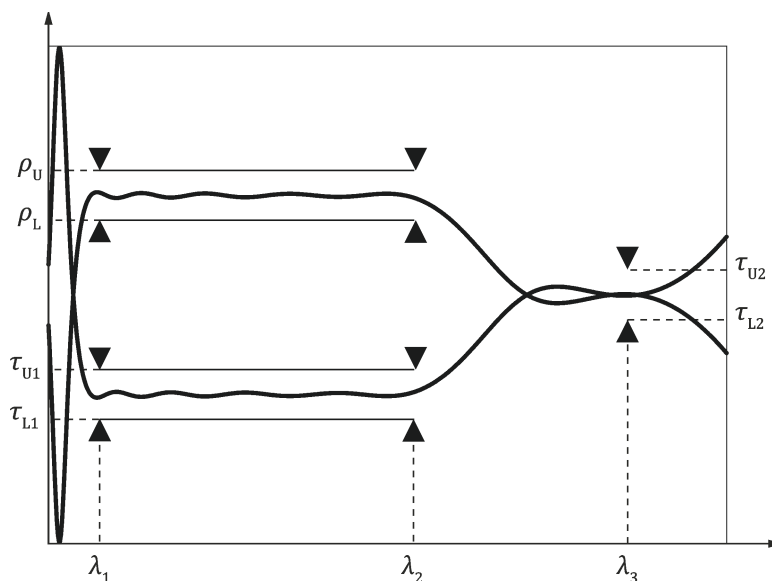


Bild 3 — Strahlteilende Funktion

6.4.5 Abschwächende Funktion (AT)

Die abschwächende Funktion muss durch ihre oberen und unteren Toleranzgrenzen (τ_U , τ_L) des spektralen Transmissionsgrades oder der optischen Dichte (D_U , D_L) beschrieben werden, siehe Bild 4.

ANMERKUNG Die spektrale optische Dichte ergibt sich aus dem Transmissionsgrad über die Beziehung $D(\lambda) = -\log \tau(\lambda)$.

Allgemeine Bezeichnung:

AT $D_{Li} < D(\lambda_{2i-1} \text{ bis } \lambda_{2i}, \theta) < D_{Ui}, \dots; i = 1, 2, \dots$

Numerisches Beispiel:

AT $D(400 \text{ nm bis } 700 \text{ nm}, 5^\circ) < 0,1$
 $3,0 < D(905 \text{ nm}, 5^\circ) < 3,5$