

DIN ISO 10110-18



ICS 01.100.30; 37.020

Entwurf

Einsprüche bis 2017-10-04
 Vorgesehen als Ersatz für
 DIN ISO 10110-2:2000-02,
 DIN ISO 10110-3:2000-02 und
 DIN ISO 10110-4:2000-02

**Optik und Photonik –
 Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme –
 Teil 18: Materialunvollkommenheiten – Spannungsdoppelbrechung,
 Blasen und Einschlüsse, und Homogenität und Schlieren
 (ISO/DIS 10110-18:2017);
 Text Deutsch und Englisch**

Optics and photonics –
 Preparation of drawings for optical elements and systems –
 Part 18: Material imperfections – Stress birefringence, bubbles and inclusions, and
 homogeneity and striae (ISO/DIS 10110-18:2017);
 Text in German and English

Optique et photonique –
 Indication sur les dessins pour éléments et systèmes optiques –
 Partie 18: Imperfections du matériau – Biréfringence sous contrainte, bulles et inclusions, et
 homogénéité et stries (ISO/DIS 10110-18:2017);
 Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-08-04 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 59 Seiten

DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)
 DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

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 Terminologie für Spannungsdoppelbrechung.....	8
3.2 Terminologie für Blasen und Einschlüsse	9
3.3 Terminologie für Homogenität und Schlieren.....	9
4 Spezifikation von Rohmaterialien.....	9
5 Spannungsdoppelbrechung.....	9
5.1 Prinzip der Spezifikation.....	9
5.2 Angaben auf Zeichnungen	10
5.2.1 Kodenummern.....	10
5.2.2 Struktur der Angabe	10
5.3 Beispiele für Angaben von Spannungsdoppelbrechung	10
6 Blasen und Einschlüsse	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Prinzip der Spezifikation.....	10
6.3 Angaben auf Zeichnungen	11
6.3.1 Kodenummern.....	11
6.3.2 Struktur der Angabe	11
6.4 Häufungsregel.....	12
6.5 Häufungsregel.....	12
6.6 Beispiele für Angaben von Blasen	12
7 Homogenität und Schlieren	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Angaben in Zeichnungen.....	13
7.2.1 Kodenummern.....	13
7.2.2 Struktur der Angabe	13
7.3 Homogenität.....	13
7.3.1 Prinzip der Spezifikation.....	13
7.3.2 Qualitätsklassen.....	13
7.3.3 Fokus-Term.....	14
7.4 Schlieren	14
7.4.1 Prinzipien der Spezifikation.....	14
7.4.2 Dichteklassen für Schlieren.....	14
7.4.3 Wellenfrontabweichungsklassen für Schlieren	15
7.4.4 Vergleich von Schlierenklassen für fertige Teile und optisches Rohmaterial	15
7.4.5 Mehrere orthogonale Richtungen	16
7.5 Beispiele für Angaben für Homogenität und Schlieren	16
8 Angaben für „ohne Anforderungen“ oder „Standard“	16

9	Angaben auf Zeichnungen	17
9.1	Tabellenfeld.....	17
9.2	Zeichnungsfeld	17
10	Angaben für andere optische Materialtoleranzen	17
11	Beispiele für Angaben auf Zeichnungen.....	17
11.1	Beispiel 1: Rohmaterialeigenschaften auf dem Zeichenbereich.....	17
11.2	Beispiel 2: Blasenspezifikation für fertige Teile.....	18
11.3	Beispiel 3: Fertiges Teil, alle drei Eigenschaften	18
11.4	Beispiel 4: Beispiel für Tabellenform	19
	Anhang A (informativ) Qualitätsstufen oder -klassen für optisches Glas	20
	Anhang B (informativ) Optische Spannungskonstante und Spannungsdoppelbrechung	21
	Anhang C (informativ) Leitfaden für Spannungsdoppelbrechung in optischem Glas.....	22
	Anhang D (informativ) Leitfaden für Blasenstufen in optischem Glas	24
	Anhang E (informativ) Leitfaden für Homogenität in optischem Glas.....	27
	Anhang F (informativ) Leitfaden für Schlieren in optischem Glas.....	29
	Literaturhinweise.....	31

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (ISO/DIS 10110-18:2017) wurde vom ISO/TC 172/SC 1 „Fundamental standards“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) unter Beteiligung deutscher Experten ausgearbeitet.

Im DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) ist hierfür der Arbeitskreis NA 027-01-02-02 AK „Zeichnungen für die Optik“ im Arbeitsausschuss NA 027-01-02 AA „Grundnormen der Optik“ zuständig.

Das internationale Dokument ISO/DIS 10110-18:2017 ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

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 ISO-Text.

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

ISO 10110-1	siehe	DIN ISO 10110-1
ISO 10110-11	siehe	DIN ISO 10110-11
ISO 12123	siehe	DIN ISO 12123

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 10110-2:2000-02, DIN ISO 10110-3:2000-02 und DIN ISO 10110-4:2000-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Festlegen einer zusätzlichen Notation für die Kodenummer, um das Rohmaterial für ein fertiges Teil direkt zu spezifizieren;
- b) Ergänzung eines Verfahrens für Wellenfrontabweichung zur Spezifikation von Grenzen für zulässige Schlieren;
- c) Anpassung der Blasenhäufungsregel, um nur Blasen mit Maximalgröße einzubeziehen;
- d) Ergänzung einer multidirektionalen Notation zur Schlierenspezifikation;
- e) Ergänzung einer Notation für den Fokus-Term zur Homogenitätsspezifikation.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 10110-1, *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 1: Allgemeines*

DIN ISO 10110-11, *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 11: Allgemeintoleranzen für Werte ohne Toleranzangaben*

DIN ISO 12123, *Optik und Photonik — Spezifikation von optischem Rohglas*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees 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 Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen 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. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien 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 empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der WTO-Grundsätze zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument zuständige Komitee ist ISO/TC 172, *Optics and photonics*, Unterkomitee SC 1, *Fundamental standards*.

Diese erste Ausgabe ISO 10110-18 ersetzt ISO 10110-2:1996, ISO 10110-3:1996 und ISO 10110-4:1997. Diese Normen wurden mit folgenden technischen Änderungen überarbeitet:

- a) Festlegen einer zusätzlichen Notation für die Kodenummer, um das Rohmaterial für ein fertiges Teil direkt zu spezifizieren,
- b) Ergänzung eines Verfahrens für Wellenfrontabweichungen zur Spezifikation von Grenzen für zulässige Schlieren,
- c) Anpassung der Blasenhäufungsregel, um nur Blasen mit Maximalgröße einzubeziehen,
- d) Ergänzung einer multidirektionalen Notation zur Schlierenspezifikation und
- e) Ergänzung einer Notation für den Fokus-Term zur Homogenitätsspezifikation.

Eine Liste aller Teile der Normenreihe ISO 10110 kann der ISO-Webseite entnommen werden.

Einleitung

Materialunvollkommenheiten erfordern Toleranzen, da sie die Qualität eines optischen Teils herabsetzen können. In dieser Norm werden Notationen für Materialunvollkommenheiten in optischen Elementen bereitgestellt. Dies umfasst die Spezifikation einer Toleranz für Spannungsdoppelbrechung, Blasen und Einschlüsse, Inhomogenität (in diesem Dokument als Homogenität bezeichnet) und Schlieren. Sie enthält die Notationen und Stufen, die zuvor in ISO 10110-2, ISO 10110-3 und ISO 10110-4 beschrieben wurden, und bietet vollständige Rückwärtskompatibilität zu Zeichnungen, die mithilfe dieser Normen erstellt wurden.

Eine Norm zu Zeichnungsnotationen wie diese Norm zur Spezifikation aller Unvollkommenheiten optischer Materialien sollte alle üblichen Spezifikationsverfahren enthalten, um eine breite Übernahme und Anwendung zu ermöglichen. Bei einigen optischen Anwendungen sind Materialunvollkommenheiten im Endprodukt festgelegt, bei anderen sind Materialunvollkommenheiten in dem verwendeten Rohmaterial oder Rohteil spezifiziert oder vom Materiallieferanten zertifiziert. Selbst bei einem einzelnen Teil dürfen unterschiedliche Toleranzen spezifiziert und auf unterschiedliche Art überprüft werden. Es kann zum Beispiel wünschenswert sein, Blasen und Einschlüsse einer fertigen Dublettbaugruppe zusätzlich zur Spezifikation der einzelnen Elements zu spezifizieren und Materialzertifizierungen für Spannungsdoppelbrechung, Inhomogenität und Schlieren zu verlangen, die bei einem fertigen Teil oder einer fertigen Baugruppe viel schwieriger zu validieren sind.

Bei dieser Norm wurde großer Wert auf Flexibilität in der Notation gelegt, damit Materialien mit den sinnvollsten Mitteln für die entsprechende Anwendung spezifiziert werden können. In jedem Fall darf der Anwender entweder die Toleranz für Materialunvollkommenheiten des fertigen Teils mit den Notationen 0/, 1/ und 2/ oder die Qualität des bei der Herstellung des Teils verwendeten Rohteils mit den Notationen 00/, 01/ und 02/ verwenden. Wenn die Spezifikation für die fertige Baugruppe gelten soll, sind die Notationen 10/, 11/ und 12/ zu verwenden.

1 Anwendungsbereich

In der aus mehreren Teilen bestehenden Norm ISO 10110 wird ein Notationssystem festgelegt, um Entwicklungs- und funktionale Anforderungen für optische Elemente und optische Systeme in zur Herstellung und Prüfung verwendeten technischen Zeichnungen anzugeben.

In diesem Teil von ISO 10110 wird die Angabe von zulässigen Stufen für vier Unvollkommenheitsklassen innerhalb optischer Materialien festgelegt: Spannungsdoppelbrechung, Blasen und Einschlüsse, Homogenität und Schlieren.

Toleranzen dürfen entweder an einem fertigen optischen Teil, einem fertigen System aus optischen Teilen oder am zur Herstellung eines optischen Teils verwendeten Rohmaterial angewandt werden.

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 9802, *Raw optical glass — Vocabulary*

ISO 10110-1, *Optics and photonics — Preparation of drawings for optical elements and systems — Part 1: General*

ISO 10110-11, *Optics and photonics — Preparation of drawings for optical elements and systems — Part 11: Non-toleranced data*

ISO 12123, *Optics and photonics — Specification of raw optical glass*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

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

3.1 Terminologie für Spannungsdoppelbrechung

3.1.1

Doppelbrechung

Abweichung der Brechzahl, bei der die Richtung der Polarisierung innerhalb optischer Materialien berücksichtigt wird

3.1.2

Spannungsdoppelbrechung

durch mechanische Spannung verursachte Doppelbrechung innerhalb des optischen Materials

3.2 Terminologie für Blasen und Einschlüsse

3.2.1

Blase

gasförmiger Hohlraum im kompakten Material von üblicherweise kreisförmigem Querschnitt

3.2.2

Einschluss

lokale Unvollkommenheit in kompaktem Material, der unter anderem Blasen, Schlieren, Knoten, kleinen Steine, Sand und Kristalle umfasst

3.2.3

Stufenzahl einer Blase oder eines Einschlusses

numerisches Kennzeichen ohne Einheit, das von einem Wert in einer R5-Renard-Serie abgeleitet wird und die Quadratwurzel einer projizierten Fläche spezifiziert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Stufenzahl kann als äquivalenter Durchmesser verstanden werden, der der ungefähre Durchmesser des Kreises ist, der die spezifizierte Fläche umfasst. Der tatsächliche Durchmesser des Kreises ist beinahe 13 % größer als von der Stufenzahl angegeben, wenn Einheiten linearer Größen angehängt werden.

3.2.4

vernachlässigbare Blasen oder Einschlüsse

Blase oder Einschluss, die/der so klein ist, dass sie/er ignoriert werden kann; eine Blase oder ein Einschluss, deren/dessen Stufenzahl weniger als 16 % der maximal zulässigen Stufe beträgt

3.3 Terminologie für Homogenität und Schlieren

3.3.1

Homogenität

graduelle Abweichung der Brechzahl innerhalb des optischen Materialsstücks

3.3.2

Schlieren

kleine räumliche Abweichung der Brechzahl mit typischer räumlicher Ausdehnung von weniger als einem Millimeter bis zu mehreren Millimetern

4 Spezifikation von Rohmaterialien

Durch Voranstellen der Ziffer „0“ vor jeder der Kodenummern, z. B. 00/, 01/ oder 02/ statt 0/, 1/ oder 2/, darf der Entwickler die Spezifikation für das Rohmaterial statt für das fertige Teil vorschreiben. Das muss bedeuten, dass die Zertifizierung des zur Herstellung des Teils verwendeten Rohmaterials als Nachweis dafür akzeptiert wird, dass das entsprechende Teil der Spezifikation entspricht.

5 Spannungsdoppelbrechung

5.1 Prinzip der Spezifikation

Spannungsdoppelbrechung ist die optische Weglängendifferenz (OPD) in Nanometern zwischen orthogonalen Polarisationssebenen eines Lichtstrahls beim Durchdringen des Materials von einem Zentimeter (Nanometer/Zentimeter).

5.2 Angaben auf Zeichnungen

5.2.1 Kodenummern

Die Kodenummer für Spannungsdoppelbrechung im fertigen Teil ist „0/“. Die Kodenummer für Spannungsdoppelbrechung im Rohmaterial ist „00/“ und in einer fertigen Baugruppe „10/“.

5.2.2 Struktur der Angabe

0/A oder 00/A oder 10/A

Dabei ist

A die maximal erlaubte OPD in nm/cm.

5.3 Beispiele für Angaben von Spannungsdoppelbrechung

BEISPIEL 1 0/2

Die erlaubte Spannungsdoppelbrechung im Endteil muss 2 nm/cm oder weniger betragen.

BEISPIEL 2 00/20

Die zertifizierte Spannungsdoppelbrechung des zur Herstellung des Teils verwendeten Rohmaterials muss 20 nm/cm oder weniger betragen.

BEISPIEL 3 10/20

Die erlaubte Spannungsdoppelbrechung in einem Dublett muss nach dem Zusammenbau 20 nm/cm oder weniger betragen.

6 Blasen und Einschlüsse

6.1 Allgemeines

Sofern nicht anders angegeben wird Blase als allgemeiner Begriff für Blasen und/oder Einschlüsse verwendet.

6.2 Prinzip der Spezifikation

Die Stufe der maximalen Größe einer zulässigen Blase ist zu spezifizieren. Die maximale Anzahl an Blasen der maximalen Stufe ist zu spezifizieren. Die von allen erlaubten Blasen abgedunkelte Gesamthäufungsfläche ist zu prüfen.

Normblasenstufen werden in Tabelle 1 festgelegt. Sie wurden durch Rundung der Werte einer Renard-Serie (R5) äquivalenter Durchmesser abgeleitet.

Tabelle 1 — Normblasenstufen

Stufenbezeichnung (keine Einheit)	Äquivalenter Durchmesser (Quadratwurzel der Fläche in mm ²)	Fläche (mm ²)
0,006 ^a	0,006 ^a	$3,60 \times 10^{-5} \text{ a}$
0,010 ^a	0,010 ^a	$1,00 \times 10^{-4} \text{ a}$
0,016 ^a	0,016 ^a	$2,6 \times 10^{-4} \text{ a}$
0,025 ^a	0,025 ^a	$6,25 \times 10^{-4} \text{ a}$
0,040	0,040	$1,60 \times 10^{-3}$
0,063	0,063	$3,97 \times 10^{-3}$
0,10	0,10	$1,00 \times 10^{-2}$
0,16	0,16	$2,56 \times 10^{-2}$
0,25	0,25	$6,25 \times 10^{-2}$
0,40	0,40	$1,60 \times 10^{-1}$
0,63	0,63	$3,97 \times 10^{-1}$
1,0	1,0	$1,00 \times 10^0$
1,6	1,6	$2,56 \times 10^0$
2,5	2,5	$6,25 \times 10^0$
4,0	4,0	$1,60 \times 10^1$
^a Blasen mit einem äquivalenten Durchmesser von weniger als 0,030 mm sind in der Regel für die Spezifikation von optischem Rohglas nicht relevant.		

6.3 Angaben auf Zeichnungen

6.3.1 Kodenummern

Die Kodenummer für Blasen und Einschlüsse im fertigen Teil ist „1/“. Die Kodenummer für Blasen und Einschlüsse im Rohmaterial ist „01/“. Die Kodenummer für Blasen und Einschlüsse in der gesamten fertigen Baugruppe ist „11/“.

6.3.2 Struktur der Angabe

$1/N \times A$ oder $01/ N \times A$ oder $11/ N \times A$

Dabei ist

- A die Stufenzahl der größten zulässigen Blase,
- N die maximale zulässige Anzahl an größten zulässigen Blasen und
- $\times$ das Multiplikationszeichen zur Trennung und Beziehung von N und A .

6.4 Häufungsregel

Die Summe der projizierten Flächen aller Blasen, welche kleiner oder gleich A und größer oder gleich $0,16 A$ sind, darf nicht größer sein als

$$N \times A^2$$

Dabei ist

N die maximale Anzahl an Blasen maximaler Größe, die in der Spezifikation angegeben ist und

A^2 das Quadrat der Stufenzahl der größten zulässigen Blase.

Eine höhere Anzahl von Blasen mit einer kleineren Stufenzahl ist nach der Häufungsregel erlaubt, dabei muss die Summe der Querschnittsflächen jedoch unter der von der angegebenen Spezifikation aufgestellten maximalen Gesamtflächengrenze bleiben.

6.5 Häufungsregel

Häufungen von Blasen sind nicht zulässig.

Eine Häufung liegt vor, wenn sich mehr als 20 % der Anzahl der Blasen mit erlaubter maximaler Stufe in 5 % des Prüfbereichs befinden. Wenn die Gesamtanzahl der erlaubten Blasen kleiner als zehn ist, dann entsprechen zwei oder mehr Blasen mit maximaler Stufe, die auf 5 % Teilbereich einer Oberfläche (mit einer Form ähnlich der des Prüfbereichs) entfallen, einer Häufung.

6.6 Beispiele für Angaben von Blasen

BEISPIEL 1 1/1×0,25

Die größte zulässige Stufenzahl jeder Blase im fertigen Teil muss 0,25 betragen. Die Summe der projizierten Flächen aller Blasen der Stufenzahl 0,25 oder kleiner und der Stufenzahl 0,04 – die 0,16 von 0,25 entspricht – oder größer muss $0,0625 \text{ mm}^2$ oder weniger betragen.

BEISPIEL 2 01/3×0,5

Die größte zulässige Stufenzahl jeder Blase im zur Herstellung des Teils verwendeten Rohmaterial muss 0,5 betragen. Die Summe der projizierten Flächen aller Blasen der Stufenzahl 0,5 oder kleiner und der Stufenzahl 0,08 – die 0,16 von 0,5 entspricht – oder größer muss $0,75 \text{ mm}^2$ oder weniger betragen.

BEISPIEL 3 11/1×0,25

Die größte zulässige Stufenzahl jeder Blase in der gesamten fertigen Baugruppe muss 0,25 betragen. Die Summe der projizierten Flächen aller Blasen der Stufenzahl 0,25 oder kleiner und der Stufenzahl 0,04 – die 0,16 von 0,25 entspricht – oder größer muss $0,0625 \text{ mm}^2$ oder weniger betragen.

7 Homogenität und Schlieren

7.1 Allgemeines

Die beiden unterschiedlichen Spezifikationen für zulässige Homogenitäts- und Schlierenunvollkommenheiten erscheinen unter derselben Kodenummer und werden durch ein Semikolon getrennt. Innerhalb der Angabe steht die Spezifikation für Homogenität vor der Spezifikation für Schlieren. Die Grundspezifikation darf mit einem Fokus-Term für Homogenität und einem multidirektionalen Term für Homogenität oder Schlieren geändert werden.

7.2 Angaben in Zeichnungen

7.2.1 Kodenummern

Die Kodenummer für Homogenität und Schlieren ist „2/“ für das fertige Teil, „02/“ für das zur Herstellung des fertigen Teils verwendete Rohmaterial oder „12/“ für eine fertige Baugruppe.

7.2.2 Struktur der Angabe

Grundstruktur der Angabe: 2/A; B für das fertige Teil. 02/A; B für das Rohmaterial. 12/A; B für das Rohmaterial. 12/A; B für die fertige Baugruppe.

Optionaler Fokus-Term, „-F“, zur Angabe von Homogenität hinzugefügt: 2/A-F; B für das fertige Teil. 02/A-F; B für das Rohmaterial. 12/A-F; B für die fertige Baugruppe.

Optionaler multidirektionaler Term, „×nDIM“, Term der Angabe von Homogenität oder Schlieren hinzugefügt: 2/A×nDIM; B×nDIM für das fertige Teil. 02/A×nDIM; B×nDIM für das Rohmaterial. 12/A×nDIM; B×nDIM für die fertige Baugruppe.

Dabei ist

- A eine Variable und mit der Spezifikation für Homogenität in Bezug auf die Qualitätsklasse zu ersetzen,
- B eine Variable und mit der Spezifikation für Schlieren in Bezug auf die Qualitätsklasse zu ersetzen,
- F keine Variable und gibt an, dass der Fokus-Term von der Wellenfrontkarte der Homogenität entfernt werden darf, und

×nDIM die Angabe, die die Variable *n* umfasst und angibt, dass die Spezifikation darin gilt.

7.3 Homogenität

7.3.1 Prinzip der Spezifikation

Das Maß der Homogenität ist als Differenz zwischen dem maximalem und dem minimalem Wert der Brechzahl festgelegt.

7.3.2 Qualitätsklassen

In diesem Dokument werden sechs Qualitätsklassen für Homogenität nach Tabelle 2 festgelegt.

Tabelle 2 — Die sechs Qualitätsklassen, die für die Spezifikation der Homogenität A verwendet werden dürfen (fertige Teile, fertige Baugruppen und/oder Rohmaterialien)

Frühere Klassenangabe	Neue Klassenangabe	Maximal zulässige Peak-to-Valley-Abweichung der Brechzahl (10 ⁻⁶)
0	nH100	100
1	nH40	40
2	nH10	10
3	nH4	4
4	nH2	2
5	nH1	1

Wenn der Entwickler eine Qualitätsklasse referenzieren möchte, ersetzt er in der Kodenummer A mit einer Klassenangabe aus Tabelle 1. Die alte Klassenangabe ist mit der vorherigen Norm ISO 10110-4 rückwärtskompatibel. Die neuen Klassenangaben sind ISO 12123 entnommen.

7.3.3 Fokus-Term

Des Weiteren darf der Entwickler die Spezifikation für Homogenität genauer festlegen, um den Fokus-Term auszuschließen, der mit einer Wellenfrontkarte der Homogenität erzeugt wird. Die Angabe „-F“ muss angehängt werden, um den Fokus-Term auszuschließen.

Besondere Sorgfalt ist anzuwenden bei der Fertigung eines Teils aus Rohmaterial welches die Homogenitätsspezifikation bei Ausschluss des Fokus-Terms bestanden hat.

7.4 Schlieren

7.4.1 Prinzipien der Spezifikation

Es sind zwei Verfahren zur Spezifikation von Schlieren erlaubt. Das erste Verfahren, die Spezifikation nach Dichte, ist das in der älteren Norm für Schlieren, ISO 10110-4, verwendete Verfahren. Das zweite Verfahren, die Spezifikation nach Wellenfrontabweichung, ist das in ISO 12123 beschriebene Verfahren.

7.4.2 Dichteklassen für Schlieren

Schlierenunvollkommenheiten in fertigen Teilen können durch die Dichte der Schlieren, die eine optische Weglängendifferenz von mindestens 30 nm verursachen, spezifiziert werden. Ihre Dichte wird in Bezug auf den prozentualen Flächenanteil des Prüfbereichs, den sie abdunkeln, gemessen.

Vier Klassen sind auf Grundlage der Dichte vorgegeben.

Die Spezifikation der maximalen Dichte ist für sehr schwache Schlieren nicht sinnvoll. Eine fünfte Klasse für höchste Qualitätsanforderungen wird durch die Spezifikation von Schlieren, die eine Weglängendifferenz von mindestens 30 nm verursachen, nicht eingeschränkt.

Die Klassen werden in Tabelle 3 festgelegt.

Tabelle 3 — Die fünf Dichteklassen, die für *B* in der Spezifikation für Schlieren für fertige Teile oder Baugruppen verwendet werden dürfen

Klassenangabe	Schlierendichte, die eine optische Weglängendifferenz von mindestens 30 nm verursacht (% des abgedunkelten Prüfbereichs)
1	≤ 10
2	≤ 5
3	≤ 2
4	≤ 1
5	extreme Schlierenfreiheit Die Beschränkung auf Schlieren, die 30 nm übersteigen, entfällt. Weitere Angaben sind in einer Anmerkung zu der Zeichnung zu machen.

Die Klassifizierung der Schlierendichte wird nicht von allen Herstellern unterstützt. Bei der Anwendung dieses Spezifikationsverfahrens sollte mit besonderer Sorgfalt vorgegangen werden.

7.4.3 Wellenfrontabweichungsklassen für Schlieren

Schlierentoleranzen werden in Bezug auf Wellenfrontabweichungen von 50 mm Materialweg festgelegt.

Schlieren werden allgemein mit dem Schattenverfahren unter Zuhilfenahme von Vergleichsstandards ermittelt. In Tabelle 4 sind die Toleranzklassen für die Wellenfrontabweichung von Schlieren angegeben.

Um einen extrem niedrigen Schlierengehalt in Rohmaterialien zu spezifizieren, muss die optische Weglänge und -richtung für die Endanwendung bekannt sein, damit eine angemessene Prüfung erfolgen kann.

Tabelle 4 — Toleranzen für Wellenfrontabweichung von Schlieren

Wellenfrontabweichung von Schlieren unter Zuhilfenahme von Schattenklassen	Wellenfrontabweichung von Schlieren unter Zuhilfenahme von ISO 12123-Klassen	Toleranzgrenze für Wellenfrontabweichung von Schlieren je 50 mm Weglänge (nm)
D	SW60	< 60
C	SW30	< 30
B	SW15	< 15
A	SW10	< 10

7.4.4 Vergleich von Schlierenklassen für fertige Teile und optisches Rohmaterial

Schlierenunvollkommenheiten in fertigen Teilen können durch die Dichte der Schlieren, die eine optische Weglängendifferenz von mindestens 30 nm verursachen, spezifiziert werden. Ihre Dichte wird in Bezug auf den prozentualen Anteil des Prüfbereichs, den sie einnehmen, gemessen. Schlierentoleranzen bei optischen Rohmaterialien werden in Bezug auf die Wellenfrontabweichung von 50 mm Materialweg festgelegt. Diese zwei Arten der Klassifizierung sind voneinander unabhängig - eine kann nicht zur Vorhersage der anderen herangezogen werden.

7.4.5 Mehrere orthogonale Richtungen

Darüber hinaus darf der Entwickler die Spezifikation für Schlieren genauer festlegen und fordern, dass die Toleranz für 2 oder 3 orthogonale Richtungen gilt, indem er die Angabe $\times n\text{DIM}$ anhängt. Die Variable n kann entweder den Wert 2 oder 3 annehmen. Eine Anmerkung zur Festlegung der entsprechenden Richtung ist erforderlich.

Wenn die Angabe von mehreren orthogonalen Richtungen nicht enthalten ist, gilt die Spezifikation nur für eine Richtung.

7.5 Beispiele für Angaben für Homogenität und Schlieren

BEISPIEL 1 2/2; 3

Die Homogenität des fertigen Teils muss 10×10^{-6} betragen und die Schlierendichte, die eine OPD von mindestens 30 nm verursacht, muss 2 % des Prüfbereichs oder kleiner sein. Dies ist ein Beispiel für eine alte Spezifikation, bei der die früheren Klassenangaben für Homogenität und für Schlieren verwendet wurden.

BEISPIEL 2 02/nH4–F; SW15

Die Homogenität des Rohmaterials muss 4×10^{-6} oder weniger betragen, wenn der Fokus-Term ausgeschlossen ist; und die maximale durch Schlieren verursachten Wellenfrontabweichung muss 15 nm je 50 mm Weglänge betragen.

BEISPIEL 3 2/nH10; B $\times$ 2DIM

Die Homogenität des fertigen Teils muss 10×10^{-6} oder besser sein und die maximale durch Schlieren verursachten Wellenfrontabweichung darf 15 nm je 50 mm Weglänge bei beiden der 2 orthogonalen Richtungen nicht überschreiten.

BEISPIEL 4 12/nH4–F; SW15

Die Homogenität einer gesamten fertigen Baugruppe muss 4×10^{-6} oder weniger betragen, wenn der Fokus-Term ausgeschlossen ist; und die maximale durch Schlieren verursachten Wellenfrontabweichung muss 15 nm je 50 mm Weglänge betragen.

8 Angaben für „ohne Anforderungen“ oder „Standard“

Wenn keine Spezifikation für eine Art der Unvollkommenheit erforderlich ist, ist ein Gedankenstrich, „–“, in das Spezifikationsfeld nach der Kodenummer einzutragen und es muss „ohne Anforderungen“ gelten.

Wenn eine Standardspezifikation für eine Art der Unvollkommenheit erforderlich ist, ist keine Spezifikation und kein Gedankenstrich, „–“, in das Spezifikationsfeld nach der Kodenummer einzutragen. Es muss die Standardspezifikation nach ISO 10110-11 gelten.

Wenn eine Rohmaterialspezifikation angegeben wird, muss angenommen werden, dass die Qualität der gleichen Eigenschaft für das fertige Teil oder die fertige Baugruppe nicht geprüft werden braucht. Deshalb muss, wenn eine Rohmaterialspezifikation angegeben und die gleiche Unvollkommenheit für das fertige Teil oder die fertige Baugruppe nicht redundant angegeben wird, „ohne Anforderungen“ für das fertige Teil oder die fertige Baugruppe in Bezug auf diese Unvollkommenheit gelten.

9 Angaben auf Zeichnungen

9.1 Tabellenfeld

Wenn die Angaben in Tabellenform dargestellt werden, muss die Angabe mit folgender Ausnahme in eine nach ISO 10110-1 aufgebaute Tabelle eingegeben werden.

Wenn sich eine Angabe auf das Rohmaterial und nicht auf das fertige Teil bezieht, muss eine dünne waagerechte Linie die mittlere Spalte teilen. Der obere Bereich muss die Spezifikationen für das fertige Teil, der untere Bereich die Spezifikationen für das Rohmaterial enthalten.

9.2 Zeichnungsfeld

Die Angabe muss in das Zeichnungsfeld auf der Zeichnung in der Nähe des optischen Elements, auf das sie sich bezieht, eingegeben werden. Die Angabe muss durch eine Bezugslinie, die mit einem Pfeil auf der Oberfläche oder in einem Punkt im Querschnitt des Elements endet, mit dem Element verbunden werden (siehe ISO 10110-1).

10 Angaben für andere optische Materialtoleranzen

Wenn weitere in ISO 12123 aufgeführte Materialtoleranzen erforderlich sind, die nicht ausdrücklich in dieser Norm beschrieben wurden, wird empfohlen, dass sie im Abschnitt für das Rohmaterial (bei einer Zeichnung in Tabellenform) oder in der Materialbeschreibung auf dem Titelblock angegeben werden.

11 Beispiele für Angaben auf Zeichnungen

11.1 Beispiel 1: Rohmaterialeigenschaften auf dem Zeichenbereich

Bild 1 stellt die Angabe von Toleranzen für Homogenität und Schlieren im zur Herstellung des bikonvexen Linsenelements verwendeten Rohmaterial dar. Bis zu 100×10^{-6} in der Abweichung der Brechzahl des Rohmaterials sind erlaubt. Schlieren mit einer OPD der Wellenfront von bis zu 60 nm/50 mm sind im Rohmaterial erlaubt.

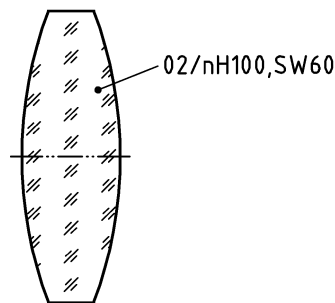


Bild 1 — Homogenität und Schlieren, die für das zur Herstellung eines fertigen Linsenelements verwendete Rohmaterial spezifiziert wurden

11.2 Beispiel 2: Blasenspezifikation für fertige Teile

Bild 2 stellt die Angabe einer Blasenspezifikation dar. Bis zu drei Blasen der Stufe 0,16 sind im fertigen Element erlaubt. Die maximal zulässige Querschnittsfläche aller Blasen der Stufe 0,026 oder größer sowie der Stufe 0,16 oder kleiner beträgt $3 \times 0,16^2 = 0,077 \text{ mm}^2$.

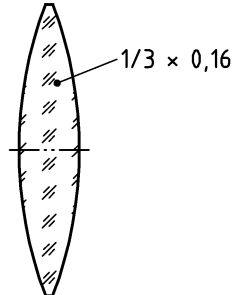


Bild 2 — Blase und Einschluss, die für ein fertiges bikonvexes Linsenelement spezifiziert wurden

11.3 Beispiel 3: Fertiges Teil, alle drei Eigenschaften

Bild 3 stellt die Angabe aller drei Toleranzen der Kompaktheit für das Endteil dar. Die Spannungsdoppelbrechung kann bis zu 12 nm/cm betragen; bis zu drei Blasen der Stufe 0,16 sind erlaubt; die Homogenität darf nach Abzug des Fokus-Terms bis zu 40×10^{-6} und die maximale durch Schlieren verursachte OPD der Wellenfront muss 30 nm/50 mm oder weniger betragen.

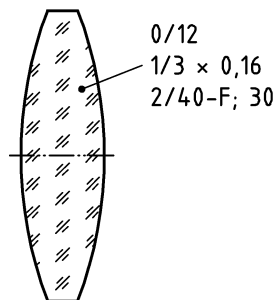


Bild 3 — Alle drei für ein fertiges Teil spezifizierten Eigenschaften der Kompaktheit