

DIN ISO 10110-5

ICS 01.100.20; 37.020

Ersatz für
DIN ISO 10110-5:2008-12**Optik und Photonik –
Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme –
Teil 5: Oberflächenformtoleranzen (ISO 10110-5:2015)**

Optics and photonics –
Preparation of drawings for optical elements and systems –
Part 5: Surface form tolerances (ISO 10110-5:2015)

Optique et photonique –
Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques –
Partie 5: Tolérances de forme de surface (ISO 10110-5:2015)

Gesamtumfang 29 Seiten

DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Angaben von Toleranzen für Oberflächenformabweichungen	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Einheiten.....	9
4.3 Wellenlänge	9
5 Zeichnungsangaben.....	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Form der Angabe basierend auf der Codenummer.....	10
5.2.1 Allgemeines	10
5.2.2 Codenummer.....	10
5.2.3 Grundformen.....	10
5.2.4 Zusatzformen	13
5.2.5 Fläche.....	15
5.2.6 Ort der Angabe.....	16
5.3 Struktur der Angaben in einer Tabelle.....	16
5.4 Festlegung von Abweichungen in Sätzen von Zernike-Koeffizienten in Tabellenform.....	17
6 Beispiele für Toleranzangaben	18
6.1 Beispiele für Angaben basierend auf der Codenummer	18
6.2 Beispiele für Angaben in einer Tabelle	20
6.2.1 Asphärische Oberflächen.....	20
6.2.2 Durch XY-Polynome beschriebene Oberfläche (Kartesische Koordinaten)	21
6.2.3 Durch $\rho\rho$ -Polynome beschriebene Oberfläche (Polarkoordinaten).....	21
6.2.4 Beispiel für die Spezifikation von Abweichungen mittels Sätzen von Zernike-Koeffizienten in Tabellenform.....	22
Anhang A (informativ) Zusammenhang zwischen der Toleranz der Power-Abweichung und der Toleranz des Krümmungsradius	23
Anhang B (informativ) Gegenüberstellung der ISO 10110-5 und ISO 14999-4 Korrespondierende Nomenklatur, Funktionen und Werte	24
Literaturhinweise.....	29

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (ISO 10110-5:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172/SC 1 „Fundamental standards“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) unter Beteiligung deutscher Experten ausgearbeitet. Für die deutsche Mitarbeit im DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) ist der Arbeitsausschuss NA027-01-02 AA „Grundnormen für die Optik“, Arbeitskreis „Zeichnungen für die Optik“, zuständig.

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

DIN ISO 10110 besteht mit dem Haupttitel *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme* aus folgenden Teilen

- *Teil 1: Allgemeines*
- *Teil 2: Materialfehler; Spannungsdoppelbrechung*
- *Teil 3: Materialfehler; Blasen und Einschlüsse*
- *Teil 4: Materialfehler; Inhomogenitäten und Schlieren*
- *Teil 5: Oberflächenformtoleranzen*
- *Teil 6: Zentriertoleranzen*
- *Teil 7: Oberflächenunvollkommenheiten*
- *Teil 8: Oberflächengüte; Rauheit und Welligkeit*
- *Teil 9: Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen*
- *Teil 10: Darstellung in Tabellenform*
- *Teil 11: Allgemeintoleranzen für Werte ohne Toleranzangabe*
- *Teil 12: Asphärische Oberflächen*
- *Teil 14: Toleranzen für Wellenfrontdeformationen*
- *Teil 17: Zerstörschwelle für Laserstrahlung*
- *Teil 19: Allgemeine Beschreibung von Oberflächen und Komponenten*

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

ISO 7944	siehe DIN EN ISO 7944
ISO 10110-1	siehe DIN ISO 10110-1
ISO 10110-10	siehe DIN ISO 10110-10
ISO 10110-11	siehe DIN ISO 10110-11
ISO 10110-12	siehe DIN ISO 10110-12
ISO 10110-14	siehe DIN ISO 10110-14
ISO 10110-19	siehe DIN ISO 10110-19
ISO 14999-4	siehe DIN ISO 14999-4

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 10110-5:2008-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) „Nanometer“ wurde anstelle der „Interferenzstreifen“ als Vorzugseinheit zur Spezifizierung von Toleranzen für bestimmte Arten von Oberflächenformabweichungen eingeführt;
- b) Erweiterung des Anwendungsbereiches, so dass die Norm nun auch Oberflächen höherer Ordnungen, wie Asphären, nicht-kreisförmig zylindrische Flächen und allgemeine Flächen beinhaltet;
- c) eine Spezifikation der Abweichungen in Tabellenform wurde ergänzt;
- d) eine Definition von „Pfeilhöhenabweichung“ wurde ergänzt;
- e) der Name der Größe A wurde in „Power-Abweichung“ geändert, was der Änderung in ISO 14999-4 entspricht. Für weitere Details, siehe 5.2.3, Anmerkung 3;
- f) ein informativer Anhang B wurde ergänzt, welcher einen Vergleich von ISO 10110-5 und 14999-4 hinsichtlich sich entsprechender Nomenklatur, Funktionen und Werte enthält.

Frühere Ausgaben

DIN 3140: 1958-10
DIN 3140-5: 1969-06, 1978-10
DIN ISO 10110-5: 2000-02, 2008-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7944, *Optik und optische Instrumente — Bezugswellenlängen*

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

DIN ISO 10110-10, *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 10: Darstellung in Tabellenform*

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

DIN ISO 10110-12, *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 12: Asphärische Oberflächen*

DIN ISO 10110-14, *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 11: Toleranzen für Wellenfrontdeformationen*

DIN ISO 10110-19, *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 19: Allgemeine Beschreibung von Oberflächen und Komponenten*

DIN ISO 14999-4, *Optik und Photonik — Interferometrische Messung von optischen Elementen und Systemen — Teil 4: Interpretation und Beurteilung der Toleranzen nach ISO 10110*

Einleitung

Dieser Teil von ISO 10110 bezieht sich auf die Formabweichungen einer optischen Oberfläche und ermöglicht die Festlegung von Toleranzen für bestimmte Arten von Oberflächenformabweichungen ausgedrückt in Nanometer.

Es ist allgemein üblich, die Oberflächenformabweichung interferometrisch als die Wellenfrontdeformation zu messen, die bei einfacher Reflexion einer Prüfwellenfront an der optischen Oberfläche bei senkrechtem Einfall (90° zur Oberfläche) entsteht. Daher ist es möglich, die interferometrische Auswertung einheitlich darzustellen, so dass sie für beide Anwendungen genutzt werden kann, d.h. die Oberflächenformabweichung und die Wellenfrontdeformation. Da die Auswertung der meisten Messungen softwarebasiert ist, sind die Abweichungen in Nanometern angegeben. Jedoch wird bei interferometrischen Messungen die Einheit „Interferenzstreifen“ verwendet. Ein „Interferenzstreifen“ entspricht einer Oberflächenformabweichung, die eine Deformation der reflektierten Wellenfront von einer Wellenlänge erzeugt. Ein in Nanometer angegebener Wert ist ein Indiz für die tatsächliche Höhenabweichung der Oberfläche (und nicht die der reflektierenden Wellenfront).

Die zu prüfende Fläche zusammen mit der Probeglasoberfläche stellt zum Beispiel solch ein Interferometer dar. Die Oberflächenformabweichung wird durch die Wellenfrontabweichung dargestellt, die sich aus der Differenz der an der zu prüfenden Fläche reflektierten Wellenfront und der an der Probeglasoberfläche reflektierten Wellenfront ergibt.

Wegen der möglichen Verwechslungsgefahr und der Gefahr von Fehlinterpretationen ist möglichst die Einheit Nanometer anstelle von „Interferenzstreifen“ zu verwenden. Wenn als Einheit „Interferenzstreifen“ verwendet wird, ist die zugehörige Wellenlänge ebenfalls festzulegen und anzugeben.

Zusätzlich können Toleranzen für die Anstiegsabweichungen von Oberflächen in den Einheiten mrad, μ rad arcmin oder arcsec angegeben werden.

Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 5: Oberflächenformtoleranzen

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die Darstellung der konstruktiven und der funktionellen Anforderungen an optische Elemente und Systeme in technischen Zeichnungen für Fertigung und Prüfung fest.

Dieser Teil von ISO 10110 legt die Regeln für die Angabe von Toleranzen von Oberflächenformabweichungen fest.

ANMERKUNG Begriffe aus der Interferometrie, die die Einheit „Interferenzstreifen“ nutzen, werden weitläufig zur Beschreibung der Toleranzen genutzt. Nichtsdestotrotz gewinnen in letzter Zeit nicht-interferometrische Verfahren zur Prüfung von optischen Teilen zunehmend an Bedeutung. Daher wird nun, im Gegensatz zu den vorherigen Versionen dieses Teils von ISO 10110, Nanometer bevorzugt und muss als Standardeinheit zur Angabe der Oberflächenformabweichung verwendet werden. Die Verwendung von Interferenzstreifen ist weiterhin zulässig vorausgesetzt die Bezugswellenlänge ist explizit angegeben.

Dieser Teil von ISO 10110 gilt sowohl für ebene, sphärische, asphärische, kreisförmig und nichtkreisförmig zylindrische und torische Formen als auch für Oberflächen von anderer nicht-sphärischer Form, wie zum Beispiel allgemeine Flächen^{N1)}. Er gilt nicht für diffraktive Oberflächen, Fresnel-Oberflächen und mikro-optische Oberflächen.

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

ISO 10110-10, *Optics and photonics — Preparation of drawings for optical elements and systems — Part 10: Table representing data of optical elements and cemented assemblies*

ISO 10110-19 *Optics and photonics — Preparation of drawings for optical elements and systems — Part 19: General description of surfaces and components*

ISO 14999-4, *Optics and photonics — Interferometric measurement of optical elements and optical systems — Part 4: Interpretation and evaluation of tolerances specified in ISO 10110*

^{N1)}Allgemeine Flächen beinhalten Freiformflächen, siehe auch ISO 10110-19.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 14999-4 und die folgenden Begriffe.

3.1

Oberflächenformabweichung

Funktion, die den Abstand der Normalen zur Oberfläche zwischen einer nominalen optischen Oberflächenform und einer gemessenen Form darstellt, beschrieben als eine gemessene Wellenfrontdeformation f_{WD} oder $f_{WD,CY}$ definiert nach ISO 14999-4

Anmerkung 1 zum Begriff: ISO 14999-4 liefert die Definitionen für die Deformationsfunktionen.

3.2

Pfeilhöhenabweichung

ΔZ

Funktion, welche die Abstände entlang der z-Achse zwischen einer nominalen optischen Oberflächenform und einer gemessenen Form beschreibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Basierend auf interferometrischen Messungen werden die Messwerte in Richtung der Normalen zur Oberfläche erfasst und müssen für den Vergleich mit Abweichungen in z-Richtung konvertiert werden, um sie mit ΔZ zu vergleichen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für einfache optische Oberflächen ist die z-Achse häufig die optische Achse.

4 Angaben von Toleranzen für Oberflächenformabweichungen

4.1 Allgemeines

Die Toleranzen für Oberflächenformabweichungen werden durch die Spezifikation der maximal zulässigen Werte für die Power-Abweichung, für die Unregelmäßigkeit, die rotationsinvariante und/oder translationsinvariante Unregelmäßigkeit angegeben. Zusätzlich dürfen Toleranzen für rms-Werte (en: root-mean-square) der Oberflächenformabweichung (rms-Gesamtabweichung, rms-Unregelmäßigkeit und rms-rotations- und/oder translationsvariante Wellenfrontunregelmäßigkeit) und Toleranzen der Anstiegsabweichung (max und rms-Werte) festgelegt werden (bezüglich der Definitionen siehe ISO 14999-4). Eine Oberflächenformabweichung basierend auf einer Pfeilhöhentabelle kann auch in der z-Richtung und als Unregelmäßigkeit sowie als Anstieg gegeben sein.

Sowohl die Oberflächenformtoleranzen als auch die Toleranzen für Anstiegsabweichungen können in verschiedenen Schnitten und Richtungen (x,y) oder (ρ,φ) variieren. In diesem Fall, können auch die Abtastlänge und das räumliche Abtastintervall voneinander abweichen.

Die Oberflächenformtoleranz kann auch als Koeffizient eines Zernike-Polynoms ausgedrückt werden.

ANMERKUNG 1 ISO 10110-14 bietet die Möglichkeit nur eine Toleranz für die Wellenfrontdeformation anzugeben, ohne Toleranzen für einzelne Flächen angeben zu müssen.

ANMERKUNG 2 Verfahren zur Bestimmung der Werte der Power-Abweichung, der Unregelmäßigkeit, der rotations- und/oder translationsinvarianten Unregelmäßigkeit und der Anstiegsabweichung einer gegebenen Oberfläche sind in ISO 14999-4 angegeben.

Die Spezifikation einer Anstiegsabweichungstoleranz oder eines rms-Anstiegs wird bei nicht-sphärischen Oberflächen, wie asphärischen, nicht-kreisförmig zylindrischen oder allgemeinen Flächen empfohlen. In Abhängigkeit der Anwendung und Komplexität kann die maximal zulässige Anstiegsabweichung als Absolutbetrag in (x,y) oder (ρ,φ) angegeben werden.

Es ist nicht erforderlich, für alle Typen der Oberflächenformabweichung Toleranzen anzugeben.

Alle Abweichungen der Oberfläche mit Ausnahme einer Abweichung sind senkrecht zur theoretischen Oberfläche definiert. Die Pfeilhöhenabweichung, ΔZ , ist entlang der z-Achse definiert.

4.2 Einheiten

Die maximal zulässigen Werte der Power-Abweichung, der Unregelmäßigkeit und der rotations- und/oder translationsinvarianten Unregelmäßigkeit müssen in Einheiten Nanometer oder, falls dies bevorzugt wird, in Mikrometer oder Interferenzstreifen angegeben werden. Wenn eine Spezifikation für eine oder mehrere rms-Formabweichungstypen erforderlich ist, müssen diese in den Einheiten Nanometer, oder falls bevorzugt, in Mikrometer oder Interferenzstreifen angegeben werden.

Um Verwirrung zu vermeiden, sollten Oberflächenformabweichungen niemals in „Lichtwellenlängen“ angegeben werden.

Wenn eine Fläche interferometrisch in Reflexion bei senkrechtem Einfall geprüft wird, verursacht eine Oberflächenformabweichung der Fläche um den Betrag einer halben Lichtwellenlänge eine Wellenfrontabweichung mit dem Betrag einer ganzen Wellenlänge. Dies führt zu einem Interferenzmuster in dem sich die Intensität von einem hellen Streifen zum nächsten oder von einem dunklen Streifen zum nächsten verändert d. h. ein (1) „Interferenzstreifen“ ist sichtbar. Für die Anwendung dieses Teils von ISO 10110 bezieht sich der Begriff „Interferenzstreifen“ nicht auf den Querabstand zwischen den Streifen, sondern auf die Tatsache, dass die im Interferenzmuster sichtbare Streifenzahl der Anzahl Wellenlängen der Wellenfrontabweichung entspricht.

ANMERKUNG 1 Ein „Interferenzstreifen“ ist $1 \times 1/2 \times$ die Wellenlänge (in Nanometer), in der die Oberflächenformabweichung letztlich angegeben ist.

ANMERKUNG 2 Die Angabe einer Toleranz für eine rms-Abweichungsart erfordert die digitale Auswertung des optischen Systems.

Abweichungen, die auf einer Pfeilhöhentabelle basieren, müssen entlang der z-Achse in metrischen Einheiten wie μm oder nm angegeben werden.

Die maximal zulässigen Werte für die max und die rms-Anstiegsabweichung müssen angegeben werden, vorzugsweise in der Einheit mrad. Die entsprechende Gradzahl μrad , arcmin (...) and arcsec (...) können ebenfalls benutzt werden. Die Einheit muss immer angegeben werden.

4.3 Wellenlänge

Bei der Verwendung von Interferenzstreifen muss die Wellenlänge angegeben werden.

ANMERKUNG 1 Wenn nicht anders angegeben, wurde in vorherigen Versionen dieses Teils von ISO 10110 die grüne Quecksilberlinie (e-Linie) mit $\lambda = 546,07 \text{ nm}$, nach ISO 7944, als Bezugswellenlänge verwendet.

ANMERKUNG 2 Die Angaben können mit Formel (1) von einer Bezugswellenlänge in eine andere umgerechnet werden:

$$N_{\lambda_2} = N_{\lambda_1} \times (\lambda_1 / \lambda_2) \quad (1)$$

Dabei sind N_{λ_1} und N_{λ_2} die Anzahl der Interferenzstreifen bei der Wellenlänge λ_1 beziehungsweise λ_2 .