

DIN ISO 10110-12

ICS 37.020; 01.100.20

Einsprüche bis 2015-07-29
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 10110-12:2009-01

Entwurf

**Optik und Photonik –
Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme –
Teil 12: Asphärische Oberflächen (ISO 10110-12:2007 + Amd 1:2013);
Text Deutsch und Englisch**

Optics and photonics –
Preparation of drawings for optical elements and systems –
Part 12: Aspheric surfaces (ISO 10110-12:2007 + Amd 1:2013);
Text in German and English

Optique et photonique –
Préparation des dessins pour éléments et systèmes optiques –
Partie 12: Surfaces asphériques (ISO 10110-12:2007 + Amd 1:2013);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-05-29 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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/stellungnahme 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) (Hausanschrift: 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 46 Seiten

DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Mathematische Beschreibung asphärischer Oberflächen	5
3.1 Allgemeines	5
3.1.1 Koordinatensystem	5
3.1.2 Vorzeichenkonvention	6
3.2 Einteilung der Oberflächentypen	7
3.3 Besondere Oberflächentypen.....	7
3.3.1 Flächen zweiter Ordnung.....	7
3.3.2 Flächen höherer Ordnung.....	9
4 Zeichnungsangaben	11
4.1 Angabe der theoretischen Oberfläche.....	11
4.2 Angabe von Oberflächenformtoleranzen	11
4.3 Angabe von Zentriertoleranzen	12
4.4 Toleranzangaben für Oberflächenunvollkommenheiten und Oberflächentextur	12
5 Beispiele	12
5.1 Elemente mit einer symmetrischen Asphäre mit zusammenfallenden mechanischen und optischen Achsen	12
5.2 Elemente mit einer symmetrischen Asphäre mit nicht zusammenfallenden mechanischen und optischen Achsen	15
5.3 Teile mit nichtrotationssymmetrisch asphärischen Oberflächen	17
Anhang A (normativ) Zusammenfassung der asphärischen Oberflächentypen	19
Anhang B (normativ) Beschreibung durch ein orthogonales Polynom	20
Literaturhinweise	22

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (ISO 10110-12 sowie die zugehörige Änderung) wurde vom ISO/TC 172/SC 1 „Fundamental standards“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) erarbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist hierfür der Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO), Arbeitsausschuss NA 027-01-02 AA „Grundnormen für die Optik“, Arbeitskreis „Zeichnungen für die Optik“ zuständig.

Die Norm DIN ISO 10110-12 ist Teil einer umfangreichen Normenreihe zur Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme (siehe Abschnitt Literaturhinweise).

Es wird auf den zwar ähnlichen, jedoch in einigen Punkten unterschiedlichen Aufbau der ISO-Normenreihe gegenüber den Deutschen Normen der Reihe DIN 3140, die durch Übernahme der Internationalen Normen ersetzt wurden, hingewiesen.

Eine Gegenüberstellung der Unterschiede sämtlicher Teile von DIN ISO 10110 gegenüber den Teilen von DIN 3140 ist Inhalt eines Beiblattes 1 zu DIN ISO 10110.

Für die im Inhalt angegebenen Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 1101	siehe DIN EN ISO 1101
ISO 10110-1	siehe DIN ISO 10110-1
ISO 10110-5	siehe DIN ISO 10110-5
ISO 10110-6	siehe DIN ISO 10110-6
ISO 10110-7	siehe DIN ISO 10110-7
ISO 10110-8	siehe DIN ISO 10110-8

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der ISO 10110-12 + Amd 1 entsprechend der diesbezüglich durch ISO erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen ISO-Text.

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 10110-12:2009-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 3.3.2.4 „Kombinierte Oberfläche basierend auf einem orthogonalen Polynom“ wurde hinzugefügt;
- b) Die Tabelle in Anhang wurde um die Basisoberfläche „Sphäre“ ergänzt;
- c) Übernahme bzw. Einarbeitung der Änderung 1 zur Internationalen Norm ISO 10110-12:2007 (ISO 10110-12:2007/Amd.1:2013).

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 1101, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf*

DIN EN ISO 4288, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit*

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

DIN ISO 10110-2, *Optik und optische Instrumente — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 2: Materialfehler; Spannungsdoppelbrechung*

DIN ISO 10110-3, *Optik und optische Instrumente — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 3: Materialfehler; Blasen und Einschlüsse*

DIN ISO 10110-4, *Optik und optische Instrumente — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 4: Materialfehler; Inhomogenitäten und Schlieren*

DIN ISO 10110-5, *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 5: Oberflächenformtoleranzen*

DIN ISO 10110-5 Bbl 1, *Optik und optische Instrumente — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 5: Passfehler — Passfehlerprüfung mit Probegläsern*

DIN ISO 10110-6, *Optik und optische Instrumente — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 6: Zentriertoleranzen*

DIN ISO 10110-7, *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 7: Oberflächenunvollkommenheiten*

DIN ISO 10110-8, *Optik und optische Instrumente — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 8: Oberflächengüte; Rauheit und Welligkeit*

DIN ISO 10110-9, *Optik und optische Instrumente — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 9: Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen*

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 Toleranzangaben*

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

DIN ISO 10110-17, *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 17: Zerstörschwelle für Laserstrahlung*

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 10110 Bbl 1, *Optik und optische Instrumente — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme; Beiblatt 1: Gegenüberstellung DIN ISO 10110 – DIN 3140, Stichwortverzeichnis*

DIN Taschenbuch 304, *Technische Produktdokumentation — Erstellung von Zeichnungen für optische Systeme und Elemente*

Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 12: Asphärische Oberflächen

1 Anwendungsbereich

Die Normenreihe ISO 10110 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 Darstellung, Dimensionierung und Tolerierung von optisch wirksamen asphärischen Oberflächen fest.

Dieser Teil von ISO 10110 gilt nicht für unstetige Oberflächen wie zum Beispiel Fresnel-Oberflächen oder Gitter.

Dieser Teil von ISO 10110 legt auch nicht das Verfahren fest, mit dem die Übereinstimmung mit den Spezifikationen zu überprüfen ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 1101:2004, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Tolerancing of form, orientation, location and run-out*

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

ISO 10110-5, *Optics and photonics — Preparation of drawings for optical elements and systems — Part 5: Surface form tolerances*

ISO 10110-6, *Optics and optical instruments — Preparation of drawings for optical elements and systems — Part 6: Centering tolerances*

ISO 10110-7, *Optics and photonics — Preparation of drawings for optical elements and systems — Part 7: Surface imperfection tolerances*

ISO 10110-8, *Optics and optical instruments — Preparation of drawings for optical elements and systems — Part 8: Surface texture; roughness and waviness*

3 Mathematische Beschreibung asphärischer Oberflächen

3.1 Allgemeines

3.1.1 Koordinatensystem

Asphärische Oberflächen werden in einem rechtsorientierten orthogonalen Koordinatensystem (Rechtssystem) beschrieben, wobei die Z-Achse die optische Achse ist.

Wenn nicht anders festgelegt, liegt die Z-Achse in der Zeichenebene und verläuft von links nach rechts. Wenn nur ein Schnitt dargestellt ist, liegt die Y-Achse in der Zeichenebene und ist nach oben orientiert.

Wenn zwei Schnitte gezeichnet sind, muss der XZ-Schnitt unterhalb des YZ-Schnittes erscheinen (siehe Bild 5). Zur Verdeutlichung können die X- und die Y-Achse auf der Zeichnung dargestellt werden.

Der Ursprung des Koordinatensystems liegt im Scheitel der asphärischen Oberfläche (Bild 1).

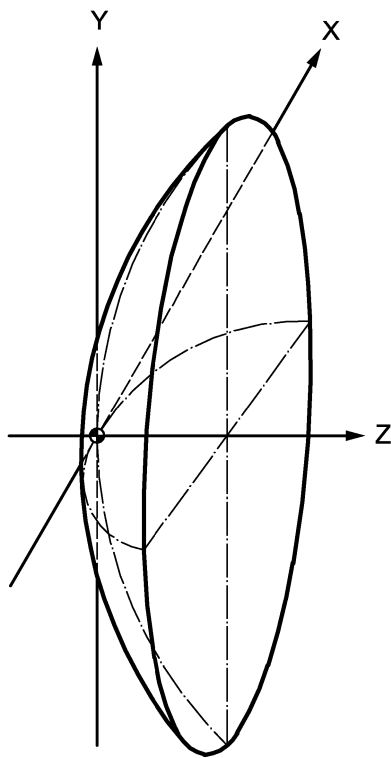


Bild 1 — Koordinatensystem

3.1.2 Vorzeichenkonvention

ANMERKUNG 1 Wie weiter unten in dieser Norm ausgeführt, werden die verschiedenartigen Typen asphärischer Oberflächen durch mathematische Gleichungen angegeben. In der Zeichnung wird die ausgewählte Gleichung mit ihren zugehörigen Konstanten und Koeffizienten spezifiziert. Um eindeutige Angaben der Oberflächen zu erhalten, müssen Vorzeichenkonventionen für die Konstanten und Koeffizienten eingeführt werden.

ANMERKUNG 2 In diesem Fall geht man von der Annahme aus, dass die Angabe von "links" und "rechts" bedeutet, dass z von links nach rechts ansteigt. Wenn auf Grund einer Spiegelung (eine 180° Drehung um die Y-Achse) die Z-Achse umgekehrt verläuft, ist die Vorzeichenkonvention für Radius und Pfeilhöhen ebenfalls umgekehrt. Dies ist weitergehend erörtert in 3.3.2.3.

Ein Krümmungsradius (üblicherweise für den Scheitel angegeben) hat positives Vorzeichen, wenn der Krümmungsmittelpunkt rechts vom Scheitel liegt, und negatives Vorzeichen, wenn der Krümmungsmittelpunkt links vom Scheitel liegt.

Die Pfeilhöhe eines Asphärenpunktes ist positiv, wenn er rechts vom Scheitel (von der XY-Ebene) liegt, und negativ, wenn er links vom Scheitel (von der XY-Ebene) liegt.

3.2 Einteilung der Oberflächentypen

Zwei Oberflächentypen sind aufgrund ihrer Verbreitung in der angewandten Optik von besonderer Bedeutung:

- verallgemeinerte Flächen zweiter Ordnung;
- Flächen höherer Ordnung.

Zu den verallgemeinerten Flächen zweiter Ordnung gehören konische Flächen, zentrierte Quadriken und parabolische Flächen.

Flächen höherer Ordnung sind Polynome, torische Flächen und Kombinationen von Flächentypen, z. B. durch Hinzufügen von Polynomen zu anderen Flächentypen.

3.3 Besondere Oberflächentypen

3.3.1 Flächen zweiter Ordnung

3.3.1.1 Zentrierte Quadriken und parabolische Flächen

Entsprechend dem Koordinatensystem nach 3.1.1 ergibt sich die Gleichung für Flächen zweiter Ordnung, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, aus den kanonischen Formen

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1 \quad \text{für zentrierte Quadriken} \quad (1)$$

Dabei sind

- a, b reelle oder komplexe Konstanten,
- c eine reelle Konstante

und

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + 2z = 0 \quad \text{für parabolische Flächen} \quad (2)$$

Dabei sind

- a, b reelle oder komplexe Konstanten

und kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$z = f(x, y) = \frac{\frac{x^2}{R_X} + \frac{y^2}{R_Y}}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_X) \left(\frac{x}{R_X} \right)^2 - (1 + \kappa_Y) \left(\frac{y}{R_Y} \right)^2}} \quad (3)$$

Dabei sind

- R_X der Krümmungsradius in der XZ-Ebene,
- R_Y der Krümmungsradius in der YZ-Ebene,
- κ_X, κ_Y die konischen Konstanten.

Die Verwendung der Krümmungen $C_X = 1/R_X$ und $C_Y = 1/R_Y$ anstelle der Krümmungsradien führt zu

$$z = f(x, y) = \frac{x^2 C_X + y^2 C_Y}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_X)(x C_X)^2 - (1 + \kappa_Y)(y C_Y)^2}} \quad (4)$$

Wird die Fläche nach der Gleichung (3) oder (4) mit der XZ-Ebene ($y = 0$) oder der YZ-Ebene ($x = 0$) geschnitten, so ergeben sich in Abhängigkeit von κ_Y (oder κ_X) Schnittkurven folgender Typen:

$\kappa > 0$	abgeflachte Ellipse;
$\kappa = 0$	Kreis;
$-1 < \kappa < 0$	gestreckte Ellipse;
$\kappa = -1$	Parabel;
$\kappa < -1$	Hyperbel.

Die folgenden Spezialfälle der Gleichung (3) und (4) sollten gesondert erwähnt werden:

a) Rotationssymmetrische Flächen:

Unter Verwendung von Radien:

Für $R = R_X = R_Y$, $\kappa = \kappa_X = \kappa_Y$ und $h^2 = x^2 + y^2$

führt Gleichung (3) zu

$$z = f(h) = \frac{h^2}{R \left(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) \left(\frac{h}{R} \right)^2} \right)} \quad (5)$$

Unter Verwendung von Krümmungen:

Für $C = C_X = C_Y$, $\kappa = \kappa_X = \kappa_Y$ und $h^2 = x^2 + y^2$

führt Gleichung (4) zu

$$z = f(h) = \frac{h^2 C}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) h^2 C^2}} \quad (6)$$

Die Gleichungen (5) und (6) beschreiben eine bezüglich der Z-Achse rotationssymmetrische Fläche.

b) Zylinderflächen:

Unter Verwendung von Radien:

Für $R_X = \infty$ oder $R_Y = \infty$

führt Gleichung (3) zu

$$z = f(u) = \frac{u^2}{R_U \left(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_U) \left(\frac{u}{R_U} \right)^2} \right)} \quad (7)$$

Unter Verwendung von Krümmungen:

Für $C_X = 0$ oder $C_Y = 0$

führt Gleichung (4) zu

$$z = f(u) = \frac{u^2 C_U}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_U) u^2 C_U^2}} \quad (8)$$

Die Gleichungen (7) und (8) beschreiben einen Zylinder, dessen Querschnitt aufgrund von κ_U nicht notwendigerweise kreisförmig ist. Die Zylinderachse ist senkrecht zur XZ-Ebene wenn $u = x$ und senkrecht zur YZ-Ebene wenn $u = y$.

3.3.1.2 Kegelflächen

Die kanonische Form

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 0 \quad (9)$$

Dabei sind

a, b komplexe Konstanten,

c eine reelle Konstante

führt zu Gleichung (10)

$$z = f(x, y) = c \sqrt{\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2}} \quad (10)$$

Dabei sind

a, b, c reelle Konstanten.

Diese Gleichung beschreibt einen Kegel mit seiner Spitze im Koordinatenursprung. Der Kegel hat einen elliptischen Querschnitt wenn $a \neq b$ und einen kreisförmigen Querschnitt wenn $a = b$ ist.

3.3.2 Flächen höherer Ordnung

3.3.2.1 Polynomische Flächen

Die Gleichung für polynomische Flächen

$$z = f(x, y) = A_4 x^4 + B_4 y^4 + A_6 x^6 + B_6 y^6 + \dots + C_3 |x|^3 + \dots + D_3 |y|^3 + \dots \quad (11)$$

Ein Spezialfall von (11) mit $h^2 = x^2 + y^2$ ist

$$z = f(h) = A_3 h^3 + A_4 h^4 + A_5 h^5 + \dots \quad (12)$$

Die asphärischen Ausdrücke erster und zweiter Ordnung, $A_1 h$ und $A_2 h^2$, dürfen in Gleichung (12) hinzugefügt werden.

Gleichung (12) beschreibt eine rotationssymmetrische polynomische Fläche, die als Schmidt-Fläche bekannt ist.

3.3.2.2 Torische Flächen

Eine torische Fläche wird durch Rotation einer definierenden Kurve erzeugt; diese Kurve liegt in einer Ebene, die auch die Rotationsachse enthält.

Die Gleichung einer torischen Fläche, die ihre definierende Kurve $z = g(x)$ in der XZ-Ebene hat und deren Rotationsachse parallel zur X-Achse verläuft, lautet

$$z = f(x, y) = R_Y \mp \sqrt{[R_Y - g(x)]^2 - y^2} \quad (13)$$

Dabei ist

R_Y die z -Koordinate, an der die Rotationsachse die Z -Achse schneidet.

Für die Anwendung dieses Teils von ISO 10110 wird $g(x)$ aus Gleichung (3) abgeleitet, indem $y = 0$ gesetzt wird.

$$g(x) = \frac{x^2}{R_X \left(1 + \sqrt{1 - \left(1 + \kappa_X \left(\frac{x}{R_X} \right)^2} \right)^2} \right)} \quad (14)$$

Die Gleichung einer torischen Fläche, die ihre definierende Kurve in der YZ -Ebene hat und deren Rotationsachse parallel zur Y -Achse verläuft, kann aus den Gleichungen (13) und (14) durch Ersetzen von x durch y , R_X durch R_Y und κ_X durch κ_Y hergeleitet werden.

Der folgende Spezialfall der Gleichungen (13) und (14) sollte gesondert erwähnt werden:

$\kappa_X = 0$ ergibt

$$g(x) = R_X \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{x}{R_X} \right)^2} \right)$$

und

$$z = f(x, y) = R_Y \mp \sqrt{\left(R_Y - R_X + R_X \sqrt{1 - \left(\frac{x}{R_X} \right)^2} \right)^2 - y^2} \quad (15)$$

Gleichung (15) beschreibt einen Torus, dessen definierende Kurve ein Kreis mit dem Radius R_X ist.

3.3.2.3 Kombinationen von Flächentypen

Falls erforderlich können Flächentypen durch Hinzufügen von Polynomen $f_1(x, y)$ (siehe Anhang A) modifiziert werden. Die Gleichung der Fläche lautet dann vollständig

$$z = f(x, y) + f_1(x, y) \quad (16)$$

wobei $f(x, y)$ die Grundform nach Gleichung (3) bzw. (4) oder Gleichung (10) darstellt.

Analog kann für torische Flächen $g(x)$ durch Hinzufügen von Polynomen $g_1(x)$ modifiziert werden (siehe Anhang A).

Es muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass die Vorzeichen der Koeffizienten in $f_1(x, y)$ bzw. $g_1(x)$ mit den Konventionen nach 3.1.1 und 3.1.2 übereinstimmen. Im Fall, dass die Orientierung der Z -Achse umgekehrt wird, müssen die Vorzeichen der Radien oder Krümmungen und die der Koeffizienten geändert werden. Die Vorzeichen der konischen Konstanten bleiben unverändert.

3.3.2.4 Kombinierte Oberfläche basierend auf einem orthogonalen Polynom

Eine Oberfläche höherer Ordnung kann auch dadurch erzeugt werden, dass eine sphärische Oberfläche [Gleichung (5)] mit einer Menge orthogonaler Polynome kombiniert wird, welche orthonormale Ableitungen besitzen und folgende Form haben (siehe Literaturhinweis [3]).

$$z = f(x, y) + f_1(x, y) \quad (17)$$

$$f_1(x, y) = \frac{\left(\frac{h}{h_0}\right)^2 \left[1 - \left(\frac{h}{h_0}\right)^2\right]}{\sqrt{1 - \left(\frac{h}{R}\right)^2}} \left[A_0 Q_0\left(\frac{h^2}{h_0^2}\right) + A_1 Q_1\left(\frac{h^2}{h_0^2}\right) + \dots \right] \quad (18)$$

Dabei ist h_0 die Höchstgrenze von h . Die Bezeichnung z ist nur gültig für $0 \leq h \leq h_0$. R ist der Radius der Krümmung, welche die Oberfläche bei h_0 schneidet.

Eine detaillierte Beschreibung der Rekursionsformeln ist in Anhang B gegeben.

ANMERKUNG Eine Beschreibung, die eine konische Oberfläche mit einer Menge orthogonaler Polynome kombiniert, die orthogonal in der Amplitude sind, ist auch erlaubt [siehe Literaturhinweis [4], Gleichungen (2) bis (3) und (8) bis (9)].

4 Zeichnungsangaben

4.1 Angabe der theoretischen Oberfläche

Eine asphärische Linse oder ein asphärischer Spiegel sind in der gleichen Weise wie eine sphärische Komponente darzustellen (siehe ISO 10110-1); dabei ist die Radiusangabe durch das Wort „Asphäre“ zu ersetzen, falls $f_1(x, y) \neq 0$, oder durch den Asphärentyp, falls die Grundgleichung nicht durch Polynome modifiziert ist (z. B. „Torus“, „Paraboloid“).

Die Gleichung, die die asphärische Oberfläche beschreibt, muss in einer Anmerkung angegeben werden, außer bei zylindrischen Oberflächen mit kreisförmigem Querschnitt.

Der Krümmungsradius wird nach 3.1.2 mit Vorzeichen angegeben.

Wenn die Grundgleichung durch Polynome modifiziert ist, muss eine Pfeilhöhentabelle mit ausreichender numerischer Genauigkeit in der Zeichnung enthalten sein (siehe Bild 2).

4.2 Angabe von Oberflächenformtoleranzen

Oberflächenformtoleranzen sind auf eine der folgenden Arten anzugeben:

- nach ISO 1101;
- nach ISO 10110-5; oder
- in einer Tabelle, die die zulässigen Abweichungen von z angibt, d. h. die Abweichungen der tatsächlichen Werte des Werkstückes von den nominalen Werten von z gemäß der auf der Zeichnung angegebenen zugehörigen Gleichung (siehe Bild 2).

ANMERKUNG Im Fall der interferometrischen Messung wird in Richtung der lokalen Flächennormalen gemessen und die Werte von Δz hieraus berechnet.

Da bei der Herstellung asphärischer Flächen üblicherweise ein lokaler Abtrag mit kleinen Werkzeugen stattfindet, sollte in allen diesen Fällen eine zusätzliche Toleranz für die Anstiegsabweichung angegeben werden, die die Welligkeit der Oberfläche begrenzt.

Die lokale Anstiegsabweichung ist die lokale Winkelabweichung der Normalen der realen Oberfläche zur Normalen der theoretischen Oberfläche.

Die Anstiegsabweichung an jedem Punkt ist der Mittelwert der lokalen Abweichungen innerhalb der Integrationslänge für die Anstiegsabweichung. Die Integrationslänge für die Anstiegsabweichung ist der Querabstand auf der Oberfläche, über den die Anstiegsabweichung berechnet wird.

Die Anstiegsabweichung der Oberfläche kann als Maximalwert oder als RMS-Wert angegeben werden. Der Maximalwert der Anstiegsabweichung ist die größte Anstiegsabweichung innerhalb der gesamten Oberfläche. Der RMS-Wert der Anstiegsabweichung ist die Quadratwurzel über die Summe der Quadrate der Anstiegsabweichungen auf der gesamten Oberfläche.

Falls eine solche Anstiegsfehlertoleranz festgelegt wird, muss auch die Integrationslänge (für die Anstiegsabweichung) und die Schrittweite des Abtastrasters auf der Zeichnung angegeben sein.

Sowohl die Oberflächenformtoleranzen als auch die Anstiegsfehlertoleranzen können in verschiedenen Schnitten unterschiedlich sein. Siehe die Beispiele in den Bildern 4 und 5.

4.3 Angabe von Zentriertoleranzen

Zentriertoleranzen sind entweder nach ISO 1101 oder nach ISO 10110-6 anzugeben.

4.4 Toleranzangaben für Oberflächenunvollkommenheiten und Oberflächentextur

Toleranzangaben für Oberflächenunvollkommenheiten, mittelfrequente Oberflächenwelligkeiten und Oberflächentextur müssen ISO 10110-7 bzw. ISO 10110-8 entsprechen.

5 Beispiele

5.1 Elemente mit einer symmetrischen Asphäre mit zusammenfallenden mechanischen und optischen Achsen

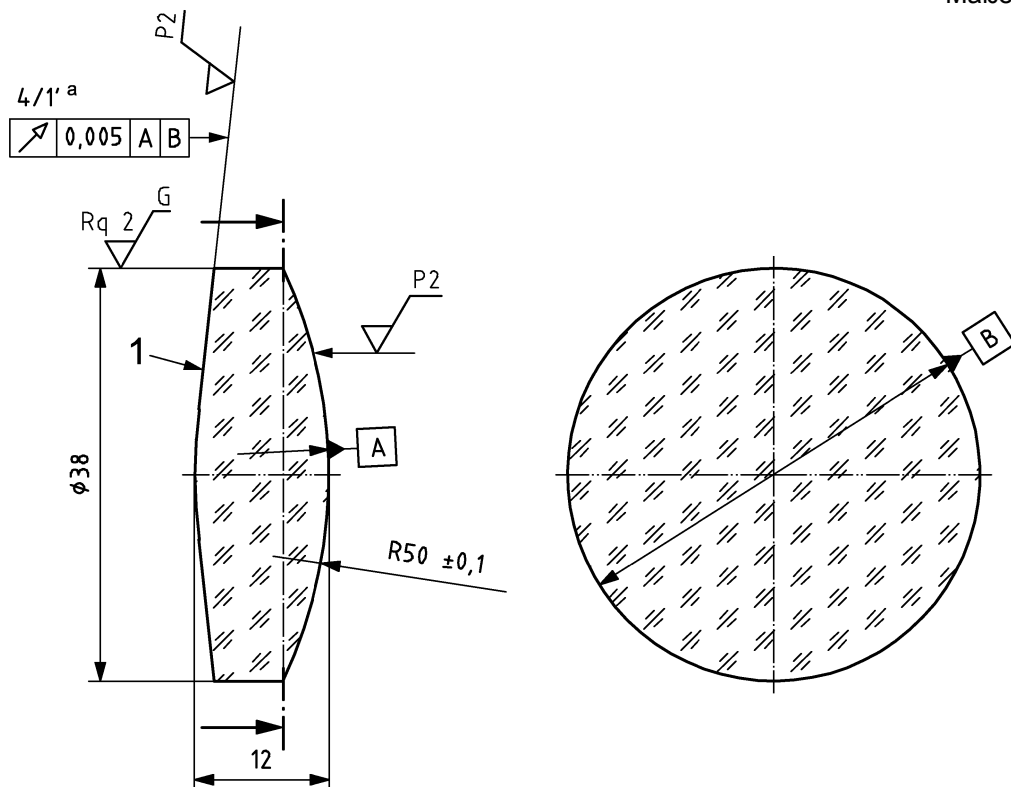
In Bild 2 a) verläuft die Bezugsachse durch den Krümmungsmittelpunkt der Sphäre und durch den Mittelpunkt der rechten Oberfläche (nach ISO 10110-6).

Die Formtoleranz der asphärischen Oberfläche ist in Tabellenform angegeben. Δz ist die maximal zulässige Abweichung, in Millimeter, in z -Richtung für die gegebene h -Koordinate. Zusätzlich ist eine Anstiegstoleranz angegeben.

Die Zentriertoleranz ist gemäß ISO 1101 als maximal zulässige Planlaufabweichung und, alternativ, gemäß ISO 10110-6 als maximal zulässiger Kippwinkel (durch Index a gekennzeichnet) angegeben.

Bild 2 b) zeigt eine asphärische Linse mit derselben geometrischen Form wie die Linse in Bild 2 a), jedoch umgedreht (so dass die rechte Fläche die Asphäre ist). Wie zu sehen ist, haben sich dadurch die Vorzeichen des Radius R und der Koeffizienten A_i geändert. Das hat weiterhin zur Folge, dass auch die Pfeilhöhen z ihr Vorzeichen geändert haben.

Maße in Millimeter



Legende

1 Asphäre

$$z = \frac{h^2}{R \left(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) h^2 / R^2} \right)} + \sum_{i=2}^5 (A_{2i} h^{2i})$$

^a Alternative Angabe der Zentriertoleranz.

h	z	Δz	Anstiegstoleranz
0,0	0,000	0,000	
5,0	0,219 352	0,002	0,3'
10,0	0,825 330	0,004	0,5'
15,0	1,600 528	0,006	0,5'
19,0	1,938 077	0,008	0,8'

$$R = 56,031$$

$$\kappa = -3$$

$$A_4 = -0,432\ 64\ E-05$$

$$A_6 = -0,976\ 14\ E-08$$

$$A_8 = -0,108\ 52\ E-11$$

$$A_{10} = -0,122\ 84\ E-13$$

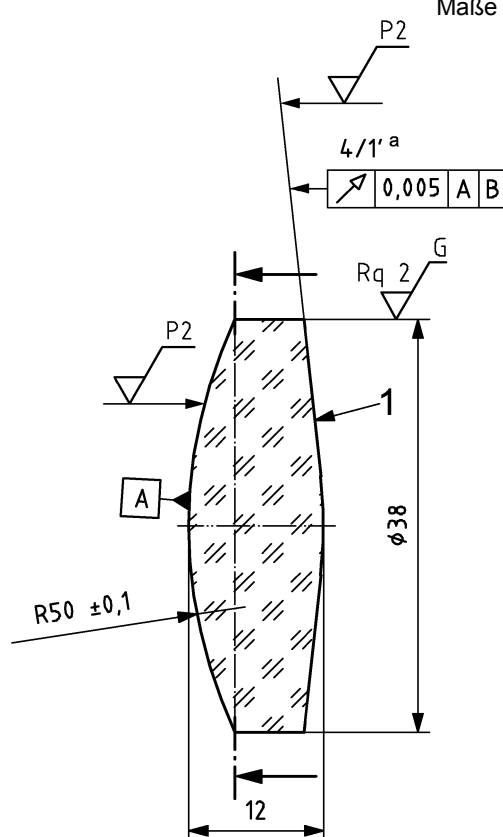
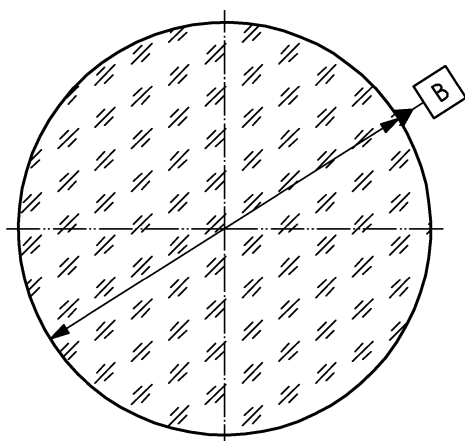
Integrationslänge für die Anstiegsabweichung = 1

Schrittweite des Abtastrasters = 0,1

a) Linse mit rotationssymmetrischer asphärischer Oberfläche

Bild 2 — Linse mit rotationssymmetrischer asphärischer Oberfläche

Maße in Millimeter

**Legende**

1 Asphäre

$$z = \frac{h^2}{R \left(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) h^2 / R^2} \right)} + \sum_{i=2}^5 (A_{2i} h^{2i})$$

^a Alternative Angabe der Zentriertoleranz.

h	z	Δz	Anstiegstoleranz
0,0	0,000	0,000	0,3'
5,0	-0,219 352	0,002	0,5'
10,0	-0,825 330	0,004	0,5'
15,0	-1,600 528	0,006	0,8'
19,0	-1,938 077	0,008	

$$R = -56,031$$

$$\kappa = -3$$

$$A_4 = 0,432\ 64\ E-05$$

$$A_6 = 0,976\ 14\ E-08$$

$$A_8 = 0,108\ 52\ E-11$$

$$A_{10} = 0,122\ 84\ E-13$$

Integrationslänge für die Anstiegs-
abweichung = 1

Schrittweite des Abtastrasters = 0,1

b) Gleiche asphärische Linse wie in Bild 2 a), jedoch seitenvertauscht

Bild 2 — Linse mit rotationssymmetrischer asphärischer Oberfläche (fortgesetzt)