

	DIN ISO 10110-16	
ICS 17.180.99	Einsprüche bis 2024-08-14	
Entwurf		
Optik und Photonik – Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme – Teil 16: Diffraktive Flächen (ISO 10110-16:2023); Text Deutsch und Englisch Optics and photonics – Preparation of drawings for optical elements and systems – Part 16: Diffractive surfaces (ISO 10110-16:2023); Text in German and English Optique et photonique – Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques – Partie 16: Surfaces diffractives (ISO 10110-16:2023); Texte en allemand et anglais Anwendungswarnvermerk Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-06-14 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 71 Seiten DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)		

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Koordinatensysteme	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Beschreibung der globalen und lokalen Koordinatensysteme	11
4.3 Vorzeichenregel	14
5 Zeichnungsspezifikationen	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Symbole und Abkürzungen	15
5.3 Kennzeichnung und Schraffur	15
5.4 Prüfbereiche	17
5.5 Technologische Parameter:	18
5.6 Spezifikation der Substrate	18
5.6.1 Angabe der Oberflächenformtoleranzen	18
5.6.2 Spezifikationen für Toleranzen für Wellenfrontdeformationen	19
5.6.3 Angabe von anderen optischen Toleranzen	19
6 Datenaustausch	19
Anhang A (informativ) Einteilung von diffraktiven Strukturen	21
Anhang B (informativ) Die drei wichtigsten Arten von diffraktiven Strukturen	23
B.1 Lineare diffraktive Strukturen	23
B.1.1 Definition, Grundlagen und Arten	23
B.1.2 Darstellung in Zeichnungen, erforderliche Spezifikationen und Angaben	25
B.1.3 Beispiele für Zeichnungen	27
B.2 Konzentrische kreisförmige diffraktive Strukturen (Ringgitter)	29
B.2.1 Definition, Grundlagen und Arten von konzentrischen kreisförmigen diffraktiven Strukturen	29
B.2.2 Diffraktive Strukturen auf Linsen zur Kompensation chromatischer Aberrationen	31
B.2.3 Darstellung in Zeichnungen, erforderliche Angaben und Hinweise	31
B.2.4 Beispiele für Zeichnungen von konzentrischen diffraktiven Elementen	31
B.3 Computererzeugte diffraktive Strukturen (2D-CGH)	34
B.3.1 Definition, Grundlagen und Arten	34
B.3.2 Darstellung in Zeichnungen, erforderliche Spezifikationen und Angaben	35
B.3.3 Beispiele für Zeichnungen	35
Literaturhinweise	37

Bilder

Bild 1 — Koordinatensystem der Basisoberfläche und lokaler Ursprung der diffraktiven Struktur	12
Bild 2 — Koordinatensysteme als 2-dimensionale Abbildung mit Pfeilmarkierungen für rechtshändige Koordinatensysteme	13
Bild 3 — Übliche Kennzeichnung einer diffraktiven Oberfläche in der Seitenansicht oder in der Schnittansicht mit Symbolen an der Außenseite	16
Bild 4 — Kennzeichnung einer diffraktiven Oberfläche in der Schnittansicht mit Symbolen innerhalb eines optischen Elements	16

Bild 5 — Schraffur, Nummerierung und Einteilung verschiedener diffraktiver Strukturen in Zeichnungen	17
Bild 6 — Angabe des diffraktiven Bereichs und des zugehörigen diffraktiven Prüfbereichs	18
Bild A.1 — Einteilungsschema für optische Elemente mit diffraktiver Struktur	21
Bild A.2 — Einteilungsschema für diffraktive Strukturen	22
Bild B.1 — Beugungsordnungen bei senkrechtem Lichteinfall ($\alpha = 0$)	24
Bild B.2 — Beugungsordnungen bei nicht senkrechtem Lichteinfall ($\alpha < 0$)	24
Bild B.3 — Angabe der Blazerichtung der Steigung eines unsymmetrischen linearen Gitters (Prinzipdarstellung)	26
Bild B.4 — Beispiel: lineares Beugungsgitter	28
Bild B.5 — Beispiel: geblaztes Beugungsgitter auf gekrümmter Basisoberfläche	29
Bild B.6 — Beispiel: Konzentrische diffraktive Struktur — Blatt 1	32
Bild B.7 — Beispiel: Konzentrische diffraktive Struktur — Blatt 2	33
Bild B.8 — Beispiel: Konzentrische diffraktive Struktur — Blatt 3 Zusätzliche Informationen und Toleranzen für die diffraktive Oberfläche CG	34
Bild B.9 — Beispiel: Computererzeugtes diffraktives Element	36

Tabellen

Tabelle 1 — Beispiel für eine Tabelle zur Koordinatentransformation	13
Tabelle 2 — Tabelle für die X'-Koordinate	13
Tabelle 3 — Tabelle für die Y'-Koordinate	14
Tabelle 4 — Tabelle für die Z'-Koordinate	14
Tabelle 5 — Symbole für die Kennzeichnung von diffraktiven Strukturen in Zeichnungen	15
Tabelle 6 — Beispiel für eine Sagitta-Tabelle mit kartesischen Koordinaten	20
Tabelle 7 — Beispiel für eine Sagitta-Tabelle mit Polarkoordinaten	20

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 10110-16:2023, die vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and photonics“ erarbeitet wurde, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 027-01-02 AA „Grundnormen der Optik“ im DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO).

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

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

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
ISO 10110-9	siehe	DIN ISO 10110-9
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 10110-17	siehe	DIN ISO 10110-17
ISO 10110-19	siehe	DIN ISO 10110-19
ISO 15902	siehe	DIN EN ISO 15902

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

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

DIN ISO 10110-6 *Optik und Photonik — 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 Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 8: Oberflächenbeschaffenheit*

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

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

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

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 EN ISO 15902 *Optik und Photonik — Diffraktive Optik — 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-Directives, 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-Directives, Teil 2, erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

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

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

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

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172, *Optics and photonics*, Unterkomitee SC 1, *Fundamental standards*, erarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 10110 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.

Einleitung

Eine diffraktive Oberfläche enthält diffraktive Strukturen (siehe Anhang A), d. h. sehr kleine Strukturen auf oder in der Oberfläche, die die Welleneigenschaften des Lichts nutzen und mit Beugung und Interferenz arbeiten. Die diffraktive optische Funktion wird durch Reliefstrukturen auf oder in der Oberfläche oder durch Variationen des Brechungsindex im Beschichtungsmaterial realisiert. Diffraktive Oberflächen können sich auch im Inneren von optischen Baugruppen befinden.

Aufgrund der großen Vielfalt an diffraktiven optischen Elementen für viele Zwecke ist dieses Dokument in mehrere Unterabschnitte unterteilt. Allgemeine diffraktive Eigenschaften und Spezifikationen werden am Anfang dieses Dokuments beschrieben. Spezifische Eigenschaften und Spezifikationen verschiedener Grundtypen werden im Anhang zu diesem Dokument beschrieben.

Die drei am häufigsten verwendeten Arten von diffraktiven Strukturen sind lineare diffraktive Strukturen, konzentrische kreisförmige Strukturen und komplexere computererzeugte diffraktive Strukturen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält allgemeine Verfahren zur Beschreibung von Flächen, die eine diffraktive optische Funktion auf optischen Oberflächen, wie Ebenen, Kugeln, Asphären oder allgemeinen optischen Oberflächen, hinzufügen, in der Normenreihe ISO 10110, die Zeichnungsangaben für optische Elemente und Systeme normiert. Gegenstand dieses Dokuments ist die Darstellung, Beschreibung und Bemaßung von diffraktiven Flächen in technischen Zeichnungen.

Dieses Dokument gilt nicht für diffraktive Oberflächen mit zufälliger Oberflächentextur, z. B. stochastische Anti-reflexionsstrukturen. Ebenfalls nicht Gegenstand dieses Dokuments sind alle Arten von 3-dimensional erweiterten diffraktiven Strukturen: Bragg-Gitter, Volumen hologramme (HOE) und akusto-optische Modulatoren.

Dieses Dokument behandelt nicht die Verfahren zur Prüfung und Qualifizierung der Spezifikationen.

Dieses Dokument behandelt keine Werkzeuge und Verfahren zur Herstellung diffraktiver Oberflächen.

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 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 10110-14, *Optics and photonics — Preparation of drawings for optical elements and systems — Part 14: Wavefront deformation tolerance*

ISO 15902, *Optics and photonics — Diffractive optics — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 15902 und die folgenden Begriffe.

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

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

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

3.1

diffraktive Struktur

Struktur auf oder in der optischen Oberfläche, die die Welleneigenschaften des Lichts nutzt und mit Beugung und Interferenz arbeitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieses Dokument schließt keine zufälligen Oberflächenstrukturen oder Beschichtungen ein, die ebenfalls eine diffraktive optische Funktion haben können.

3.2

diffraktive Oberfläche

Oberfläche eines optischen Elements, die *diffraktive Strukturen* (3.1) enthält

3.3

diffraktiver Bereich

einzelner abgegrenzter diffraktiver strukturierter Teil einer *diffraktiven Oberfläche* (3.2)

3.4

diffraktiver Prüfbereich

genutzter Teil eines *diffraktiven Bereiches* (3.3), in dem die gewünschten Spezifikationen gültig sind

3.5

Grundoberfläche

fertige Oberfläche des Substrats vor der Realisierung *diffraktiver Strukturen* (3.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Grundoberfläche ist ein Zwischenzustand in der technologischen Abfolge, der bei einigen Herstellungsverfahren möglicherweise nicht vorhanden ist.

3.6

Vorderansicht

Ansicht senkrecht zur diffraktiven Oberfläche

3.7

Beugungsgitter

regelmäßige periodische diffraktive Struktur, die eindeutig mathematisch beschreibbar ist

3.8

lineares Gitter

Beugungsgitter (3.7) mit translationsinvariantem Profil in einer Dimension (das aus parallelen geraden gleichen Linien oder Rillen besteht)

3.9

kreisförmiges Gitter

Beugungsgitter (3.7) mit rotationsinvariantem Profil (das aus konzentrischen kreisförmigen Linien oder Rillen besteht)

3.10

computererzeugtes diffraktives optisches Element

computererzeugtes Hologramm

CGH, en: computer-generated hologram

diffraktives optisches Element, das am Computer entworfen und unter Computersteuerung hergestellt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument werden nur 2-dimensionale CGH behandelt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Da CGH eine Definition für eine Oberflächenstruktur durch eine Fertigungstechnologie ist, kann die resultierende diffraktive Struktur ein lineares oder kreisförmiges Gitter sein. Es kann jedoch auch zur Herstellung komplexerer Strukturen verwendet werden. In den meisten Fällen, in denen von CGH die Rede ist, sind komplexere diffraktive Strukturen gemeint.

[QUELLE: ISO 15902:2019, 3.2.8]

3.11

Transmissionsgitter

Beugungsgitter (3.7), bei dem sich einfallendes Licht und gebeugtes Licht auf verschiedenen Seiten befinden

3.12

Reflexionsgitter

Beugungsgitter (3.7), bei dem sich einfallendes und gebeugtes Licht auf der gleichen Seite befinden

3.13

Amplitudengitter

Beugungsgitter (3.7), das aus Linien aus undurchsichtigem Material auf oder in der Oberfläche besteht, die periodische Lichtspalten bilden

3.14

Phasengitter

Beugungsgitter (3.7), das mit periodisch unterschiedlicher Abbremsung der Lichtwellen arbeitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Phasengitter werden unterteilt in Oberflächenreliefgitter und Indexgitter.

3.15

Oberflächenreliefgitter

Beugungsgitter (3.7), das aus periodischen Rillen in der Oberfläche besteht (sich periodisch ändernde Dicke)

3.16

Indexgitter

Beugungsgitter (3.7), das aus einer dünnen glatten Schicht auf der Oberfläche mit periodisch wechselndem Brechungsindex besteht

3.17

diffraktives optisches Element

DOE, en: diffractive optical element

optisches Element, für das das Phänomen der Beugung optischer Strahlung das Funktionsprinzip darstellt und das üblicherweise hinsichtlich seiner periodischen Raumstruktur charakterisiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument werden alle DOE behandelt, die 2-dimensionale diffraktive Strukturen enthalten.

Anmerkung 2 zum Begriff: DOE ist der Oberbegriff für alle in diesem Dokument beschriebenen optischen Elemente.

[QUELLE: ISO 15902:2019, 3.2.1]

3.18

Bezugsachse

theoretische Achse der *Basisoberfläche* (3.5), die vom optischen Konstrukteur vorgegeben wird, die nicht von den Symmetrien der *Basisoberfläche* (3.5) abhängt und die in der Regel den Mittelpunkt des optischen Weges für die Hauptfunktion darstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einer rotationsinvarianten Basisoberfläche ist die Bezugsachse die optische Achse.

3.19

lokale Bezugsachse

theoretische Achse der diffraktiven Struktur, die vom optischen Konstrukteur vorgegeben wird und nicht von Symmetrien der diffraktiven Struktur abhängt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Schnittpunkt zwischen lokaler Bezugsachse und Basisoberfläche ist der Ursprung des Koordinatensystems der diffraktiven Struktur.

3.20

globales Koordinatensystem

Koordinatensystem des Teils

Anmerkung 1 zum Begriff: Oft ist das Koordinatensystem des Teils auch das Koordinatensystem der Basisoberfläche.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Darstellung des globalen Koordinatensystems ist in ISO 10110 beschrieben. Vorzugsweise darf der Ursprung des globalen Koordinatensystems als Ursprung des Koordinatensystems der Basisoberfläche definiert werden, z. B. der Schnittpunkt zwischen der Bezugsachse und der Basisoberfläche.

3.21

lokales Koordinatensystem

Koordinatensystem der *diffraktiven Oberfläche* (3.2)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Ursprung des lokalen Koordinatensystems ist der Schnittpunkt zwischen der lokalen Bezugsachse und der Basisoberfläche, auf der sich die diffraktive Struktur befindet.

4 Koordinatensysteme

4.1 Allgemeines

Die diffraktive Struktur wird mit den in der Prozesskette verwendeten Koordinatensystemen in Beziehung gesetzt, z. B. um Zentriertoleranzen nach ISO 10110-6 festzulegen. Eine diffraktive Struktur kann 2 wesentliche Koordinatensysteme haben, wie in Bild 1 dargestellt:

- das lokale Koordinatensystem mit dem Ursprung der mathematischen Beschreibung der diffraktiven Struktur;
- das globale Koordinatensystem der optischen Komponente (z. B. die optische Achse).

Es müssen Spezifikationen zur eindeutigen Orientierung des lokalen Koordinatensystems der diffraktiven Struktur entsprechend ihrer Position und Orientierung relativ zum globalen Koordinatensystem vorliegen. Eine diffraktive Struktur hat 2 oder 3 Freiheitsgrade für die Bezugnahme auf die Basisoberfläche. Zwei laterale Koordinaten geben die Lage des Ursprungs der diffraktiven Struktur in Bezug auf den Ursprung der Basisoberfläche an. Eine dritte laterale Koordinate ist nicht erforderlich, da sich die diffraktiven Strukturen immer auf der Basisoberfläche befinden. Wenn die diffraktive Struktur rotationsvariant ist, muss die azimutale Ausrichtung des lokalen Koordinatensystems auf die Basisoberfläche durch einen Winkel oder eine Vorzugsrichtung angegeben werden. Dieser Winkel ist, falls erforderlich, der dritte Freiheitsgrad.

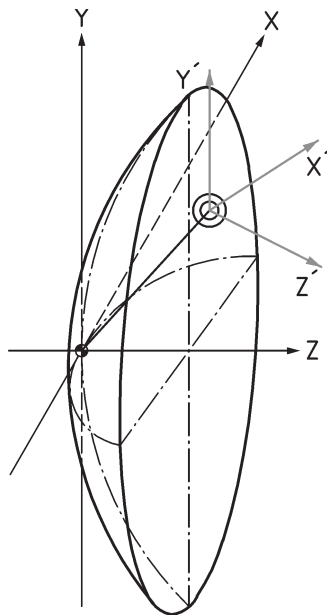
Auf diese Art und Weise können auch Markierungen in Form von Kreuzen, Kreisen oder Linien sowie Kombinationen der genannten Strukturen festgelegt werden.

4.2 Beschreibung der globalen und lokalen Koordinatensysteme

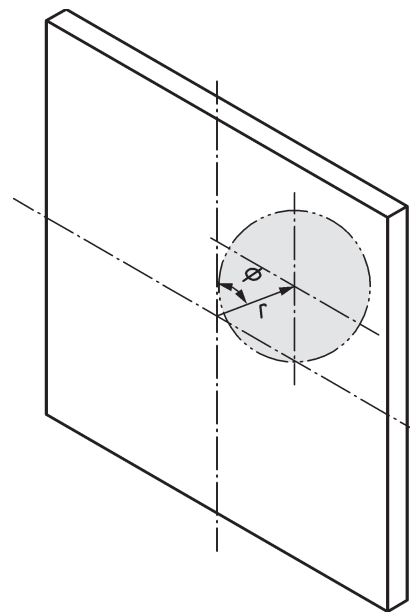
Das Koordinatensystem der optischen Oberfläche besteht aus drei zueinander orthogonalen Achsen (X, Y, Z) und folgt der Rechte-Hand-Regel (rechtshändiges System). Der lokale Koordinatenursprung der diffraktiven Struktur muss in Bezug auf das globale Koordinatensystem des diffraktiven Teils bezogen werden. Das lokale Koordinatensystem der diffraktiven Struktur hat seinen Ursprung auf der Basisoberfläche. Das lokale Koordinatensystem hat drei Achsen (X', Y', Z') und folgt ebenfalls der Rechte-Hand-Regel.

Die Richtung der lokalen Z'-Koordinate ist parallel zur Normalen der lokalen Basisoberfläche bei [X, Y]. Die Richtung der lokalen Z'-Koordinate gibt die lokale Bezugsachse der diffraktiven Struktur an, Y' und X' liegen in der Tangentialebene der lokalen Basisoberfläche bei X, Y. Bild 1 zeigt das Koordinatensystem der Basisoberfläche und das lokale Koordinatensystem der diffraktiven Struktur.

Die allgemeine Koordinatentransformation muss nach ISO 10110-1 durchgeführt werden. Eine weitere Einschränkung ist, dass sich das Koordinatensystem der diffraktiven Struktur auf der Basisoberfläche des optischen Teils befindet.



a) Kartesisches Koordinatensystem



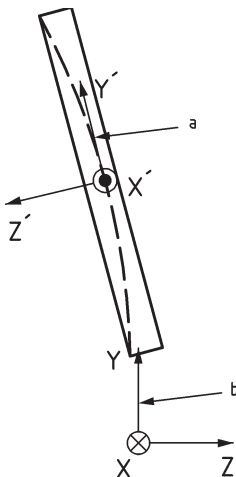
b) Polarkoordinatensystem

ANMERKUNG Der Ursprung des lokalen Koordinatensystems liegt immer auf der Basisoberfläche, daher sind zwei Positionskoordinaten ausreichend, um die Position auf der Basisoberfläche zu beschreiben. Die Bezugsachse ist mit Z bezeichnet, die lokale Bezugsachse ist Z'.

Bild 1 — Koordinatensystem der Basisoberfläche und lokaler Ursprung der diffraktiven Struktur

Sind die globale Bezugsachse und die lokale Bezugsachse nicht identisch, muss eine Koordinatentransformationsregel in der Zeichnung oder in einer Anlage zur optischen Zeichnung angegeben werden. Diese Transformationsregel enthält eine Skizze des optischen Teils, aus der die lokale Bezugsachse und die globale Bezugsachse ersichtlich sind (siehe Bild 2). Zweitens muss eine Berechnungstabelle angegeben werden, die den Ablauf der Transformation mathematisch beschreibt (siehe Tabelle 1). Und drittens muss mindestens eine Tabelle mit expliziten Datenpunkten angegeben werden. Die Tabellen dienen dazu, die korrekte Berechnung der Koordinatentransformation zu bestätigen. Aus den Tabellen muss klar hervorgehen, auf welche Oberfläche und auf welche Bezugsachse sich die Tabelle bezieht. Die Arten von Oberflächen sind in Abschnitt 3 definiert. Beispiele für eine derartige Tabelle sind in Tabelle 2 bis Tabelle 4 zu finden. Falls notwendig, ist es zulässig, mehrere Bezugsachsen und mehrere lokale Bezugsachsen zu definieren. Für alle definierten Achsen muss eine Koordinatentransformation angegeben werden, um die korrekten Positionen zu bezeichnen. Wenn die Reihenfolge der Koordinatentransformation von einer Achse zur nächsten wichtig ist, muss die richtige Reihenfolge entweder in der Zeichnung oder in den Tabellen angegeben werden.

ANMERKUNG Eine ähnliche Art von Tabelle ist in der optischen Gemeinschaft als „Sagitta-Tabelle“ bekannt und wird auch in anderen Normen verwendet, z. B. in ISO 10110-12 für „asphärische Flächen“ und in ISO 10110-19 für „allgemeine Oberflächen“.



- a lokale Bezugsachse
- b Bezugsachse

Bild 2 — Koordinatensysteme als 2-dimensionale Abbildung mit Pfeilmarkierungen für rechtshändige Koordinatensysteme

Tabelle 1 — Beispiel für eine Tabelle zur Koordinatentransformation

Reihenfolge der Transformation		Koordinatentransformation					
		Verschiebung			Drehung um		
		mm			Grad (°)		
1	Verschiebung (Translation)						
2	Drehung (Rotation) um Z						
3	Drehung um Y						
4	Drehung um X						
		X	Y	Z	X	Y	Z
Bezugsachse zur lokalen Bezugsachse # 1							
Bezugsachse zur lokalen Bezugsachse # 2							
.....							
Bezugsachse zur lokalen Bezugsachse # ...							

Tabelle 2 — Tabelle für die X'-Koordinate

X'-Koordinate der Basisoberfläche in Bezug auf das lokale Bezugskordinatensystem # 1 [mm] (Parameter aus dem Bezugskordinatensystem)								
Y↓	X→	...	-20	-10	0	10	20	...
...								
-20								
-10								
0								
10								
20								
...								

Tabelle 3 — Tabelle für die Y'-Koordinate

Y'-Koordinate der Basisoberfläche in Bezug auf das lokale Bezugskoordinatensystem # 1 [mm] (Parameter aus dem Bezugskoordinatensystem)								
Y ↓	X →	...	-20	-10	0	10	20	...
...								
-20								
-10								
0								
10								
20								
...								

Tabelle 4 — Tabelle für die Z'-Koordinate

Z'-Koordinate der Basisoberfläche in Bezug auf das lokale Bezugskoordinatensystem # 1 [mm] (Parameter aus dem Bezugskoordinatensystem)								
Y ↓	X →	...	-20	-10	0	10	20	...
...								
-20								
-10								
0								
10								
20								
...								

4.3 Vorzeichenregel

Wie in den folgenden Abschnitten dieses Dokuments beschrieben, werden die verschiedenen diffraktiven Strukturen durch mathematische Gleichungen beschrieben. Um eindeutige Oberflächenspezifikationen zu erreichen, müssen die folgenden Vorzeichenregeln für die Konstanten, Vektoren und Koeffizienten verwendet werden.

Die Sagitta eines Punktes auf der diffraktiven Oberfläche ist positiv, wenn sie in der positiven Z-Richtung von der XY-Ebene liegt, und negativ, wenn sie in der negativen Z-Richtung von der XY-Ebene liegt.

5 Zeichnungsspezifikationen

5.1 Allgemeines

Diffraktive Strukturen haben keinen Einfluss auf Form und Größe. Sie bedeuten eine Veränderung der Eigenschaften und der Funktionalität der optischen Oberfläche, vergleichbar mit einer optischen Beschichtung. Daher müssen diffraktive Strukturen mit einem Symbol nach Tabelle 5 gekennzeichnet werden. Die Kombination der Symbole aus Tabelle 5 auf ein und derselben Oberfläche ist zulässig und oft notwendig.

Es ist erforderlich, jedes diffraktive optische Element in Vorderansicht auf der diffraktiven Fläche und mindestens in einer Seitenansicht darzustellen.

Außerdem sollte die Zeichnung eine Tabelle enthalten, in der die Oberflächenform an Bezugspunkten der diffraktiven Fläche definiert ist. Ist die Basisoberfläche, die die diffraktive Struktur trägt, nicht eben oder kugelförmig, muss in der Zeichnung auch eine Sagitta-Tabelle für diese Basisoberfläche angegeben werden. Wird eine Sagitta-Tabelle in der Zeichnung angegeben, muss sie einen eindeutigen Titel haben, der die mathematische Gleichung angibt, aus der die Tabelleneinträge berechnet werden, und es muss ein eindeutiger Bezug zum verwendeten Koordinatensystem (X, Y, Z) und/oder (X', Y', Z') bestehen (siehe Tabelle 1 bis Tabelle 4).

ANMERKUNG 1 Empfohlene Referenzpunkte sind Unregelmäßigkeiten, Wendepunkte, Fixpunkte oder Bezugspunkte. Zum Beispiel die Zonenpositionen.

ANMERKUNG 2 Die Form der diffraktiven Oberfläche ist eine Kombination aus Basisoberfläche und diffraktiver Struktur. Daher dient die Sagitta-Tabelle der Basisoberfläche nur zum Vergleich der mathematischen Beschreibungen. Dasselbe gilt für Sagitta-Tabellen der reinen diffraktiven Struktur.

In der Zeichnung muss ein Hinweis auf die gewählte Form der mathematischen Beschreibung oder eine entsprechende Datendatei mit den entsprechenden Konstanten, Vektoren und Koeffizienten hinzugefügt werden.

Wenn es keine Datendatei für den Datenaustausch zwischen CAD- und anderen Systemen gibt, muss die mathematische Beschreibung in der Zeichnung angegeben werden. Wenn es eine Datendatei für den Datenaustausch zwischen CAD- und anderen Systemen gibt, muss sie in der 2D-Zeichnung des Einzelteils nahe der diffraktiven Oberfläche angegeben werden. Es muss ein eindeutiger Dateiname (z. B. Datum, Nummer der Ausgabe) mit Dateierweiterung angegeben werden. Ein Beispiel für die Darstellung ist in Abschnitt B.3 dargestellt. Diffraktive Oberflächen können mit verschiedenen Werkzeugen und Technologien hergestellt werden, die jedoch nicht Gegenstand dieses Dokuments sind.

5.2 Symbole und Abkürzungen

Tabelle 5 — Symbole für die Kennzeichnung von diffraktiven Strukturen in Zeichnungen

Symbol	Bedeutung
#	Diffraktive Struktur
LG	Lineares Gitter
CG	Konzentrisches kreisförmiges Gitter
CGH	Computererzeugtes Hologramm
TG	Transmissionsgitter
RG	Reflexionsgitter
AG	Amplitudengitter
SG	Oberflächenreliefgitter
IG	Index-Gitter

5.3 Kennzeichnung und Schraffur

Wenn diffraktive Strukturen im Tabellenfeld angegeben werden, muss sich dieses Symbol am Anfang der Spezifikation befinden. Wenn diffraktive Strukturen im Zeichenfeld angegeben werden, muss sich dieses Symbol außerhalb des Elements und tangential zur diffraktiven strukturierten Oberfläche befinden (siehe Bild 3). Es gibt zwei Ausnahmen von dieser Regel, bei denen das Symbol innen an der diffraktiven Oberfläche platziert werden muss: Diffraktive Strukturen mit Lackschicht außen und diffraktive Strukturen im Inneren einer optischen Baugruppe (siehe Bild 4).

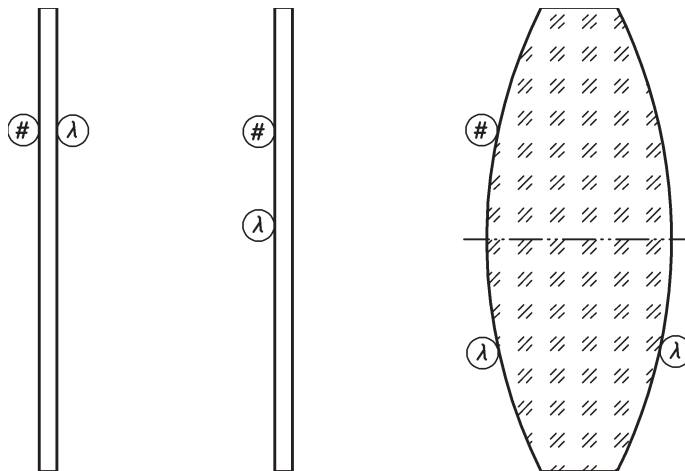
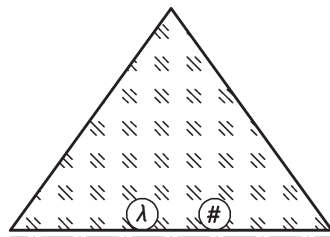
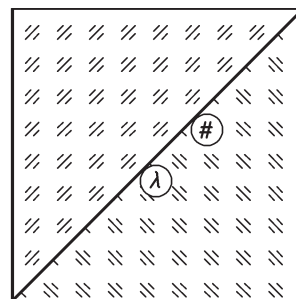


Bild 3 — Übliche Kennzeichnung einer diffraktiven Oberfläche in der Seitenansicht oder in der Schnittansicht mit Symbolen an der Außenseite



a) Diffraktive Oberfläche befindet sich unter einer Lackschicht



b) Diffraktive Struktur befindet sich an der Hypotenuse des rechten Prismas eines Strahlteilerwürfels

Bild 4 — Kennzeichnung einer diffraktiven Oberfläche in der Schnittansicht mit Symbolen innerhalb eines optischen Elements

In der Vorderansicht muss jeder diffraktive Bereich schraffiert werden. Lineare Beugungsgitter müssen mit einer linearen Schraffur schraffiert werden, die parallel zu den tatsächlichen Linien oder Rillen der diffraktiven Struktur verläuft. Kreisförmige Gitter müssen, wenn möglich, als konzentrische Kreisschraffur dargestellt werden. Andernfalls muss sie als Kreuzschraffur dargestellt werden. Wenn es mehr als einen diffraktiven Bereich gibt, kann jeder Bereich mit einer Identifikationsnummer gekennzeichnet werden, die mit 1 beginnt; hinter einem Leerzeichen darf dann das nächste Symbol folgen (siehe Bild 5).

Wenn eine optische Beschichtung erforderlich ist, um AG oder IG zu erreichen, darf das Symbol für die optische Beschichtung nicht angegeben werden. Ist jedoch eine AR-Beschichtung oder eine Reflexionsbeschichtung für TG und RG erforderlich, muss das Symbol für die optische Beschichtung angegeben werden.

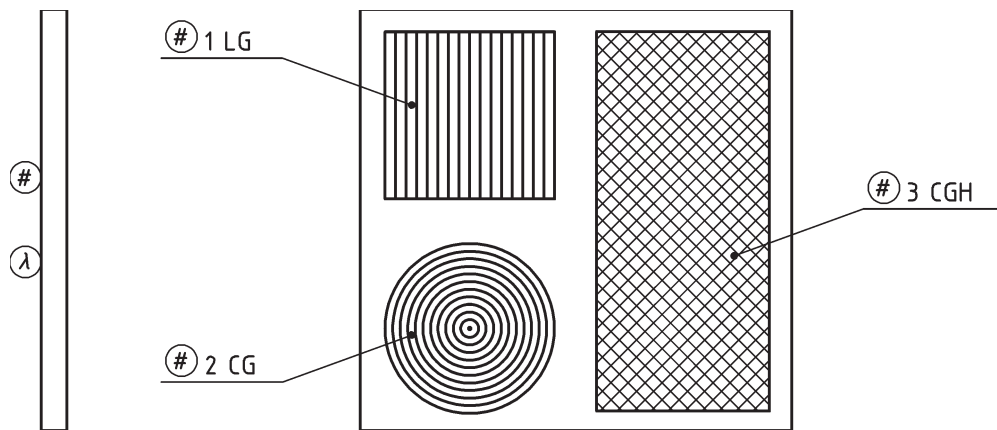


Bild 5 — Schraffur, Nummerierung und Einteilung verschiedener diffraktiver Strukturen in Zeichnungen

5.4 Prüfbereiche

Ein diffraktiver Prüfbereich ist der anwendbare Teil eines diffraktiven Bereichs, für den die gewünschten Spezifikationen gelten müssen. Die optische Oberfläche mit diffraktiven Strukturen darf in mehrere Zonen unterteilt werden: Innerhalb der gesamten optischen Oberfläche des Substrats dürfen kleinere Prüfbereiche festgelegt werden. Innerhalb eines Prüfbereichs können sich kleinere Beschichtungsbereiche befinden. Innerhalb eines Beschichtungsbereichs dürfen kleinere Prüfbereiche für die Beschichtung festgelegt werden. Innerhalb eines Prüfbereichs für die Beschichtung können sich kleinere diffraktive Bereiche befinden. Und innerhalb eines diffraktiven Bereichs dürfen kleinere diffraktive Prüfbereiche festgelegt werden. Daher kann es notwendig sein, mehrere Zeichnungen zu erstellen. Zum Beispiel:

- eine Zeichnung des Substrats mit Prüfbereichen und deren Spezifikationen;
- eine Zeichnung der Beschichtungen mit beschichteten Bereichen, beschichteten Prüfbereichen und deren Spezifikationen;
- eine diffraktive Zeichnung mit diffraktiven Bereichen, diffraktiven Prüfbereichen und deren Spezifikationen.

Jeder diffraktive Bereich muss in der Vorderansicht schraffiert sein (siehe z. B. Bild 5) und darf durch Messungen überprüft werden. Prüfbereiche innerhalb der diffraktiven Bereiche dürfen zur besseren Übersichtlichkeit nicht anders schraffiert werden (siehe Bild 6). Der Durchmesser eines kreisförmigen diffraktiven Bereichs wird als diffraktiver Durchmesser bezeichnet und darf in Zeichnungen als $\emptyset_{\#}$ angegeben werden.

Der Durchmesser der effektiven Apertur wird als effektiver Durchmesser bezeichnet und darf in Zeichnungen als $\emptyset_e$ angegeben werden. Wenn keine weiteren Prüfbereiche festgelegt sind, gilt der Durchmesser des diffraktiven Prüfbereichs. (siehe ISO 10110-1:2019, 5.6)

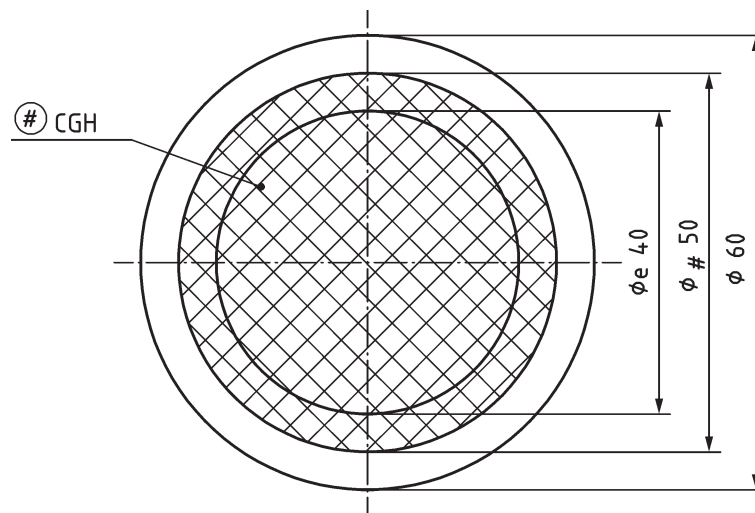


Bild 6 — Angabe des diffraktiven Bereichs und des zugehörigen diffraktiven Prüfbereichs

Der Koordinatenursprung der diffraktiven Struktur muss in der Zeichnung angegeben werden. Wenn der Koordinatenursprung der diffraktiven Struktur nicht der Ursprung der Basisoberfläche ist, dann muss in der Zeichnung eine Rechenregel angegeben werden, die einen eindeutigen Übergang von einem Koordinatensystem in das andere ermöglicht (siehe Tabelle 1).

Die Bauteilnummern müssen gekennzeichnet und auf das Koordinatensystem der diffraktiven Struktur bemaßt sein.

Gibt es eine mathematische Beschreibung der diffraktiven Struktur, muss diese in der Zeichnung in Bezug auf den Ursprung der diffraktiven Koordinaten angegeben werden. Dabei handelt es sich entweder um die genaue mathematische Gleichung der diffraktiven Struktur oder um den Verweis auf eine Datendatei. Ein Beispiel hierfür ist in Abschnitt B.2 zu sehen. In diesem Beispiel besteht die Zeichnung aus zwei Blättern. Es wird empfohlen, komplexe Informationen auf mehrere Blätter zu verteilen.

5.5 Technologische Parameter:

Alle erforderlichen Geometrieparameter zur Festlegung der diffraktiven Oberfläche müssen in der Zeichnung oder in der Datei angegeben werden (zum Beispiel: Kantenradien oder Flanschsteigung einer diffraktiven Struktur).

Es wird empfohlen, keine Werkzeugparameter anzugeben (z.B. den Spitzenradius des Diamant-Drehwerkzeugs). Die Oberflächengeometrie sollte direkt und unabhängig vom Herstellungsverfahren festgelegt werden.

Wenn für die Herstellung von diffraktiven Strukturen eine bestimmte Technologie vorgeschrieben ist, darf die Technologie in den Zeichnungen genannt und festgelegt werden. Ein Beispiel ist die vorgesehene Reihenfolge der Substrat-Beschichtung-Strukturierung. Ein weiteres Beispiel, das in der Zeichnung gekennzeichnet werden kann, ist das direkte Schreiben oder Kopieren von einem Musterteil. Zur Veranschaulichung dieser Faktoren darf die diffraktive Oberfläche in der Zeichnung überhöht dargestellt werden. Das Teil muss entsprechend gekennzeichnet werden. Die Reihenfolge der Symbole in der Tabelle in der Zeichnung bestimmt die technologische Abfolge der Oberflächenbearbeitungsschritte.

5.6 Spezifikation der Substrate

5.6.1 Angabe der Oberflächenformtoleranzen

Die Oberflächenformtoleranzen müssen nach ISO 10110-5 (Kennziffer 3/) angegeben werden.

Es muss beachtet werden, dass nach ISO 10110-1 folgendes gilt: Sofern nicht anderweitig festgelegt, müssen beim Fehlen einer zulässigen Abweichung oder einer zulässigen Materialunvollkommenheit auf Zeichnungen die Festlegungen nach ISO 10110-11 gelten. Per Definition gelten keine der GPS-Standardwerte, eingeschlossen ihrer Entscheidungsvorschriften, es sei denn diese werden speziell von ISO 10110 geltend gemacht.

Bei Verwendung von ISO 10110-5 Kennziffer 3/ ist es zwingend erforderlich, die Oberfläche und den Prüfbereich anzugeben, für die die Formtoleranz gilt. Wenn in der Zeichnung nichts anderes vermerkt ist, gilt die Oberflächenformtoleranz immer für die diffraktive Oberfläche.

5.6.2 Spezifikationen für Toleranzen für Wellenfrontdeformationen

Die Toleranzen für Wellenfrontdeformationen müssen nach ISO 10110-14 angegeben werden.

ANMERKUNG Nach ISO 10110-14 ist es möglich, nur eine Toleranz für Wellenfrontdeformationen anzugeben, ohne dass Toleranzen für einzelne diffraktive Oberflächen angegeben werden müssen.

5.6.3 Angabe von anderen optischen Toleranzen

Alle anderen optischen Toleranzen, z. B. Zentrierung, Unregelmäßigkeiten, Rauheit usw., müssen unter Verwendung der in ISO 10110-1 und den anderen Teilen der Normenreihe ISO 10110 beschriebenen Bezeichnungen angegeben werden, soweit dies erforderlich ist.

6 Datenaustausch

Für die Übertragung von diffraktiven Oberflächendaten zwischen Softwaresystemen und Bearbeitungs- und Messeinrichtungen müssen einheitliche Transportformate (z. B. XML, STEP) verwendet werden. Bei der Verwendung der Transportformate muss sichergestellt sein, dass alle Daten der diffraktiven Oberfläche, einschließlich mathematischer Beschreibung, Koordinatensystem und Referenz, zuverlässig abgebildet werden. Bei der Datenübertragung muss sichergestellt werden, dass der Datenimport alle signifikanten Nachkommastellen enthält und die richtige Maßeinheit verwendet wird.

Zur Prüfung der übertragenen Oberflächenbeschreibung muss mindestens eine Sagitta-Tabelle angegeben werden. In Abhängigkeit von der Kombination aus Basisoberfläche und diffraktiver Struktur kann es erforderlich sein, mehr als eine Sagitta-Tabelle anzugeben (siehe 4.2). Zum Beispiel beschreibt eine Sagitta-Tabelle die Basisoberfläche, während eine andere Tabelle die diffraktive Struktur angibt. Jede Sagitta-Tabelle muss einen eindeutigen Titel haben, um die mathematische Gleichung zu identifizieren, aus der die Tabelleneinträge berechnet werden.

Es wird empfohlen, dass das Koordinatensystem, das zur Berechnung der Sagitta-Tabelle verwendet wird, dieselbe Symmetrie im Vergleich zur mathematischen Beschreibung aufweist wie die diffraktive Oberfläche selbst. Wird die diffraktive Oberfläche mit xy -Polynomen beschrieben, dann muss die Sagitta-Tabelle kartesische Koordinaten verwenden (siehe Tabelle 6). Werden Zernike-Polynome oder andere rotationsinvariante Polynome verwendet, dann muss die Sagitta-Tabelle Polarkoordinaten verwenden (siehe Tabelle 7). Die entsprechenden Sollwerte für z sind unter Verwendung von (x, y) - oder (ρ, φ) -Koordinaten anzugeben. Dabei muss sichergestellt werden, dass die Angabe dieser beiden Werte mit ausreichender Genauigkeit erfolgt. Im Allgemeinen gilt für z Folgendes. Die maximale Abweichung der Werte nach der Übertragung der Daten sollte sorgfältig bestimmt werden.

ANMERKUNG 1 Es werden z. B. folgende Kriterien empfohlen:

- 1/100 des kleinsten Peak-to-Valley-Wertes; oder
- 1/10 der kleinsten RMS-Anforderung an diese Oberfläche.

ANMERKUNG 2 Die Spezifikationen der Sagitta-Tabelle sind notwendig, aber nicht ausreichend, um die diffraktive Oberfläche vollständig zu beschreiben.

Tabelle 6 — Beispiel für eine Sagitta-Tabelle mit kartesischen Koordinaten

x	y	z
0,0	0,0	5,213 218
5,0	0,0	7,231 564
5,0	5,0	3,201 487
..	..	..

Tabelle 7 — Beispiel für eine Sagitta-Tabelle mit Polarkoordinaten

ρ	φ	z
0,0	0,00°	3,346 545
5,0	1,57°	1,357 573
5,0	3,14°	2,346 239
..	..	..

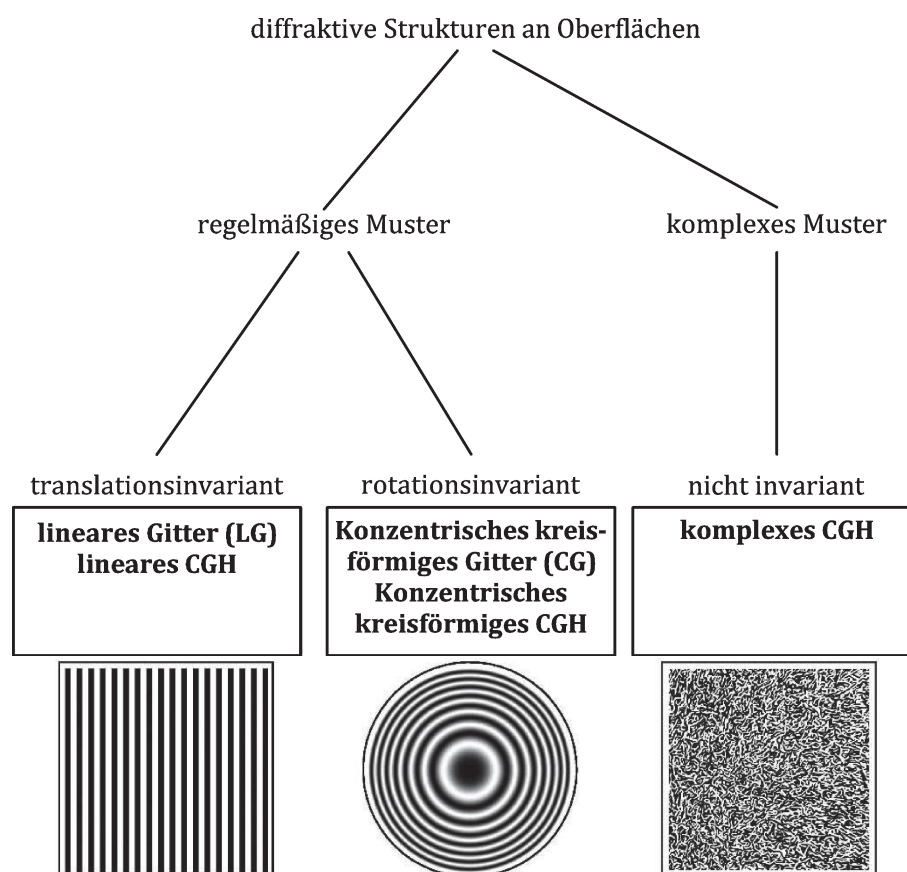
Anhang A (informativ)

Einteilung von diffraktiven Strukturen

Diffraktive Strukturen für optische Anwendungen gibt es in vielen geometrischen Konfigurationen.

ISO 15902 definiert die grundlegenden Begriffe für diffraktive optische Elemente für die Ausbreitung im freien Raum. Aus geometrischer Sicht bietet ISO 15902 jedoch keine systematische Einteilung der verschiedenen diffraktiven Strukturen.

Bild A.1 zeigt daher ein Einteilungsschema, um die in diesem Dokument verwendeten Begriffe entsprechend ihrer geometrischen Konfiguration zuzuordnen.



ANMERKUNG Es gibt auch nicht gleichmäßig verteilte, translations- und rotationsinvariante Strukturen.

Bild A.1 — Einteilungsschema für optische Elemente mit diffraktiver Struktur

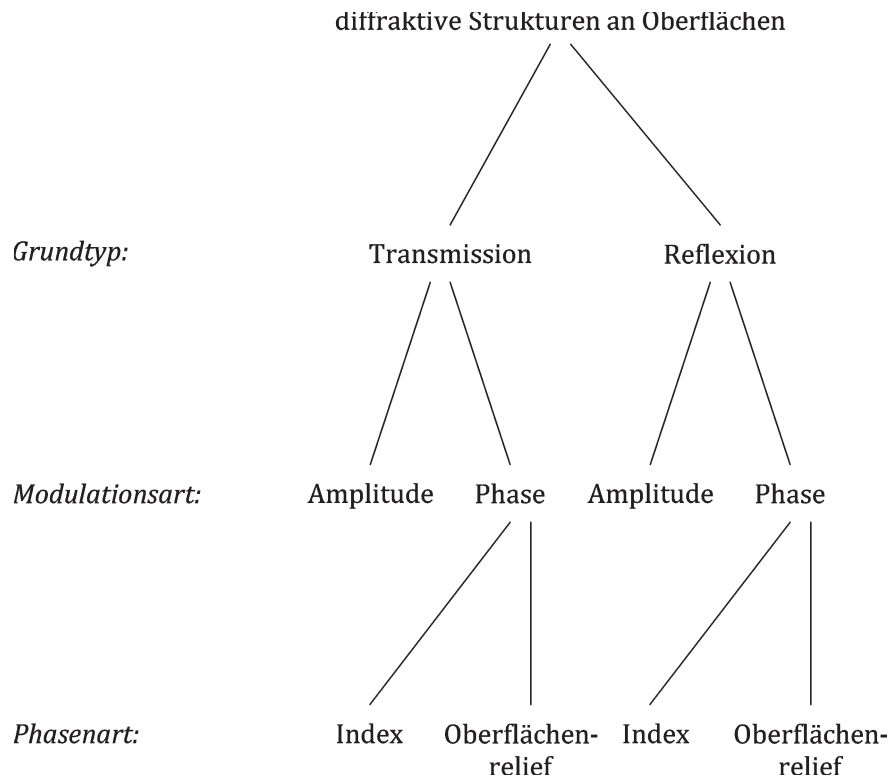


Bild A.2 — Einteilungsschema für diffraktive Strukturen