

DIN ISO 14997



ICS 37.020

Entwurf

Einsprüche bis 2016-09-29
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 14997:2013-08

**Optik und Photonik –
Prüfverfahren für Oberflächenunvollkommenheiten optischer Elemente
(ISO/DIS 14997:2016);
Text Deutsch und Englisch**

Optics and photonics –
Test methods for surface imperfections of optical elements (ISO/DIS 14997:2016);
Text in German and English

Optique et photonique –
Méthodes d'essai applicables aux imperfections de surface des éléments optiques
(ISO/DIS 14997:2016);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-07-29 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 des 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 42 Seiten

DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Definitionen	6
4 Prüfverfahren und Klassen	7
5 Allgemeine Informationen zu Sichtprüfungen	8
6 Beurteilungsverfahren für die Spezifikation von Oberflächenunvollkommenheiten auf Grundlage der Sichtbarkeit.....	8
6.1 Visuelle Beurteilung (IV)	8
6.1.1 Typisches visuelles Beurteilungsverfahren	8
6.2 Vergleichende Prüfung der Sichtbarkeit (IS)	9
6.2.1 Allgemeines	9
6.2.2 Typisches Sichtbarkeits-Vergleichsverfahren unter Durchlicht	9
6.2.3 Alternatives Sichtbarkeits-Vergleichsverfahren unter Durchlicht.....	10
6.2.4 Sichtbarkeits-Vergleichsverfahren unter reflektiertem Licht.....	10
7 Beurteilungsverfahren für die Spezifikation von Oberflächenunvollkommenheiten auf Grundlage der Maße	10
7.1 Visuelle Beurteilung (IV)	10
7.1.1 Typisches visuelles Beurteilungsverfahren	10
7.2 Vergleichende Maßprüfung (IS).....	11
7.2.1 Allgemeines	11
7.2.2 Typisches vergleichendes Maßprüfungsverfahren	11
7.3 Vergleichende Maßprüfung mit Vergrößerung (IM).....	11
7.3.1 Allgemeines	11
7.3.2 Typisches stereomikroskopisches Beurteilungsverfahren.....	12
8 Linien-äquivalente Breite (LEW) und äquivalenter Durchmesser (SED)	12
9 Objektive Prüfverfahren	13
10 Prüfbericht.....	13
Anhang A (normativ) Ausrüstung für Sichtprüfungen.....	15
Anhang B (informativ) Empfohlene Maße von Artefakten auf der Skala eines Vergleichsnormals.....	17
Anhang C (informativ) Beschreibung eines Mikroskop-Bildkomparators	18
C.1 Funktionsprinzip	18
C.2 Schematische Darstellung eines Komparators.....	18
C.3 Funktionsweise	19
C.4 Kalibrierung	20
Anhang D (normativ) Anzahl zulässiger kleinerer Unvollkommenheiten mit äquivalenter Fläche der angegeben Stufe	21
Literaturhinweise.....	22

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (ISO/DIS 14997:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172/SC 1 „Fundamental standards“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) unter Beteiligung deutscher Experten ausgearbeitet. Für die deutsche Mitarbeit ist der DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO), Arbeitsausschuss NA 027-01-02 AA „Grundnormen für die Optik“, Arbeitskreis „Messverfahren für die Optik“, zuständig.

Für die in Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 10110-7	siehe	DIN ISO 10110-7
ISO 11145	siehe	DIN EN ISO 11145

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des ISO/DIS 14997 entsprechend der diesbezüglich durch ISO erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen ISO-Text.

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 14997:2013-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Norm wurde an ISO/DIS 10110-7 angepasst;
- b) es wurden zusätzliche Inhalte, die zur Aufnahme der Sichtbarkeitsprüfung erforderlich waren, hinzugefügt.

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

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: Oberflächengüte; Rauheit und Welligkeit*

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

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

DIN EN ISO 11145, *Optik und Photonik — Laser und Laseranlagen — Begriffe und Formelzeichen*

DIN EN ISO 11151 (alle Teile), *Laser und Laseranlagen — Optische Standardkomponenten*

DIN EN ISO 21254-1, *Laser und Laseranlagen — Prüfverfahren für die laserinduzierte Zerstörschwelle — Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundsätze*

DIN EN ISO 21254-2, *Laser und Laseranlagen — Prüfverfahren für die laserinduzierte Zerstörschwelle — Teil 2: Bestimmung der Zerstörschwelle*

DIN EN ISO 21254-3, *Laser und Laseranlagen — Prüfverfahren für die laserinduzierte Zerstörschwelle — Teil 3: Zertifizierung der Belastbarkeit hinsichtlich Laserleistung (-energie)*

Optik und Photonik — Prüfverfahren für Oberflächenunvollkommenheiten optischer Elemente (ISO/DIS 14997:2016)

Einleitung

Für mehr als 60 Jahre war die Sichtprüfung das Standardverfahren der optischen Industrie zur Prüfung optischer Oberflächen auf örtlich begrenzte Unvollkommenheiten und zur Bestimmung der Eignung zur Verwendung.

Diese Internationale Norm wurde als Reaktion auf den weltweiten Bedarf an genormten Prüfverfahren für Oberflächenunvollkommenheiten entwickelt. Oberflächenunvollkommenheiten wie Löcher und Kratzer (en: scratch and dig) entstehen durch lokale Beschädigungen während oder nach der Herstellung. Sie können sichtbar werden als Lichtstreuung und den Eindruck von schlechter Qualität erwecken. Andernfalls kann dieses als ungewolltes Falschlicht (Streustrahlung) auf einer Bildebene auftauchen oder es kann zu einer Beeinträchtigung der Qualität des Signals bei einem Bildsensor führen. Oberflächenunvollkommenheiten können auch lokale Spannungen verursachen und schließlich zum Ausfall von Bauteilen führen, wenn diese beispielsweise Laserstrahlung mit großer Leistung/Energiedichte ausgesetzt sind. In den meisten Fällen geben Oberflächenunvollkommenheiten jedoch Aufschluss über die Verarbeitungsqualität und haben keinerlei Auswirkung auf die Funktion des jeweiligen Bauteils.

Da moderne Methoden der Oberflächenbewertung Auflösungen im Bereich atomarer Dimensionen ermöglichen, wird kaum eine Oberfläche gefunden, die ganz frei von örtlich begrenzten Unvollkommenheiten ist. Die meisten hergestellten Oberflächen sind ausreichend für ihren beabsichtigten Gebrauch, aber ein kleiner Anteil kann offensichtliche Schäden davon getragen haben und wird entweder überarbeitet oder als unakzeptabel betrachtet. Hier können einige Exemplare übrigbleiben, die trotz leichter Schäden, nach Prüfung immer noch akzeptabel sein können, abhängig von der Größe der Oberflächenunvollkommenheiten, die vom Kunden gefordert und in Zeichnungen, wie in ISO 10110-7, festgelegt sind. Diese Internationale Norm beschreibt, wie die Verfahren angewendet werden.

In einigen Fällen ist eine Messung oder näherungsweise Bestimmung der Größe von Unvollkommenheiten auf einer optischen Oberfläche erforderlich. In anderen Fällen kann jedoch eine Untersuchung ihrer Helligkeit oder Erscheinungsform und nicht der Größe erforderlich oder wünschenswert sein. In diesen Fällen wird eine Sichtprüfung der Maßprüfung vorgezogen.

Es sollte beachtet werden, dass andere Defekte, die Streulicht erzeugen und auch gemessen werden müssen, als Löcher auf der kompletten Oberfläche einer nicht vollständig polierten Oberfläche auftauchen können, und als Blasen und Schlieren in optischem Material. Die Messung der Laserzerstörungsschwelle erfordert auch empfindliche Messgeräte, um den Betrag der Lichtstreuung durch Beschädigung in einem frühen Stadium zu messen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die physikalischen Grundlagen und praktische Mittel für die Verfahren zur Messung von Oberflächenunvollkommenheiten fest.

Für mit dem Sichtbarkeitsverfahren spezifizierte Unvollkommenheiten werden zwei Prüfmethoden beschrieben. Die erste ist die visuelle Beurteilung der Oberfläche ohne jegliches Vergleichsnormal (IV). Die zweite ist die visuelle Beurteilung einer Oberflächenunvollkommenheit im Vergleich zu einem Artefakt mit bekannter Helligkeit (IS).

Für mit dem Maßverfahren spezifizierte Unvollkommenheiten werden drei Methoden beschrieben. Die erste ist die visuelle Beurteilung der Oberfläche ohne jegliches Vergleichsnormal (IV). Die zweite ist die Maßbeurteilung einer Oberflächenunvollkommenheit im Vergleich zu einem Artefakt mit bekannter Größe (IS). Die dritte ist die Messung einer Oberflächenunvollkommenheit mit Vergrößerung und entweder einem Vergleichsartefakt mit bekannter Größe oder einer Strichplatte bzw. einem Lineal (IM).

Es sind Instrumente verfügbar, die eine objektive Messung der Helligkeit (Digital-Scatterometrie) oder der Größe (Digital-Mikroskopie) ermöglichen. Obwohl diese Instrumente für die Beurteilung von Oberflächenunvollkommenheiten zulässig sind, liegen sie außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm.

Diese Norm ist auf optische Oberflächen von Bauteilen oder Baugruppen wie Objektive mit zwei oder drei Linsen anwendbar.

Auf optische Bauteile aus Kunststoff sollte diese Norm mit Vorsicht angewendet werden. Beschädigungen von Kunststoffmaterialien durch Stöße unterscheiden sich optisch häufig stark von denen in härteren Materialien, da durch diese nicht immer Material entfernt wird sondern durch Materialverdrängung Wellen in der Oberfläche entstehen können. In der Folge können optische Vergleiche von Kratzern und Löchern in Kunststoffen mit ähnlichen Beschädigungen in Glas oder kristallinen Materialien zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen.

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

ISO 11145, *Optics and photonics — Lasers and laser-related equipment — Vocabulary and symbols*

3 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 10110-7 und ISO 11145 und die folgenden Begriffe.

3.1

Vergleichsnormal für Helligkeit

Platte, Scheibe oder Fenster mit einem oder mehreren Artefakten mit bekanntem Helligkeitsgrad

3.2

Vergleichsnormal für Maße

Platte, Scheibe oder Fenster mit einem oder mehreren strukturierten Artefakten (Chrom auf Glas, Tinte auf Film, Eisenoxid auf Glas, geätztes Glas etc.) mit bekannter Größe

3.3

linien-äquivalente Breite

LEW

(en: line-equivalent width)

Breite eines voll ausgebildeten Kratzers oder einer Absorptionslinie, die die gleiche Menge an Strahlung absorbiert, wie ein teilweise ausgebildeter Kratzer

ANMERKUNG Die LEW eines voll ausgebildeten Kratzers gleicht ihrer geometrischen Breite.

3.4

äquivalenter Durchmesser

SED

(en: spot-equivalent diameter)

Durchmesser eines voll ausgebildeten Loches oder eines Absorptionspunktes, das die gleiche Menge an Strahlung absorbiert, wie ein teilweise ausgebildetes Loch

ANMERKUNG Der SED eines voll ausgebildeten Loches gleicht dem geometrischen Durchmesser, wobei die Stufenzahl aber der Quadratwurzel ihrer Fläche entspricht.

4 Prüfverfahren und Klassen

Oberflächenunvollkommenheiten können als Maß der Sichtbarkeit oder Größe angegeben und klassifiziert werden. Oberflächenunvollkommenheiten können visuell mit oder ohne Vergrößerung oder mit entsprechender geeigneter Ausrüstung objektiv bewertet werden. Tabelle 1 zeigt die Beurteilungsverfahren nach Prüfklassen für die Sichtbarkeit von Oberflächenunvollkommenheiten. Tabelle 2 zeigt die Beurteilungsverfahren nach Prüfklassen für die Abmessungen von Oberflächenunvollkommenheiten.

Tabelle 1 — Beurteilungsverfahren für die Spezifikation von Oberflächenunvollkommenheiten auf Grundlage der Sichtbarkeit

Prüfklasse	Beurteilungsverfahren	Vergleichsnormal
Visuelle Beurteilung (Klasse IV)	Entsprechend 5.1 ^{N1)} jede Anordnung zulässig	Nicht erforderlich
Vergleichende Prüfung der Sichtbarkeit (Klasse IS)	Beliebige Anordnung aus Anhang A	In der Zeichnung angegebenes Vergleichsnormal für Helligkeit

Sofern in der Zeichnung keine Prüfkasse angegeben ist, ist IS die Standard-Prüfkasse für sichtbarkeitsbasierte Spezifikationen.

N1) Nationale Fußnote: Fehler in der ISO Fassung. Der Verweis ist 6.1, nicht 5.1.

Tabelle 2 — Beurteilungsverfahren für die Spezifikation von Oberflächenunvollkommenheiten auf Grundlage der Abmessungen

Prüfklasse	Beurteilungsverfahren	Vergleichsnormal
Visuelle Beurteilung (Klasse IV)	Entsprechend 6.1 jede Anordnung zulässig	Nicht erforderlich
Vergleichende Maßprüfung (Klasse IS)	Anordnung in Anhang A.3 ^{N2)} entsprechend 6.2	Vergleichsnormal für Maße entsprechend Anhang B
Vergleichende Maßprüfung mit Vergrößerung (Klasse IM)	Lupe oder Stereomikroskop entsprechend 6.3 ^{N3)}	Vergleichsnormal für Maße entsprechend Anhang B

Sofern in der Zeichnung keine Prüfklasse angegeben ist, wird die verwendete Klasse von der Spezifikation bestimmt. Die Standard-Prüfklasse für Spezifikationen der Maße von allgemeinen oder Beschichtungs-Unvollkommenheiten unter Grad 0,1 oder bei langen Kratzern unter 0,01 ist IM. Für alle anderen Spezifikationen ist IS die Standard-Prüfklasse.

Wenn zwei oder mehr optische Elemente zu verkitten (oder anzusprengen) sind, gelten die für das individuelle Element angegebenen das Grenzabmaß für Oberflächenunvollkommenheiten und Prüfklassen auch für die Oberflächen der optischen Baugruppe zu, d. h. nach der Verkittung (oder des Ansprengens), sofern nicht anders angegeben.

5 Allgemeine Informationen zu Sichtprüfungen

Optische Komponenten müssen erst gereinigt und visuell auf Streulicht inspiziert werden. Dies soll vorzugsweise unter flachem Beobachtungswinkel bei seitlicher Beleuchtung (Dunkelfeldbeleuchtung) erfolgen. Die meisten optischen Bauteile sind entweder offensichtlich akzeptabel oder offensichtlich inakzeptabel. Für diese Bauteile ist keine weitere Beurteilung erforderlich. Üblicherweise tritt eine geringe Zahl zweifelhafter Bauteile auf, deren Unvollkommenheiten eine sorgfältige Beurteilung erfordern.

6 Beurteilungsverfahren für die Spezifikation von Oberflächenunvollkommenheiten auf Grundlage der Sichtbarkeit

6.1 Visuelle Beurteilung (IV)

Der Prüfer muss den Grad der Helligkeit der Unvollkommenheiten untersuchen. Sofern erforderlich, muss der Prüfer das in der Zeichnung referenzierte Vergleichsnormal für Helligkeit heranziehen. Der Grad der Unvollkommenheit ist der Grad des nächsten, besser sichtbaren Artefaktes des Vergleichsnormals, in der Wahrnehmung des Prüfers.

Sofern erforderlich, sollten die Länge der Kratzer und die Ausprägung der Randaussprünge am physischen Rand der Oberfläche visuell abgeschätzt werden.

6.1.1 Typisches visuelles Beurteilungsverfahren

6.1.1.1 Prüfanordnung

Das Prüfverfahren wird üblicherweise mit einer leistungsstarken Faserlichtquelle mit Schwanenhals in einem dunklen Bereich durchgeführt, indem sich ein mattschwarzes Hintergrundmaterial befindet. Es ist

^{N2)} Nationale Fußnote: Fehler in der ISO Fassung. Der Verweis ist Bild A.3, nicht Anhang A.3.

^{N3)} Nationale Fußnote: Fehler in der ISO Fassung. Der Verweis ist 7.3, nicht 6.3.

keine spezifische Sichtstation erforderlich, wobei der Prüfer jedoch die besten Bedingungen für die Prüfung wählen darf.

6.1.1.2 Vorgehen bei der Prüfung

Das Element muss gedreht und/oder geneigt und die Faserlichtquelle so positioniert werden, dass eine maximale Sichtbarkeit der Unvollkommenheiten auf der Oberfläche bei Sichtung vor dem schwarzen Hintergrund gegeben ist. Unvollkommenheitsgrade werden visuell auf Grundlage der Erfahrung des Prüfers beurteilt. Um eine maximale Sichtbarkeit der Unvollkommenheiten sicherzustellen, werden diese im Dunkelfeld betrachtet. Das bedeutet, dass sie gegen einen schwarzen Hintergrund in reflektiertem Licht betrachtet werden, das von einer reflektierenden Oberfläche gestreut wird. Dieses Verfahren kann zur Prüfung jeglicher unbeschichteter, beschichteter oder reflektierender Optiken verwendet werden.

6.2 Vergleichende Prüfung der Sichtbarkeit (IS)

6.2.1 Allgemeines

Die Helligkeit einzelner Unvollkommenheiten kann mit einer vergleichenden Beurteilung der Sichtbarkeit bestimmt werden. Jeder der drei in Anhang A beschriebenen Aufbauten kann in Verbindung mit der auf der Zeichnung angegebenen geeigneten Vergleichsnorm für Helligkeit verwendet werden.

Unvollkommenheiten werden visuell mit einem Vergleich nebeneinanderliegend des Vergleichsnormals mit dem zu prüfenden Element beurteilt. Das Element und das Vergleichsnormal müssen gedreht und/oder geneigt werden, um eine maximale Sichtbarkeit der Unvollkommenheit sicherzustellen.

Die Helligkeit der Unvollkommenheit muss mit jedem Artefakt des Vergleichsnormals verglichen werden, um das ähnlichste zu ermitteln. Der Grad der Unvollkommenheit ist der Grad, des nächsten jedoch besser sichtbaren Artefaktes des Vergleichsnormals. Wenn die Unvollkommenheit beispielsweise dem Kratzerartefakt mit dem Grad 10 ähnlich ist und dabei jedoch heller ist, wird er als Kratzer mit dem Grad 20 angesehen.

Sofern erforderlich, sollten die Länge der Kratzer und die Ausprägung der Randaussprünge am physischen Rand der Oberfläche mit der Vergleichsnorm oder einem Lineal gemessen werden. Zu diesem Zweck kann unabhängig von der Spezifikationsart oder der Prüfklasse eine Lupe oder ein Mikroskop mit geringer Vergrößerung eingesetzt werden.

6.2.2 Typisches Sichtbarkeits-Vergleichsverfahren unter Durchlicht

6.2.2.1 Prüfanordnung

Dieses Prüfverfahren erfordert ein mattschwarzes Hintergrundmaterial und eine Lampe mit einem Diffusor aus geschliffenem Glas oder Opalglas, der vertikal über dem matten Hintergrund montiert ist. Die Beleuchtungsstärke muss mindestens 350 lx und maximal 1250 lx betragen. Eine schematische Darstellung eines solchen Aufbaus ist in Abbildung A.1 zu sehen.

6.2.2.2 Vorgehen bei der Prüfung

Das zu prüfende Element und das Vergleichsnormal müssen so gehalten werden, dass sie in etwa rechtwinklig zum Rand des oben beschriebenen Diffusors ausgerichtet sind und werden vor dem mattschwarzen Hintergrund betrachtet. Unvollkommenheiten werden im Dunkelfeld, d. h. das gestreute Licht von der Oberfläche, und im Winkel von ca. 90° zur Beleuchtung betrachtet.

6.2.3 Alternatives Sichtbarkeits-Vergleichsverfahren unter Durchlicht

6.2.3.1 Prüfanordnung

Dieses Prüfverfahren erfordert eine Lampe, die ca. 75 mm von einem Diffusor aus geschliffenem Glas oder Opalglas entfernt positioniert ist. Circa die halbe Fläche des Glasdiffusors muss von zwei oder mehr undurchsichtigen horizontalen oder vertikalen schwarzen Balken bedeckt sein, die sich vor und in Kontakt mit dem Diffusor befinden. Die Beleuchtungsstärke muss mindestens 150 lx und maximal 360 lx betragen. Eine schematische Darstellung eines solchen Aufbaus ist in Abbildung A.2 zu sehen.

6.2.3.2 Vorgehen bei der Prüfung

Das zu prüfende Element und das Vergleichsnormale müssen vor den Diffusor gehalten werden. Das Element und das Vergleichsnormale werden vor den schwarzen Balken betrachtet. Unvollkommenheiten werden im Dunkelfeld, d. h. gegen die schwarzen Balken, und unter Beleuchtung mit annähernd senkrechtem Einfall betrachtet.

6.2.4 Sichtbarkeits-Vergleichsverfahren unter reflektiertem Licht

6.2.4.1 Prüfanordnung

Dieses Prüfverfahren erfordert ein mattschwarzes Hintergrundmaterial und eine darüber positionierte Lampe. Die Beleuchtungsstärke muss mindestens 1000 lx und maximal 2800 lx betragen. Eine schematische Darstellung eines solchen Aufbaus ist in Abbildung A.3 zu sehen.

6.2.4.2 Vorgehen bei der Prüfung

Das zu prüfende Element und das Vergleichsnormale müssen so gehalten werden, dass sie in etwa auf einer Ebene unter der oben beschriebenen Lampe ausgerichtet sind und werden vor dem mattschwarzen Hintergrund betrachtet. Unvollkommenheiten werden im Dunkelfeld beobachtet. Das bedeutet, dass sie gegen den schwarzen Hintergrund in reflektiertem Licht betrachtet werden, das von der reflektierenden Oberfläche gestreut wird. Dieses Verfahren kann zur Prüfung jeglicher unbeschichteter, beschichteter oder reflektierender Optiken verwendet werden.

7 Beurteilungsverfahren für die Spezifikation von Oberflächenunvollkommenheiten auf Grundlage der Maße

7.1 Visuelle Beurteilung (IV)

Der Prüfer muss den Grad der Größe der Unvollkommenheiten bewerten. Sofern erforderlich, muss der Prüfer ein Vergleichsnormale für Maße heranziehen, so wie in Anhang B beschrieben. Der Grad der Unvollkommenheit ist der Grad, der in der Wahrnehmung des Prüfers dem nächst größeren Artefakt des Vergleichsnormals am nächsten kommt.

Die Ausprägung der Randaussprünge vom physischen Rand der Oberfläche sollten visuell abgeschätzt werden.

7.1.1 Typisches visuelles Beurteilungsverfahren

7.1.1.1 Prüfanordnung

Das Prüfverfahren wird üblicherweise mit einer leistungsstarken Faserlichtquelle mit Schwanenhals in einem dunklen Bereich durchgeführt, mit einem mattschwarzen Hintergrundmaterial. Es ist keine spezifische Prüfanordnung erforderlich, wobei der Prüfer jedoch die besten Bedingungen für die Prüfung wählen darf.

7.1.1.2 Vorgehen bei der Prüfung

Das Element muss gedreht und/oder geneigt und die Faserlichtquelle so positioniert werden, dass eine maximale Sichtbarkeit der Unvollkommenheiten auf der Oberfläche bei Sichtung vor dem schwarzen Hintergrund gegeben ist. Unvollkommenheitsgrade werden visuell auf Grundlage der Erfahrung des Prüfers beurteilt. Unvollkommenheiten werden im Dunkelfeld betrachtet. Das bedeutet, gestreutes reflektiertes Licht von der reflektierenden Oberfläche beobachtet gegen den schwarzen Hintergrund. Dieses Verfahren kann zur Prüfung jeglicher unbeschichteter, beschichteter oder reflektierender Optiken verwendet werden.

7.2 Vergleichende Maßprüfung (IS)

7.2.1 Allgemeines

Die Größe von Unvollkommenheiten mit einem Durchmesser von mehr als 40 µm oder mit einer Breite von mehr als 25 µm auf transmittierenden oder reflektierenden Substraten kann mit visueller Beurteilung bestimmt werden. Der in Bild A.3 gezeigte Aufbau mit reflektiertem Licht muss in Verbindung mit dem in Anhang B beschriebenen geeigneten Vergleichsnormal verwendet werden.

Die Größe der Unvollkommenheit muss mit jedem Artefakt des Vergleichsnormals verglichen werden, um das ähnlichste zu ermitteln. Der Grad der Unvollkommenheit ist der Grad, der dem ähnlichsten, jedoch größeren Artefakt des Vergleichsnormals am nächsten kommt. Wenn die Unvollkommenheit beispielsweise dem Artefakt mit dem Grad 0,1 ähnlich ist und dabei jedoch größer ist, wird sie als Unvollkommenheit mit dem Grad 0,16 angesehen.

Die Ausprägung der Randaussprünge am physischen Rand der Oberfläche sollten mit dem Vergleichsnormale oder einem Lineal gemessen werden. Zu diesem Zweck kann unabhängig von der Spezifikationsart oder der Prüfklasse eine Lupe oder ein Mikroskop mit geringer Vergrößerung eingesetzt werden.

7.2.2 Typisches vergleichendes Maßprüfungsverfahren

7.2.2.1 Prüfanordnung

Dieses Prüfverfahren erfordert ein mattschwarzes Hintergrundmaterial und eine darüber positionierte Lampe. Die Beleuchtungsstärke muss mindestens 1000 lx und maximal 2800 lx betragen. Eine schematische Darstellung eines solchen Aufbaus ist in Abbildung A.3 zu sehen.

7.2.2.2 Vorgehen bei der Prüfung

Unvollkommenheiten werden visuell mit einem nebeneinanderliegenden Vergleich des Vergleichsnormals mit dem zu prüfenden Element beurteilt. Das zu prüfende Element und das Vergleichsnormal müssen so gehalten werden, dass sie in etwa auf einer Ebene unter der oben beschriebenen Lampe ausgerichtet sind und sich vor dem mattschwarzen Hintergrund befinden. Das Element muss gedreht und/oder geneigt werden, um eine optimale Beurteilung der Größe der Unvollkommenheit sicherzustellen. Unvollkommenheiten werden im Dunkelfeld betrachtet. Das bedeutet, gestreutes reflektiertes Licht von der reflektierenden Oberfläche beobachtet gegen den schwarzen Hintergrund. Dieses Verfahren kann zur Prüfung jeglicher unbeschichteter, beschichteter oder reflektierender Optiken verwendet werden.

7.3 Vergleichende Maßprüfung mit Vergrößerung (IM)

7.3.1 Allgemeines

Die Grade von Unvollkommenheiten mit einem Durchmesser von weniger als 40 µm oder mit einer Breite von weniger als 25 µm auf transmittierenden oder reflektierenden Substraten müssen mit einer Vergrößerung bestimmt werden. Für den in Bild A.3 gezeigten Prüfaufbau können Lupen zusammen mit dem Vergleichsnormal für Maße eingesetzt werden, sofern sowohl das Vergleichsnormal als auch die zu beurteilende Unvollkommenheit mit der gleichen Vergrößerung betrachtet werden. Alternativ kann eine

Beurteilung mit einem Stereomikroskop durchgeführt werden. In jedem Fall müssen Vergleichsnormale entsprechend der Beschreibung in Anhang B verwendet werden.

Die Grade von Unvollkommenheiten mit einem Durchmesser von weniger als 16 µm oder mit einer Breite von weniger als 10 µm auf transmittierenden oder reflektierenden Substraten müssen mit einem Mikroskop mit geringer bis mittlerer Vergrößerung bestimmt werden.

Die Ausprägung der Randaussprünge am physischen Rand der Oberfläche können ebenfalls mit dem gleichen Aufbau gemessen werden, wenn anstatt des Vergleichsnormals für Maße ein Lineal oder ein anderer kalibrierter Längenstandard verwendet wird.

7.3.2 Typisches stereomikroskopisches Beurteilungsverfahren

7.3.2.1 Prüfanordnung

Dieses Prüfverfahren erfordert ein Stereomikroskop mit mattschwarzen Hintergrundmaterial im Sichtfeld. Es sind viele solcher Stereomikroskope verfügbar, von denen die meisten über Zoombereiche wie 7- bis 40-facher oder 8- bis 32-facher Vergrößerung verfügen. Das Sichtfeld wird mit einer Faserlichtquelle variabler Helligkeit oder einer anderen Mikroskopbeleuchtung ausgeleuchtet, deren Helligkeit typischerweise im Bereich von mindestens 10000 lx liegt.

7.3.2.2 Vergrößerungsaufbau

Das Stereomikroskop muss auf eine für die erforderliche Prüfung geeignete Vergrößerung eingestellt werden. Für die Beurteilung der Häufung verfügt ein optimaler Aufbau über eine minimale Vergrößerung, die Unvollkommenheiten mit der 0,16-fachen Größe des angegebenen Grades auflöst. Dies ermöglicht den größtmöglichen relevanten Bereich während der Messung und erfasst dabei nicht die vielen kleineren Unvollkommenheiten, die für die Beurteilung nicht gezählt werden brauchen.

7.3.2.3 Vorgehen bei der Prüfung

Unvollkommenheiten werden visuell mit einem nebeneinanderliegenden Vergleich des Vergleichsnormals mit dem zu prüfenden Element beurteilt. Das zu prüfende Element und das Vergleichsnormal müssen so positioniert werden, dass sie sich beide im Sichtfeld des Mikroskops befinden. Die Größe der Unvollkommenheit muss mit jedem Artefakt des Vergleichsnormals verglichen werden, um das ähnlichste zu ermitteln. Der Grad der Unvollkommenheit ist der Grad, der dem ähnlichsten, jedoch größeren Artefakt des Vergleichsnormals am nächsten kommt. Wenn die Unvollkommenheit beispielsweise dem Artefakt mit dem Grad 0,1 ähnlich ist und dabei jedoch größer ist, wird sie als Unvollkommenheit mit dem Grad 0,16 angesehen.

8 Linien-äquivalente Breite (LEW) und äquivalenter Durchmesser (SED)

Die präzise Erfassung kleiner Oberflächenunvollkommenheiten, die unter Dunkelfeldbeleuchtung klar sichtbar sein können, hat sich unter Werkstattbedingungen als sehr schwierig erwiesen (siehe Referenz [10]). Es wurde ein parametrisches Verfahren beschrieben (siehe Referenz [11]), das dieses Problem durch Gleichsetzen des Schweregrades der Unvollkommenheit mit dem Ausmaß der Abschattung des einfallenden Strahls im Vergleich mit einem absorbierenden Artefakt von bekannter Größe unter Verwendung eines Mikro-Bildkomparators überwindet. Die Abschattung jeder einzelnen Oberflächenunvollkommenheit mit zweifelhaftem Schweregrad, die während der Messung identifiziert wird, wird separat gemessen. Kratzer, die kleiner oder gleich 10 µm breit sind, werden über ihre LEW-Werte gemessen. Wenn unterschiedliche Werte für die tatsächliche Breite und seine LEW oder der tatsächliche Durchmesser eines Loches und sein SED gemessen werden, dann muss für die Berechnung der Stufen in beiden Fällen der geringere Zahlenwert verwendet werden, welcher eine Transmission durch eine teilweise ausgebildete Oberflächenunvollkommenheit erlaubt.

Bei einer solchen Beurteilung können größere Unvollkommenheiten akzeptabel sein, als dies bei einer einfachen Maßprüfung der Fall wäre. Dies ist zulässig, ist jedoch nicht gängige Praxis und liegt außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm. Eine Konstruktionsbeschreibung des Instrumentes befindet sich in Anhang C, dient jedoch lediglich der Information.

9 Objektive Prüfverfahren

Es bestehen Instrumente und Systeme, die eine objektive Beurteilung von Oberflächenunvollkommenheiten ermöglichen. Es sind digitale Mikroskope verfügbar, die Software zur Bildanalyse verwenden und so eine sehr präzise und objektive Größenmessung von Unvollkommenheiten ermöglichen. Einige automatisierte Mikroskope können sogar so programmiert werden, dass sie eine halbautomatische oder automatische Oberflächenprüfung durchführen und einen Bericht über gefundene Unvollkommenheiten ausgeben. Zusätzlich sind sowohl Streustrahlungsmesser für Laser als auch für Weißlicht verfügbar, die mit einem visuellen Vergleichsnorm kalibriert und für Bewertungen der Helligkeit oder Sichtbarkeit von Kratzern und Löchern verwendet werden können.

ANMERKUNG Obwohl diese Norm ihre Verwendung nicht ausschließt, bietet sie keine Anleitung für ihre Anwendung in der Beurteilung von Oberflächenunvollkommenheiten. Sofern solche Prüfverfahren erforderlich sind, sollten sich der Kunde und der Lieferant in Bezug auf zu verwendende Instrumente und Messbedingungen einigen.

10 Prüfbericht

Wenn ein Prüfbericht erforderlich ist, müssen die folgenden Informationen für jede geprüfte Oberfläche des Bauteils zur Verfügung gestellt werden.

a) Allgemeine Informationen:

- 1) Name und Adresse der Prüfstelle;
- 2) Name des Prüfers;
- 3) Datum der Messung;
- 4) Internationale Norm und/oder Spezifikationsnummern.

b) Informationen über die Probe:

- 1) Zeichnungsnummer des Bauteils;
- 2) transmittierendes/reflektierendes Bauteil;
- 3) Maße des Bauteils;
- 4) Beschreibung der Orientierungs- und Seitenmarkierung;
- 5) Spezifikation der Oberflächenqualität.

Sofern erforderlich, müssen die folgenden zusätzlichen Informationen bereitgestellt werden. Wenn diese zusätzlichen Informationen erforderlich sind, kann dies mit einer Anmerkung auf der Zeichnung vermerkt werden.

c) Prüfbedingungen:

- 1) Beurteilungsverfahren oder Prüfverfahren;
- 2) Vergrößerung, sofern vorhanden.