

DIN ISO 10110-8

ICS 01.100.20; 37.020

Einsprüche bis 2020-11-18
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 10110-8:2012-02

Entwurf

**Optik und Photonik –
Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme –
Teil 8: Oberflächenbeschaffenheit (ISO 10110-8:2019);
Text Deutsch und Englisch**

Optics and photonics –
Preparation of drawings for optical elements and systems –
Part 8: Surface texture (ISO 10110-8:2019);
Text in German and English

Optique et photonique –
Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques –
Partie 8: État de surface (ISO 10110-8:2019);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-09-18 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nafuo@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) oder 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 57 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	6
Vorwort	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Beschreibung der Oberflächenbeschaffenheit	15
4.1 Allgemeines	15
4.2 Beschreibung matter Oberflächen	16
4.3 Beschreibung optisch glatter Oberflächen	16
4.3.1 Beschreibungsmethode	16
4.3.2 rms Rauheit und rms Welligkeit	17
4.3.3 Poliergrad	17
4.3.4 Funktion des Leistungsdichtespektrums (PSD-Funktion)	17
4.3.5 Funktion des flächenhaften Leistungsdichtespektrums (APSD-Funktion)	19
4.3.6 rms Steigung	19
4.3.7 Flächenhafte rms Steigung	20
5 Darstellung in Zeichnungen	20
5.1 Allgemeines	20
5.2 Darstellung der Oberflächenbeschaffenheit matter Oberflächen	20
5.3 Darstellung der Oberflächenbeschaffenheit optisch glatter Oberflächen	21
5.3.1 Optisch glatte Oberfläche ohne quantitative Angaben	21
5.3.2 Darstellung der Oberflächenglätte mittels Poliergrad	21
5.3.3 Darstellung der rms Rauheit und rms Welligkeit	22
5.3.4 Angabe der Werte der PSD-Funktion	22
5.3.5 Angabe der Werte der APSD-Funktion	23
5.3.6 Darstellung der rms oder flächenhaften rms Steigung	23
5.3.7 Darstellung der Rillen	24
5.4 Anordnung	24
Anhang A (informativ) Zusammenhang zwischen Oberflächenbeschaffenheit und Streucharakteristik von Flächen mit Feinstruktur	25
Anhang B (informativ) Beispiele für Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit	27
Literaturhinweise	31

Bilder

Bild 1 — Übertragungscharakteristik für das Rauheits- und Welligkeitsprofil	11
Bild 2 — Darstellung der Oberflächenbeschaffenheit einer matten Oberfläche	21
Bild 3 — Darstellung für eine optisch glatte Oberfläche ohne quantitative Angaben	21
Bild 4 — Darstellung für eine optisch glatte Oberfläche mit quantitativen Angaben; Poliergrad mit $Rq \leq 0,004 \mu\text{m}$ bei einem räumlichen Band von 0,002 mm bis 1,0 mm	22
Bild 5 — Darstellung für eine optisch glatte Oberfläche mit quantitativen Angaben; Poliergrad von $Rq \leq 0,002 \mu\text{m}$ bei dem räumlichen Band von 0,002 mm bis 1 mm	22
Bild 6 — Darstellung für eine optisch glatte Oberfläche; $PSD \leq 1,0/f^2 \text{ (nm}^2 \times \text{mm)}$ über ein räumliches Band von 0,001 mm bis 1 mm	23
Bild 7 — Darstellung für eine optisch glatte Oberfläche; $APSD \leq 1,0/(f_x^2 + f_y^2) \text{ (nm}^2 \times \text{mm}^2)$ über ein räumliches Band von 0,001 mm bis 1 mm	23
Bild 8 — Darstellung für eine optisch glatte Oberfläche; rms Steigung oder flächenhafte rms Steigung von $\leq 0,7 \mu\text{rad}$ bei einer räumlichen Bandbreite von 0,01 mm bis 5 mm	23

Bild 9 — Darstellung für eine optisch glatte Oberfläche mit $Wq \leq 0,005 \mu\text{m}$ für ein räumliches Band von 0,01 mm bis 5 mm, radial und zentrisch ausgewertet	24
Bild A.1 — Beispiele für drei PSD-Funktionen, mit $B = 2$	26

Tabellen

Tabelle 1 — Angabe der Oberflächenrauheit mittels Poliergrad	17
---	-----------

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 10110-8:2019, die vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and photonics“ erarbeitet wurde, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 152-03-03 AA „Oberflächen“ im DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG).

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.

Die Norm DIN ISO 10110-8 ist Teil einer umfangreichen Normenreihe zur Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme (siehe Nationalen Anhang Literaturhinweise).

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

ISO 1302:2002	siehe	DIN EN ISO 1302:2002-06
ISO 3274:1996	siehe	DIN EN ISO 3274:1998-04
ISO 4287:1997	siehe	DIN EN ISO 4287:2010-07
ISO 10110-1	siehe	DIN ISO 10110-1
ISO 10110-5	siehe	DIN ISO 10110-5
ISO 10110-7	siehe	DIN ISO 10110-7
ISO 10110-8	siehe	DIN ISO 10110-8
ISO 10110-19	siehe	DIN ISO 10110-19
ISO 16610-21	siehe	DIN EN ISO 16610-21
ISO 25178-2	siehe	DIN EN ISO 25178-2

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

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 10110-8:2012-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- eine Zeichnungsangabe und Erklärung wurde für die folgenden flächenhafte Terme hinzugefügt: S_a , S_q , $S\Delta q$, und APSD;
- die folgenden Terme sind explizit erlaubt: R_a , R_{sk} , R_{ku} , und ACV , wodurch mehrere Definitionen und zusätzliche Beispiele notwendig wurden;
- diese Ausgabe entfernt die Verweisung auf Mikrodefekte als Methode zur Bestimmung des Poliergrades und ersetzt dies durch genaue rms Rauheitswerte;
- die Begriffe „Oberflächentextur“, „Oberflächenstruktur“ und „Oberflächengüte“ wurden harmonisiert zu „Oberflächenbeschaffenheit“;

- e) die Übersetzung der Begriffe aus ISO 4287 und ISO 3208 wurden an deren deutsche Fassungen angepasst. Die en: „sampling length“ vorher „Abtastlänge“ wird in dieser Version als „Einzelmessstrecke“ (3.15) übersetzt. Die en: „evaluation length“ früher „Auswertungslänge“ wird nun als „Messstrecke“ (3.16) bezeichnet. Der en: „local slope“ vorher „lokaler Anstieg“ wird nun als „lokale Steigung“ übersetzt;
- f) zu den Begriffen 3.24, 3.28, 3.32 wird jeweils nur noch die Kurzschreibweise verwendet; 3.24 „quadratischer Mittenrauwert“ gelöscht, heißt jetzt „rms Rauheit“; 3.28 „quadratischer Mittenwelligkeitswert“ gelöscht, heißt jetzt „rms Welligkeit“; 3.32 „quadratischer Mittenanstiegswert“ gelöscht, heißt jetzt „rms Profilsteigung“.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 1302:2002-06, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation (ISO 1302:2002); Deutsche Fassung EN ISO 1302:2002*

DIN EN ISO 3274, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Nenneigenschaften von Tastschnittgeräten (ISO 3274:1996); Deutsche Fassung EN ISO 3274:1997*

DIN EN ISO 4287:2010-07, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287:1997 + Cor 1:1998 + Cor 2:2005 + Amd 1:2009); Deutsche Fassung EN ISO 4287:1998 + AC:2008 + A1:2009*

DIN EN ISO 16610-21, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Filterung — Teil 21: Lineare Profilfilter: Gauß-Filter*

DIN EN ISO 25178-2, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft — Teil 2: Begriffe und Oberflächen-Kenngrößen*

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

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

DIN ISO 10110-14, *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 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 10110-18, *Optik und Photonik — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 18: Spannungsdoppelbrechung, Blasen und Einschlüsse, Homogenität, und Schlieren*

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

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

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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-Direktiven, 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-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

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

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 10110-8:2010), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- a) eine Zeichnungsangabe und Erklärung wurde für die folgenden flächenhaften Terme hinzugefügt: *S_a*, *S_q*, *S_{Δq}*, und *APSD*;
- b) die folgenden Terme sind explizit erlaubt: *R_a*, *R_{sk}*, *R_{ku}*, und *ACV*, wodurch mehrere Definitionen und zusätzliche Beispiele notwendig wurden;
- c) diese Ausgabe entfernt die Verweisung auf Mikrodefekte als Methode zur Bestimmung des Poliergrad und ersetzt dies durch genaue rms Rauheitswerte.

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.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die Angabe der Oberflächenbeschaffenheit von optischen Elementen, in der Normenreihe ISO 10110, die Zeichnungsangaben für optische Elemente und Systeme normiert. Die Oberflächenbeschaffenheit ist die Eigenschaft einer Oberfläche, die wirkungsvoll durch statistische Verfahren beschrieben werden kann. Typischerweise hängt die Oberflächenbeschaffenheit mit hohen Raumfrequenzfehlern (Rauheit) und mittleren Raumfrequenzfehlern (Welligkeit) zusammen.

Dieses Dokument ist vorrangig vorgesehen für die Spezifikation von polierten Optiken.

Dieses Dokument beschreibt ein Verfahren zur Charakterisierung der verbleibenden Oberfläche nach Trend-Bereinigung durch Subtraktion der Oberflächenform. Die Kontrolle der Oberflächenform wird durch ISO 10110-5, ISO 10110-12 und ISO 10110-19 beschrieben und ist nicht in diesem Dokument festgelegt.

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 1302:2002, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Indication of surface texture in technical product documentation*

ISO 4287:1997, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and surface texture parameters*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 4287 und die folgenden Begriffe.

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

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

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

3.1

Oberflächenbeschaffenheit

Eigenschaft, die sich auf das Profil einer optischen Oberfläche bezieht und wirkungsvoll durch statistische Verfahren beschrieben werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Lokale Defekte, bekannt als Oberflächenunvollkommenheiten, werden in ISO 10110-7 festgelegt.

Anmerkung zur Übersetzung: In der Vorgängerausgabe dieser Norm wurde dies als „Oberflächengüte“ bezeichnet.

3.2

matte Oberfläche

optische Oberfläche, deren Höhendifferenz des Oberflächenprofils nicht wesentlich kleiner ist als die Wellenlänge des Lichtes

Anmerkung 1 zum Begriff: Matte Oberflächen werden gewöhnlich durch Schleifen von Glas oder anderem dielektrischen Material oder durch Ätzen hergestellt.

3.3

optisch glatte Oberfläche

optische Oberfläche, deren Höhendifferenz des Oberflächenprofils wesentlich kleiner ist als die Wellenlänge des Lichtes

Anmerkung 1 zum Begriff: Aufgrund der kleineren Höhendifferenz des Oberflächenprofils ist die Menge des Streulichtes klein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Optisch glatte Oberflächen werden gewöhnlich durch Polieren oder Blankpressen hergestellt.

3.4

Referenzprofil

Linie, auf der der Taster des Tastschnittgeräts in der Schnittebene entlang der Führung bewegt wird

[QUELLE: ISO 3274:1996, 3.1.2, modifiziert — „des Tastschnittgeräts“ wurde eingefügt und die Anmerkung zum Begriff wurde weggelassen.]

3.5

Gesamtprofil

digitale Form des ertasteten Profils aus vertikalen und horizontalen Koordinaten relativ zum Referenzprofil

[QUELLE: ISO 3274:1996, 3.1.3, modifiziert — Anmerkung zum Begriff wurde weggelassen.]

3.6

Profilfilter

Filter, das Profile in langwellige und kurzwellige Komponenten trennt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Geräten zur Messung der Rauheit, Welligkeit und des Primärprofils werden drei Filter benutzt (siehe Bild 1). Sie haben alle die gleichen Übertragungscharakteristiken, wie in ISO 11610-21 definiert, aber unterschiedliche Grenzwellenlängen.

[QUELLE: ISO 4287:1997, 3.1.1, modifiziert — in der Definition wurde ISO 11562 gelöscht. In der Anmerkung 1 zum Begriff wurde ISO 11562 durch ISO 11610-21 ersetzt]

3.7

Profilfilter λ_s

Filter, das den Übergang von der Rauheit zu den Anteilen mit noch kürzeren Wellenlängen, die auf der Oberfläche vorhanden sind, definiert (siehe Bild 1)

[QUELLE: ISO 4287:1997, 3.1.1.1, modifiziert — λ_s Profilfilter wurde durch Profilfilter λ_s ersetzt.]

3.8

Profilfilter λ_c

Filter, das den Übergang von der Rauheit zur Welligkeit definiert (siehe Bild 1)

[QUELLE: ISO 4287:1997, 3.1.1.2, modifiziert — λ_c Profilfilter wurde durch Profilfilter λ_c ersetzt.]

3.9

Profilfilter λ_f

Filter, das den Übergang von der Welligkeit zu den Anteilen mit noch längeren Wellenlängen, die auf der Oberfläche vorhanden sind, definiert (siehe Bild 1)

[QUELLE: ISO 4287:1997, 3.1.1.3, modifiziert — λ_f Profilfilter wurde durch Profilfilter λ_f ersetzt.]

3.10

Primärprofil

Gesamtprofil nach Anwendung des Filters für kurze Wellenlängen λ_s

[QUELLE: ISO 3274:1996, 3.1.4, modifiziert — Anmerkung zum Begriff wurde weggelassen.]

3.11

Rauheitsprofil

Das Rauheitsprofil wird von dem Primärprofil hergeleitet. Es entsteht durch Abtrennen der langwelligen Profilanteile mit dem Profilfilter λ_c . Das Rauheitsprofil entsteht durch beabsichtigte Profilveränderung (siehe Bild 1)

[QUELLE: ISO 4287:1997, 3.1.6, modifiziert — Die Anmerkungen zum Begriff wurden weggelassen.]

3.12

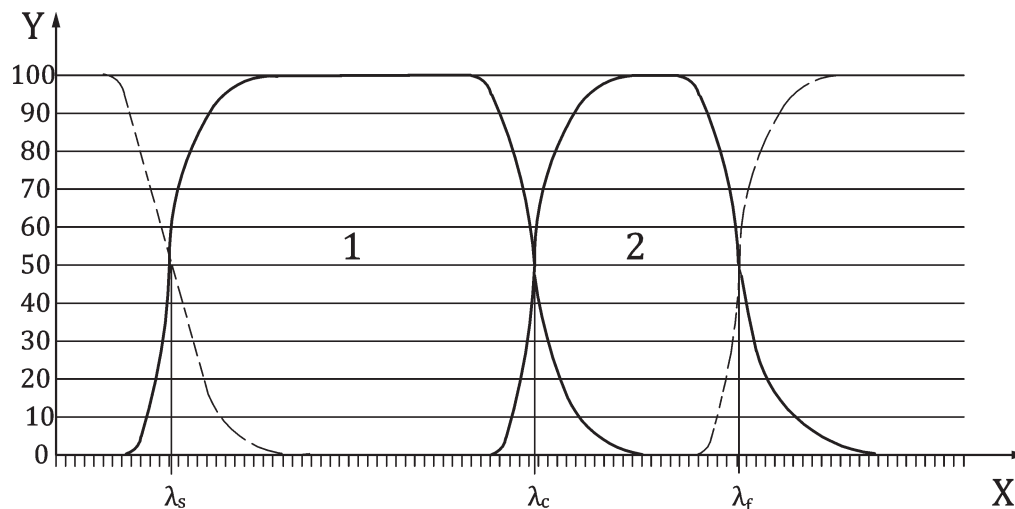
Welligkeitsprofil

Profil, das durch das nacheinander Anwenden der Profilfilter λ_f und λ_c auf das Primärprofil entsteht. Dabei werden mit dem Profilfilter λ_f die langwelligen und mit dem Profilfilter λ_c die kurzwelligen Anteile abgetrennt.

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Welligkeitsprofil entsteht durch beabsichtigte Profilveränderung (siehe Bild 1).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die meisten optischen Komponenten benötigen höchstens zwei räumliche Bänder der Oberflächenbeschaffenheit; üblicherweise definiert als Rauheit und Welligkeit. Die Beschreibung dieser zwei Bänder als „Rauheit“ und „Welligkeit“ ist willkürlich. In einigen Anwendungen ist es von Vorteil, die Oberflächenbeschaffenheit in drei oder mehr Bänder aufzuteilen. In diesem Fall können zusätzliche Bänder unter Verwendung der gleichen Logik der Profilaufteilung verwendet werden. Diese zusätzlichen Bänder können, falls erwünscht, durch Zahlenindizes (z. B. $Wq1$, $Wq2$, $Sq1$, $Sq2$) gekennzeichnet werden.

[QUELLE: ISO 4287:1997, 3.1.7, modifiziert — Die Anmerkungen zum Begriff wurden weggelassen, „siehe Bild 1“ und neue Anmerkungen wurden hinzugefügt.]



Legende

X Wellenlänge

Y Übertragung in %

1 Rauheitsprofil

2 Welligkeitsprofil

ANMERKUNG: Die Grenzwellenlängen sind nicht maßstabsgetreu eingezeichnet.

Bild 1 — Übertragungscharakteristik für das Rauheits- und Welligkeitsprofil

3.13

räumliche Wellenlänge

Peak-to-Peak-Länge einer sinusförmigen Oberflächenwelligkeit, insbesondere bei Betrachtung einer Fourier-Transformation

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe ISO 3274 und ISO 16610-21 für weitere Informationen.

3.14

räumliches Band

Bereich der räumlichen Oberflächenwellenlängen, die in der Spezifikation eingeschlossen sind, definiert als das Band der sinusförmigen Wellenlängen, die mehr als 50 % transmittiert werden, wenn zwei phasenkorrigierende Filter von unterschiedlicher Grenzwellenlänge auf das Profil angewendet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist gleichbedeutend mit dem Begriff „Übertragungscharakteristik“ nach ISO 1302. Um Verwechslungen mit spektralen Übertragungscharakteristiken vorzubeugen, wird in diesem Dokument der Begriff „räumliches Band“ anstelle von „Übertragungscharakteristik“ verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Profilfilter fungieren als Hoch- und Tiefpassfilter. Das heißt, der Profilfilter mit der kürzeren Grenzwellenlänge bewahrt die langwellige Komponente (Hochpass) und der Profilfilter mit der längeren Grenzwellenlänge bewahrt die kurzwellige Komponente (Tiefpass).

3.15

Einzelmessstrecke

Länge in der Richtung der x-Achse (Mittellinie), die für die Erkennung der Gestaltabweichungen des auszuwertenden Profils verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einzelmessstrecke für die Rauheit und die Welligkeit ist zahlenmäßig gleich der Grenzwellenlänge des Profilfilters λ_c beziehungsweise λ_f . Die Einzelmessstrecke für das Primärprofil ist gleich der Messstrecke.

Anmerkung zur Übersetzung: In der Vorgängerversion dieser Norm wurde dies als „Abtastlänge“ bezeichnet.

[QUELLE: ISO 4287:1997, 3.1.9, modifiziert — Die Symbole l_p , l_r , l_w wurden weggelassen.]

3.16

Messstrecke

Länge in Richtung der X-Achse, die für die Auswertung des Profils verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messstrecke kann eine oder mehrere Einzelmessstrecken umfassen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für Regelmessstrecken, siehe ISO 4288:1996, 4.4. ISO 4288 gibt keine Regelmessstrecke für W -Kenngrößen.

Anmerkung zur Übersetzung: In der Vorgängerversion wurde dies als „Auswertungslänge“ bezeichnet.

[QUELLE: ISO 4287:1997, 3.1.10, modifiziert — Das Symbol l_n wurde gelöscht.]

3.17

Ordinatenwert des Profils

$Z(x)$

Höhe des gemessenen Profils an beliebiger Position x

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist gleichbedeutend mit dem Begriff „Ordinatenwert“ aus ISO 4287. Um den Begriff von der äquivalenten flächenhaften Definition abzugrenzen, wird in diesem Dokument „Ordinatenwert des Profils“ verwendet.

3.18

Ordinatenwert der Oberfläche

$Z(x,y)$

Höhe der gemessenen Oberfläche an beliebiger Position x, y

3.19

Trend-Bereinigung

Extrahieren einer langwelligen Abweichung (bzw. Formabweichung) aus einer Messung, um spektrales Übersprechen zu verringern

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Trend-Bereinigung wird gewöhnlich bei Eingangswerten angewandt, um zu verhindern, dass kleine hochfrequente Abweichung mit kleinen Amplituden durch niederfrequente Oberflächenabweichung (bzw. Formabweichung) mit großen Amplituden verdeckt werden. Die resultierende Menge von Datenpunkten stellt die Restoberfläche dar. Siehe außerdem 3.21, 3.22 und 3.23.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für die Anwendung dieses Dokuments gilt: Die Oberflächenform, die für die Trend-Bereinigung genutzt wird, ist ein Polynomfit zur gemessenen Oberfläche mit einer Größenordnung, die ausreichend ist, um alle räumlichen Wellenlängen, die größer sind als das räumliche Band der Spezifikation, zu entfernen.

3.20

gemessene Oberfläche

Z_m

Funktion der unbearbeiteten Oberflächendaten vor der Trend-Bereinigung

3.21

Oberflächenform

Z_f

Anpassung (en: fit) an die gemessene Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem typischen 2D-Polynomfit zu einer Oberfläche kann die polynomiale Oberfläche durch Zernike-Polynome oder durch andere Polynomgleichungen beschrieben werden. Z. B. in kartesischen Koordinaten:

$$Z_f(x,y) = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q C_{ij} P_{ij}(x,y) \quad (1)$$

Dabei ist P_{ij} eine Polynomfunktion der Ordnung p, q und beschreibt die zugrundeliegende Form der Oberfläche.

3.22

Restoberfläche

Z

Funktion, die sich durch Subtraktion der Oberflächenform Z_f von der gemessenen Oberfläche Z_m ergibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Z. B. in 2D wird dies mathematisch wie folgt ausgedrückt: $Z(x,y) = Z_m(x,y) - Z_f(x,y)$ oder in Polarkoordinaten $Z(r,\theta) = Z_m(r,\theta) - Z_f(r,\theta)$.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Vernachlässigung von Korrekturfaktoren für das Messgeräteverhalten wird die Restoberfläche als Oberflächenhöhenwert angesehen.

3.23

mittlere Rauheit

R_a

arithmetischer Mittelwert des Rauheitsprofils innerhalb der Einzelmessstrecke

3.24

rms Rauheit

R_q

quadratischer Mittelwert der Höhe des Rauheitsprofils innerhalb der Einzelmessstrecke

3.25

flächenhafte mittlere Rauheit

S_a

arithmetischer Mittelwert der Oberfläche innerhalb der Einzelmessfläche

Anmerkung zur Übersetzung: Die Definition und Benennung von S_a in ISO 10110-8 entspricht „mittlere arithmetische Höhe der skalenbegrenzten Oberfläche, S_a “ aus ISO 21578-2, 4.1.7.

3.26

flächenhafte rms Rauheit

S_q

quadratischer Mittelwert der Höhe der Oberfläche innerhalb der Einzelmessfläche

3.27

mittlere Welligkeit

W_a

arithmetischer Mittelwert des Welligkeitsprofils innerhalb der Einzelmessstrecke

3.28

rms Welligkeit

W_q

quadratischer Mittelwert der Höhe des Welligkeitsprofils innerhalb der Einzelmessstrecke

3.29

Leistungsdichtespektrum

PSD, en: power spectral density

quadratische Größe der Fourier-Transformierten der Restoberflächenhöhenfunktion entlang einer Dimension unter Verwendung einer geeigneten Gewichtungsfunktion

Anmerkung 1 zum Begriff: Die PSD beschreibt Oberflächenbeschaffenheit im Kontext der Raumfrequenz, wodurch die Welligkeit oder Riffel in der Oberfläche beschrieben und gesteuert werden können.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine alternative und analoge Funktion zur Beschreibung und Steuerung der Oberflächenbeschaffenheit im Kontext der Raumfrequenz ist die Auto-Kovarianz oder ACV (en: autocovariance), die durch das Überlappungsintegral von verschobenen und unverschobenen 1D-Profilen über die Messstrecke gegeben ist.

3.30

flächenhaftes Leistungsdichtespektrum

APSD, en: area power spectral density

quadratische Größe der zweidimensionalen Fourier-Transformierten der zweidimensionalen Restoberflächenhöhenfunktion unter Verwendung einer geeigneten Gewichtungsfunktion

3.31

lokale Profilsteigung

$\frac{dz}{dx}$

Steigung des gemessenen Profils an einer Position x_i

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Zahlenwert der lokalen Profilsteigung und daraus die Kenngrößen $R\Delta q$ und $W\Delta q$ sind stark abhängig vom Abstand Δx in der Abtastrichtung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine Formel zur Berechnung der lokalen Profilsteigung ist:

$$\frac{dz_i}{dx} = \frac{1}{60 \Delta x} (z_{i+3} - 9 z_{i+2} + 45 z_{i+1} - 45 z_{i-1} - 9 z_{i-2} - z_{i-3}) \quad (2)$$

Diese Formel oben sollte für den Ordinatenabstand verwendet werden, wie er für die Filter in ISO 3274 festgelegt ist, darin ist z_i die Höhe des i -ten Profilverpunktes und Δx der Abstand zwischen benachbarten Profilverpunkten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die lokale Profilsteigung ist ohne Einheit, jedoch wird hier die Steigung als Arkustangens der Oberflächensteigung in Mikroradian ausgedrückt.

Anmerkung 4 zum Begriff: Die differentielle Rechnung führt stets zu dem Verlust eines Datenpunktes an jedem Ende des Steigungsprofils.

[QUELLE: ISO 4287:1997, 3.2.9, modifiziert — Das Symbol dZ/dX zum Begriff wurde geändert zu $\frac{dz}{dx}$. In Anmerkung 1 wurde $P\Delta q$ gelöscht; Anmerkung 2 und Anmerkung 3 wurden hinzugefügt und das Bild wurde gelöscht.]

3.32

rms Profilsteigung

$R\Delta q$

quadratischer Mittelwert der lokalen Profilsteigung innerhalb der Einzelmessstrecke

Anmerkung 1 zum Begriff: Die rms Steigung wird in Mikroradian angegeben.

3.33

flächenhafte rms Steigung

$S\Delta q$

quadratischer Mittelwert der lokalen Profilsteigung innerhalb der Einzelmessfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Die flächenhafte rms Steigung wird in Mikroradian angegeben.

3.34

Oberflächenrillensymbol

Symbol, das die Lage (oder Struktur) der Oberflächenprofilparameter angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach ISO 1302:2002, Tabelle 2, werden die folgenden Symbole für die Oberflächenstruktur verwendet: R (radial), C (zentrisch), X (gekreuzt), = (parallel zur Projektionsebene), + (rechtwinklig zur Projektionsebene), usw.

4 Beschreibung der Oberflächenbeschaffenheit

4.1 Allgemeines

Die Oberflächenbeschaffenheit ist ein globales statistisches Merkmal des Profils der optischen Oberfläche. Es wird in diesem Dokument vorausgesetzt, dass die Charakteristik und Größe der Struktur an jedem Bereich der Prüffläche innerhalb der freien Apertur gleichartig ist. Diese Voraussetzung wird getroffen, damit die Messung an einem Teil des angegebenen Prüfbereichs oder der Oberfläche als repräsentativ für den ganzen Prüfbereich oder die Oberfläche angesehen werden kann.

Falls nicht anders angegeben, bezieht sich die Angabe der Oberflächenbeschaffenheit auf unbeschichtete Oberflächen. Dies ist eine Ausnahme zu den allgemeinen Aussagen der ISO 10110-1:2019, Abschnitt 4, Absatz 1.

Materialien mit einer kristallinen Struktur und Produktionsprozessen wie z. B. Diamantdrehen erhöhen die nicht-zufällige Oberflächenbeschaffenheit. Vorsicht ist geboten, wenn die statistischen Oberflächeneigenschaften auf diese Arten von Oberflächen angewandt werden.

Da die Größe der gemessenen Rauheit eine Funktion der betrachteten räumlichen Wellenlängen ist, liefert dieses Dokument die Angabe des räumlichen Bands.

Dieses Dokument nutzt die Terminologie der Profilometrie, wie in ISO 4287 angegeben. Obwohl die Hauptwirkung der Oberflächenrauheit die Erzeugung von Streulicht ist, wird auf keine Streulicht-Messmethoden verwiesen, weil es auch andere Ursachen als Textur für Streulicht gibt (detaillierte Angaben zu dem Zusammenhang zwischen Oberflächenbeschaffenheit und Streulicht sind in den Literaturhinweisen [7] bis [17] angegeben). Obwohl die Terminologie in diesem Dokument die der Profilometrie ist, können Flächenmessungen (das sind Messungen über eine spezifizierte Fläche) ebenfalls zur Charakterisierung der Oberflächenbeschaffenheit genutzt werden.

Die Angabe der Oberflächenbeschaffenheit ist gleichermaßen für matte wie auch für optisch glatte Oberflächen anwendbar, die durch Polieren oder Blankpressen hergestellt werden. In diesem Dokument bezieht sich die Oberflächenbeschaffenheit ebenso auf statistische Eigenschaften der Mikrorauheit. Die Oberflächenbeschaffenheit bezieht sich auch auf andere statistische Eigenschaften der Oberfläche in größerem Maßstab, wie mittelfrequente räumliche Welligkeiten, die durch die rms Rauheit, den rms Steigung, die PSD und andere statistische Verfahren spezifiziert werden können.

Abhängig von der Anwendung einer Oberfläche und der Größe der Variation der Oberflächenhöhe können eine oder mehrere Methoden, die weiter unten behandelt werden, geeignet sein, um die Oberflächenbeschaffenheit numerisch zu beschreiben.

Bei der Berechnung jeglicher statistischer Oberflächeneigenschaften ist bezüglich des räumlichen Wellenlängenbereiches, über den die Berechnung vorgenommen wird, Vorsicht geboten. Die beiden Grenzen der räumlichen Bandbreite, im Sinne einer großskaligen Länge und einer kurzskaligen Länge, sollten sorgfältig beachtet werden. Erhebliche Fehler können bei dem Prozess der Bandpassfilterung oder bei der Trend-Bereinigung der Oberflächenhöhendaten auftreten. Siehe außerdem Literaturhinweise [18] bis [20].

ANMERKUNG Wenn die Steigung zwischen zwei benachbarten abgetasteten Höhenpunkten errechnet wird, führt dies (oft) zu einem großen rms Steigungswert, der üblicherweise durch das Messgeräterauschen dominiert ist. Um eine hochfrequente Steigungsabweichung zu unterdrücken, ist es notwendig, zuerst die Höhendaten mit einem Niedrigpassfilter zu filtern, bevor das Höhenprofil differenziert wird.

4.2 Beschreibung matter Oberflächen

Matte Oberflächen müssen durch die Angabe des rms Rauheit R_q angegeben werden (wie in ISO 4287:1997, 4.2.2 definiert). Diese Größe ist abhängig von dem Bereich der betrachteten räumlichen Wellenlängen. Aus diesem Grund ist es oft erforderlich, eine untere und eine obere Grenze des räumlichen Bands anzugeben.

Wenn kein räumliches Band angegeben ist, wird angenommen, dass das räumliche Band zwischen 0,002 5 mm und 0,08 mm liegt.

In manchen Fällen erfordern die funktionellen Anforderungen ein anderes Rauheitskriterium als R_q oder die anderen hier erwähnten. In solchen Fällen muss das andere Kriterium wie in ISO 1302:2002, Abschnitt 6 beschrieben angegeben werden.

4.3 Beschreibung optisch glatter Oberflächen

4.3.1 Beschreibungsmethode

Es gibt acht statistische Möglichkeiten zur Beschreibung optisch glatter Oberflächen, die in diesem Dokument ausdrücklich definiert sind:

- a) mit Hilfe der rms Rauheit R_q ;
- b) mit der rms Welligkeit W_q ;
- c) mit der flächenhaften rms Rauheit S_q ;
- d) durch Angabe der Poliergrade P1, P2, P3 oder P4;
- e) durch Verwendung des Leistungsdichtespektrums (PSD);
- f) durch Verwendung des flächenhaften Leistungsdichtespektrums (APSD);
- g) durch die Spezifikation der rms Steigung $R\Delta q$;
- h) durch die Spezifikation der flächenhaften rms Steigung $S\Delta q$.

Diese Methoden können auch kombiniert genutzt werden und können über verschiedene räumliche Bänder im selben Prüfbereich verwendet werden.

Alternative Möglichkeiten, die Parameter der Oberflächenbeschaffenheit von Interesse zu beschreiben, so wie Schiefe (R_{sk}), Steilheit (Kurtosis) (R_{ku}), Mittenrauwert (R_a), Rautiefe (R_z), mittlere Welligkeit (W_a) oder Auto-

kovarianz (ACV, en: autocovariance) oder deren flächenhaften Äquivalente Schiefe der skalenbegrenzten Oberfläche (Ssk), Kurtosis der skalenbegrenzten Oberfläche (Sku), flächenhafte mittlere Rauheit (Sa), maximale Höhe der skalenbegrenzten Oberfläche (Sz) oder Flächen-Autokovarianz (AACV, en: area autocovariance), werden in diesem Dokument nicht explizit unterstützt, können aber in analoger Weise verwendet werden. In diesen Fällen müssen die Begriffe in einem Vermerk oder einer Referenz auf der Zeichnung definiert werden.

4.3.2 rms Rauheit und rms Welligkeit

Optisch glatte Oberflächen werden gewöhnlich durch die Angabe der rms Rauheit Rq beschrieben. Für räumlich längerwellige Bereiche wird die rms Welligkeit Wq verwendet.

Wenn die Oberflächenhöhenabweichung einer bestimmten statistischen Verteilung folgt, kann der rms Wert Rq in Beziehung zur Größe der optischen Streuung gesetzt werden (siehe Anhang A). Die rms Angabe der Rauheit ist ohne die Angabe der räumlichen Bandgrenzen unvollständig.

In dem Fall, wo kein räumliches Band angegeben ist, wird angenommen, dass das räumliche Band für Rauheit (z. B. Rq) zwischen 0,002 5 mm und 0,08 mm und für Welligkeit (z. B. Wq) zwischen 0,08 mm und 2,5 mm liegt.

ANMERKUNG Je nach Anforderungen für Rq und Wq können sich diese Vorgabewerte wesentlich unterscheiden. Daher sind die richtigen Anforderungen für Rq und Wq notwendig, um sicherzustellen, dass diese mit dem räumlichen Band der Spezifikation übereinstimmen.

Das über das Band berechnete quadratische Mittel (Effektivwert) kann abhängig von der spezifischen Filteranwendung variieren. Die Standardeinstellung ist, dass der Metrologe die von ihm gewählten Filter verwenden darf, es sei denn, der Designer teilt ein erforderliches Filterschema mit.

Optisch glatte Oberflächen können auch durch Angabe des flächenhaften rms Werts Sq angegeben werden. Für den Fall, dass kein räumliches Band angegeben ist, wird angenommen, dass das räumliche Band für Sq 0,002 5 mm bis 0,08 mm beträgt.

4.3.3 Poliergrad

Optisch glatte Oberflächen dürfen nach Poliergrad spezifiziert werden. Der Poliergrad muss durch Schätzen der effektiven Rauheit Rq über die Raumfrequenzen 0,002 mm bis 1,0 mm und durch Vergleich mit der nachstehenden Tabelle 1 bestimmt werden. Es sind nur die Poliergrade P1, P2, P3 und P4 zulässig.

Tabelle 1 — Angabe der Oberflächenrauheit mittels Poliergrad

Poliergrad Kennzeichnung	Abgeschätztes Rq über dem räumlichen Band von 0,002 mm bis 1,0 mm
P1	≤ 8 nm
P2	≤ 4 nm
P3	≤ 2 nm
P4	≤ 1 nm

ANMERKUNG In vorherigen Versionen dieser Norm wurden die Poliergrade definiert über eine Anzahl an Mikrodefekten pro 10 mm Spur.

4.3.4 Funktion des Leistungsdichtespektrums (PSD-Funktion)

Die PSD-Funktion hängt direkt mit dem Spektrum der Raumfrequenzen der Oberflächenrauheit zusammen. Sie gestattet eine vollständige Beschreibung der Oberflächenbeschaffenheitscharakteristik und eignet sich besonders für die Beschreibung von feinst polierten Oberflächen, wie sie in Hochtechnologieanwendungen benutzt werden, oder bei der Kontrolle der Welligkeit mittlerer Raumfrequenzen auf einer Oberfläche. Die Beschrei-

bung der PSD-Funktion kennt keine Einschränkungen seitens der Gestalt oder der statistischen Eigenschaften der gemessenen Oberfläche.

Im eindimensionalen Fall, d. h. wenn die Oberflächenbeschaffenheit durch Messung entlang einer Linie auf der Oberfläche ermittelt werden kann, ist die PSD, ausgedrückt in $\text{nm}^2 \times \text{mm}$, angegeben durch die Gleichung (3):

$$\text{PSD} = \frac{A}{f^B}$$

für

$$\frac{1}{D} < f < \frac{1}{C} \quad (3)$$

Dabei ist

- f die Raumfrequenz der Rauheit oder Welligkeit in reziproken Millimetern (in mm^{-1});
- B die Zahl, mit der die Raumfrequenz potenziert wird;
- C und D die Grenzen des räumlichen Bands, in Millimeter;
- A eine Konstante.

Der Wert B muss größer als Null sein. (Für viele reale Oberflächen ist $1 < B < 3$, siehe [21]).

Auf diese Weise kann die Anforderung an die Oberflächenbeschaffenheit angegeben werden durch Spezifizierung der vier Werte A , B , C und D , für die die Gleichung (3) gelten muss.

Diese eindimensionale PSD kann für jede Datenzeile berechnet werden. Solch eine Datenzeile kann durch eine 1D-Oberflächen-Profilmessung erzeugt werden, entlang einer beliebigen Richtung auf einer Oberfläche oder durch Integrieren einer flächenhaften PSD (beschrieben in 4.3.5) entlang einer Dimension. Die Berechnung der PSD aus der Datenzeile ist in [17] und an anderer Stelle beschrieben. Zu beachten ist, dass vor der Berechnung der PSD eine Anwendung einer Fensterfunktion auf die Daten erforderlich ist. Ein solches Fenster kann in einer Notiz beschrieben werden oder es wird angenommen, dass es sich um einen Hamming-Filter handelt, wie in [20] beschrieben. Im Fall, dass die Richtung für die PSD als wichtig erachtet wird, ist ein Oberflächenrillensymbol bei der Oberflächenbeschaffenheitsspezifikation zu ergänzen.

Die kartesische 1D-PSD einer 2D-Restoberfläche kann aus der gemessenen Oberfläche durch Verwendung eines einzelnen linearen Datensatzes, z. B. der Datensatz für alle $Z(x)$ bei $y = 0$, oder eines beliebigen vertikalen Datensatzes, z. B. der Datensatz für alle $Z(y)$ bei $x = 10 \text{ mm}$, berechnet werden. Wenn ein bestimmter linearer Schnitt oder ein Satz linearer Schnitte gewünscht wird, muss dies in einem Hinweis angegeben werden. Diese Linienschnitte können als 1D-Restdaten für eine PSD-Berechnung benutzt werden. Das Ergebnis der PSD-Berechnung hängt häufig stark von der Art und Weise der Linienschnitt-Wahl der Daten ab.

Die Polarkoordinaten 1D-PSD einer 2D-Restoberfläche können errechnet werden indem ein radialer Teil der Daten verwendet wird, z. B. $Z(r)$ am Winkel $\theta = 0^\circ$, oder eine Umfangscheibe der Daten, z. B. ein Datenteil für alle $Z(\theta)$ bei $r = 10 \text{ mm}$. Wenn eine bestimmte Radial- oder Umfangsscheibe oder eine Reihe von Scheiben gewünscht wird, muss dies in einer Anmerkung angegeben werden. Diese Linienschnitte können als 1D-Restdaten für eine PSD-Berechnung benutzt werden.

Bei einer Umfangsscheibe darf keine Fensterung angewendet werden.

Wenn eine Optik mit einer hohen Wahrscheinlichkeit einer zentralen Singularität hergestellt wird, wird eine Angabe des Innendurchmessers empfohlen, um die Einbeziehung der Singularität in den Durchschnitt zu vermeiden.