

DIN EN ISO 25178-604



ICS 17.040.40

Entwurf

Einsprüche bis 2023-12-06
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 25178-604:2013-12

**Geometrische Produktspezifikation (GPS) –
Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft –
Teil 604: Aufbau und Merkmale von berührungslos messenden Geräten
(Weißlicht-Interferometrie) (ISO/DIS 25178-604:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 25178-604:2023**

Geometrical product specifications (GPS) –
Surface texture: Areal –
Part 604: Design and characteristics of non-contact (coherence scanning interferometry)
instruments (ISO/DIS 25178-604:2023);
German and English version prEN ISO 25178-604:2023

Spécification géométrique des produits (GPS) –
État de surface: Surfacique –
Partie 604: Conception et caractéristiques des instruments sans contact (interférométrie à
balayage de cohérence) (ISO/DIS 25178-604:2023);
Version allemande et anglaise prEN ISO 25178-604:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-10-06 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 natg@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 Technische Grundlagen (NATG), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 63 Seiten

DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 25178-604:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specifications and verification“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikationen und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) 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.

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

ISO 8015:2011	siehe	DIN EN ISO 8015:2011-09
ISO 14253-1:2017	siehe	DIN EN ISO 14253-1:2018-07
ISO 14638:2015	siehe	DIN EN ISO 14638:2015-12
ISO 25178-600:2019	siehe	DIN EN ISO 25178-600:2019-12
ISO 25178-607:2019	siehe	DIN EN ISO 25178-607:2019-12
ISO 25178-700:2022	siehe	DIN EN ISO 25178-700:2023-10

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 EN ISO 25178-604:2013-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) technische Überarbeitung der ersten Ausgabe;
- b) redaktionelle Überarbeitung des Dokuments.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 8015:2011-09, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Grundlagen — Konzepte, Prinzipien und Regeln (ISO 8015:2011)*; Deutsche Fassung EN ISO 8015:2011

DIN EN ISO 14253-1:2018-07, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen — Teil 1: Entscheidungsregeln für den Nachweis von Konformität oder Nichtkonformität mit Spezifikationen (ISO 14253-1:2017)*; Deutsche Fassung EN ISO 14253-1:2017

DIN EN ISO 14638:2015-12, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Matrix-Modell (ISO 14638:2015)*; Deutsche Fassung EN ISO 14638:2015

DIN EN ISO 25178-600:2019-12, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft — Teil 600: Messtechnische Merkmale für flächentopographische Messverfahren (ISO 25178-600:2019)*; Deutsche Fassung EN ISO 25178-600:2019

DIN EN ISO 25178-607:2019-12, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft — Teil 607: Merkmale von berührungslos messenden Geräten (konfokale Mikroskopie) (ISO 25178-607:2019)*; Deutsche Fassung EN ISO 25178-607:2019

DIN EN ISO 25178-700:2023-10, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft — Teil 700: Justierung und Verifizierung von flächenhaften Topographiemessgeräten (ISO 25178-700:2022)*; Deutsche Fassung EN ISO 25178-700:2023

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 25178-604:2023-11

– Leerseite –

**Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit:
Flächenhaft – Teil 604: Aufbau und Merkmale von berührungslos messenden Geräten
(Weißlicht-Interferometrie) (ISO/DIS 25178-604:2023)**

Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Areal – Part 604: Design and characteristics of non-contact (coherence scanning interferometry) instruments (ISO/DIS 25178-604:2023)

Spécification géométrique des produits (GPS) – État de surface: Surfacique – Partie 604: Conception et caractéristiques des instruments sans contact (interférométrie à balayage de cohérence) (ISO/DIS 25178-604:2023)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Anforderungen an das Messgerät	12
5 Messtechnische Merkmale	13
6 Konstruktionsmerkmale	14
7 Allgemeine Information	14
Anhang A (informativ) Prinzipien der CSI zur Messung der flächenhaften Oberflächentopographie	15
A.1 Einleitung	15
A.2 Aufbau des Messgeräts	15
A.3 Theorie der Arbeitsweise der Weißlicht-Interferometrie (CSI)	18
A.4 Weißlicht-Interferometrie (CSI) für die Profilerstellung von durchlässigen Belägen	19
A.5 Modellbasierte CSI	19
Anhang B (informativ) Messfehlerquellen für CSI	21
B.1 Messtechnische Merkmale und Einflussgrößen	21
B.2 Äquivalente Wellenlänge	21
B.3 Mittelwert der CSI-Abtastschrittweite	22
B.4 Fokuseffekte	22
B.5 Ebenheit des Referenzspiegels	22
B.6 Optische Abberationen	22
B.7 Zufällige umgebungsbedingte Schwingungen	23
B.8 Kamerarauschen	23
B.9 Optische laterale Auflösung	23
B.10 Abtastintervall	23
B.11 Optische Verzeichnung	24
B.12 Oberflächenbeläge	24
B.13 Unterschiedliche Materialien	24
B.14 Steigungen der Objektoberfläche und diskrete Stufenmerkmale	24
B.15 Linearität der CSI-Abtastung	25
B.16 Fehler der Streifenordnung	25
Anhang C (informativ) Zusammenhang mit dem ISO GPS-Matrix-Modell	26
C.1 Allgemeines	26
C.2 Informationen über dieses Dokument und seine Verwendung	26
C.3 Position im ISO GPS-Matrix-Modell	26
C.4 Zugehörige Internationale Normen	26
Literaturhinweise	27

Bilder

Bild 1 — Definierte Merkmale eines CSI-Signals	9
Bild 2 — Darstellung des Informationsflusses für CSI	13
Bild A.1 — Schematische Darstellung eines CSI-Mikroskops vom Typ Michelson	15
Bild A.2 — Darstellung der Datenerfassung für ein CSI-Mikroskop, das mit einem Interferenzobjektiv vom Typ Mirau ausgestattet ist	16
Bild A.3 — Beispiel für ein CSI-Signal eines einlagigen, teildurchlässigen Oberflächenbelags	19

Tabellen

Tabelle 1 — Zusammenfassung der üblichen alternativen Begriffe für die CSI	8
Tabelle B.1 — Zusammenfassung der Einflussgrößen und der zugehörigen messtechnischen Merkmale	21
Tabelle C.1 — Position im ISO GPS-Matrix-Modell	26

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 25178-604:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specifications and verification“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikationen und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 25178-604:2013 ersetzen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 25178-604:2023 wurde von CEN als prEN ISO 25178-604:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist das Technische Komitee ISO/TC 213, *Dimensional and geometrical product specifications and verification*.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 25178-604:2013), die technisch überarbeitet wurde.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 25178 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Einleitung

Dieses Dokument ist eine Norm der Geometrischen Produktspezifikation (GPS) und ist als allgemeine ISO GPS-Norm (siehe ISO 14638) anzusehen. Es beeinflusst Kettenglied F der Normenketten über die profilhafte und flächenhafte Oberflächenbeschaffenheit.

Das in ISO 14638 gegebene ISO GPS-Matrix-Modell gibt einen Überblick über das ISO GPS-System, von dem dieses Dokument ein Teil ist. Die in ISO 8015 angegebenen Grundregeln zu ISO GPS gelten für dieses Dokument, und die Default-Entscheidungsregeln nach ISO 14253-1 gelten für Spezifikationen, die in Übereinstimmung mit diesem Dokument festgelegt wurden, sofern nicht anders angegeben.

Für ausführlichere Informationen über die Beziehung dieses Dokument zu anderen Normen und dem ISO GPS-Matrix-Modell siehe Anhang C.

Dieses Dokument enthält normative Begriffe und Definitionen, die für die Weißlicht-Interferometrie (CSI) zur Messung von flächenhaften Oberflächentopographien von Bedeutung sind. Der informative Anhang A fasst CSI-Geräte und deren Verfahren zusammen, um die normativen Definitionen zu verdeutlichen und eine Grundlage für den informativen Anhang B zu schaffen, in dem allgemeine Unsicherheitsquellen und deren Beziehung zu den messtechnischen Merkmalen von CSI beschrieben werden.

ANMERKUNG Teile dieses Dokuments, insbesondere die informativen Abschnitte, beschreiben patentierte Systeme und Verfahren. Diese Informationen werden lediglich als Hilfestellung für die Anwender beim Verstehen von Grundprinzipien der CSI-Mikroskopie verwendet. Dieses Dokument ist nicht dazu beabsichtigt, einem bestimmten geistigen Eigentum den Vorrang zu geben, noch impliziert es eine Lizenz über proprietäre Technologien, die in diesem Dokument beschreiben sind.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Konstruktion und messtechnischen Merkmale von CSI-Systemen zur Messung von Oberflächentopographien fest. Da Oberflächenprofile aus Daten von Oberflächentopographien extrahiert werden können, können die meisten Begriffe, die in diesem Dokument festgelegt sind, auch auf Profilmessungen angewendet werden.

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 25178-600:2019, *Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Areal — Part 600: Metrological characteristics for areal topography measuring methods*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 25178-600 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 <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Weißlicht-Interferometrie

Kohärenz-Scanning-Interferometrie

CSI, en: coherence scanning interferometry

Verfahren zur Messung der Oberflächentopographie, bei dem die Lokalisierung von Interferenzstreifen während einer Abtastung der optischen Weglänge ein Mittel zur Ermittlung eines Abbildes der Oberflächentopographie bereitstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Differenz der optischen Weglänge ist der Unterschied in der optischen Weglänge, einschließlich Auswirkung von Geometrie und Brechungsindex, zwischen dem Mess- und dem Referenzstrahlenganges eines Interferometers (ISO 10934-1:2020, 3.1.83).

Anmerkung 2 zum Begriff: CSI verwendet eine breite spektrale Beleuchtungsbandbreite, die Beleuchtungsgeometrie oder beides, um die Interferenzstreifen zu lokalisieren.

Anmerkung 3 zum Begriff: CSI verwendet, in Abhängigkeit von dem Oberflächentyp, der Wiederholpräzision der gewünschten Oberflächentopographie und der Leistungsfähigkeit der Software, entweder die Lokalisierung von Interferenzstreifen allein oder in Kombination mit der Phasenauswertung der Interferenzstreifen.

Anmerkung 4 zum Begriff: Tabelle 1 enthält eine Liste alternativer Begriffe für CSI, die zum Teil in den Anwendungsbereich dieses Dokuments fallen.

[QUELLE: ISO 25178-6:2010, 3.3.5]

Tabelle 1 — Zusammenfassung der üblichen alternativen Begriffe für die CSI

Benennung	Literaturhinweise
Kohärenz-Sonden-Mikroskopie Kohärenz-Radar Korrelations-Kohärenz-Interferometrie	[9] bis [14]
Weißlicht-Interferometrie Weißlicht-Scanning-Interferometrie abtastende Weißlicht-Interferometrie	[15] bis [17]
Vertikal abtastende Interferometrie Höhenabtastende Interferometrie	[18], [19]
Vollfeld-optische Kohärenztomographie	[20]

3.2

Verschiebevorgang bei der Weißlicht-Interferometrie

CSI-Abtastung

mechanischer oder optischer Verschiebevorgang, welcher die optische Länge entweder des Referenz- oder des Messstrahlenganges verändert, um die Differenz der optischen Weglänge zu verändern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Abbildungsoptik ist nominell parallel zur axialen Abtastachse des Mikroskops.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein CSI-Signal kann einer Folge von elektronischen Kameraerfassungen von Intensitätswerten während einer CSI-Abtastung entsprechen (siehe Anhang A).

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei der CSI ist das gebräuchlichste (aber nicht ausschließliche) Mittel zur Abtastung eine physikalische Einstellung der Weglänge eines Interferometers (ISO/TR 14999-2:2019), das auf die Koinzidenz des Maximums der CSI-Signalstärke mit der Position des besten Brennpunktes voreingestellt ist.

Anmerkung 4 zum Begriff: Mechanische Mittel zur Durchführung der CSI-Abtastung können motorisierte oder piezoelektrisch angetriebene Tische oder andere sein, abhängig von der Konstruktion des Geräts, der Linearität und Konsistenz der CSI-Abtastung oder der gewünschten maximalen CSI-Abtastlänge.

3.3

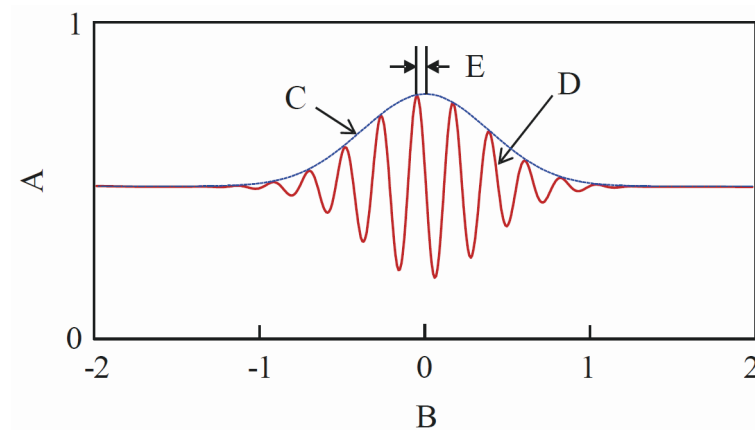
Signal der Weißlicht-Interferometrie

CSI-Signal

Intensitätswerte, aufgezeichnet für einen einzelnen Bildpunkt oder ein Kamerapixel als Funktion der Position des *Verschiebevorgangs bei der Weißlicht-Interferometrie* (3.2)

Anmerkung 1 zum Begriff: Das CSI-Signal wird manchmal auch als Korrelogramm oder Weißlicht-Interferometriesignal bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1 für ein simuliertes CSI-Beispielsignal für eine *äquivalente Wellenlänge* (3.12) von 450 nm und eine optische Messbandbreite von 110 nm bei voller Halbwertsbreite (ISO 25178-600:2019, 3.3.2) und eine niedrige numerische Apertur (ISO 10934:2020, 3.1.10.4; ISO 25178-600:2019, 3.3.6).



Legende

A Intensität	D Interferenzstreifen
B CSI-Abtastposition, angegeben in Mikrometer	E Phasenabstand
C Modulations-Hüllkurve (berechnet)	

Bild 1 — Definierte Merkmale eines CSI-Signals

3.4

Schrittweite des Verschiebevorgangs bei der Weißlicht-Interferometrie

CSI-Abtastschrittweite

Entfernung, die die *CSI-Abtastung* (3.2) zwischen zwei Datenerfassungen zurücklegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Datenerfassung kann ein einzelner Abbildungspunkt oder ein Kamerabild sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Schrittweite der CSI-Abtastung ist in den meisten Fällen klein genug, um jeden Interferenzstreifen an mehreren Punkten abzutasten, z. B. 4 Kamerabilder je Streifen, was mit dem Nyquist-Kriterium vereinbar ist. Sub-Nyquist-Abtastungen sind auch bei höheren Datenerfassungsgeschwindigkeiten möglich, allerdings auf Kosten eines stärkeren Messrauschens.

3.5

Abtastlänge der Weißlicht-Interferometrie

CSI-Abtastlänge

Gesamtbereich der physikalischen Weglänge, die bei der *CSI-Abtastung* (3.2) durchlaufen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die CSI-Abtastlänge sollte üblicherweise ausreichend lang sein, um den gewünschten Bereich der Oberflächentopographie plus mindestens einen Teil der Modulations-Hüllkurvenbreite zu erfassen.

3.6

Abtastrate der Weißlicht-Interferometrie

CSI-Abtastrate

Geschwindigkeit, mit der die *CSI-Abtastung* (3.2) durchgeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einer linearen *CSI-Abtastung* (3.2) ist die CSI-Abtastrate die Kamerabildrate multipliziert mit der CSI-Abtastschrittweite.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein gleichwertiger Begriff ist CSI-Abtastgeschwindigkeit.

3.7

Interferenzstreifen

<CSI> modulierender Anteil des *CSI-Signals* (3.3) in Bezug auf den Interferenzeffekt und erzeugt durch die Änderung der optischen Weglänge während der *CSI-Abtastung* (3.3)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Interferenzstreifen sind als Funktion der Abtastposition näherungsweise sinusförmig.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1 für eine Veranschaulichung der Interferenzstreifen eines CSI-Signals.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Begriff „Interferogramm“ wird häufig verwendet, um die Abbildung eines Interferenzstreifenmusters zu beschreiben, das von einer einzelnen Kamera (ISO 14999-2:2019, 6.2) aufgenommen wurde. Ein Interferenzstreifen in einem Interferogramm ist ein Attribut des Interferenzmusters, wohingegen sich ein Interferenzstreifen in CSI auf ein Attribut eines abtastabhängigen Signals bezieht, wie in Bild 1 dargestellt.

3.8

Interferenzphase

<CSI> Phase, die der sinusförmigen Form der *Interferenzstreifen* (3.7) im *CSI-Signal* (3.3) entspricht

3.9

Modulationsamplitude

<CSI> Hälfte der Spitze-Tal-Abweichung oder gleichwertiges Maß der Amplitude der *Interferenzstreifen* (3.7)

Anmerkung 1 zum Begriff: Gleichwertige Begriffe sind Interferenzstreifensichtbarkeit und Interferenzstreifenkontrast.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe ISO/TR 14999-2:2019, 4.1.2, 5.2.5, zur beispielhaften synonymen Verwendung der Begriffe „Sichtbarkeit“ und „Kontrast“.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Modulationsamplitude eines CSI-Signals variiert in Abhängigkeit von der Abtastposition.

3.10

Modulations-Hüllkurve

globale Änderung der *Modulationsamplitude* (3.9) eines *CSI-Signals* (3.3) als Funktion der Abtastposition

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1 für eine Darstellung der Modulations-Hüllkurve eines CSI-Signals.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Modulations-Hüllkurve ist eine Folge der begrenzten optischen Kohärenz, die sich durch die Verwendung einer spektral breitbandigen Lichtquelle (Weißlicht), einer räumlich ausgedehnten Lichtquelle, oder beides ergibt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Modulations-Hüllkurve wird manchmal auch als Streifenkontrast-Hüllkurve, Streifensichtbarkeits-Funktion, Streifensichtbarkeits-Hüllkurve oder als Kohärenzgrad als Funktion der CSI-Abtastposition bezeichnet.

Anmerkung 4 zum Begriff: Die Modulations-Hüllkurve ist ein berechneter Wert als Funktion der Abtastposition, der von dem Datenanalyseverfahren abhängt.

3.11

Option der Signalverarbeitung der Weißlicht-Interferometrie

CSI-Signalverarbeitungsoption

Auswahl der Verarbeitung, die bestimmt, ob die Software die *Modulations-Hüllkurve* (3.10), die *Interferenzphase* (3.8), eine modellbasierte Analyse oder einen anderen Ansatz zur Interpretation des *CSI-Signals* (3.3) verwendet

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Abschnitt A.3.

3.12

äquivalente Wellenlänge

λ_{eq}

<CSI> Änderung der Höhe der Oberflächentopographie, die der Abtastlänge zwischen zwei aufeinanderfolgenden Interferenzstreifen im CSI-Signal nahe dem Maximalwert der *Hüllkurven-Modulation* (3.10) eines *CSI-Signals* (3.3) entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Die äquivalente Wellenlänge ist eine Definition im Zusammenhang mit CSI für die optische Messwellenlänge, die in ISO 25178-600:2019, 3.3.3, als „effektiver Wert der Wellenlänge des zur Messung einer Oberfläche verwendeten Lichts“ definiert ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die optische Messwellenlänge wird durch Bedingungen beeinflusst, wie z. B. Spektrum der Lichtquelle, spektrale Durchlässigkeit der optischen Komponenten und spektrales Ansprechvermögen des Bildsensor-Arrays.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die äquivalente Wellenlänge kann aus Faktoren berechnet werden, die mit der Konstruktion des Geräts zusammenhängen, experimentell kalibriert oder als Teil der CSI-Signalanalyse bestimmt werden (siehe Abschnitt A.3).

3.13

Breite der Modulations-Hüllkurve

Abtastlänge, über die die durch die *Modulations-Hüllkurve* (3.10) dargestellte Signalstärke größer als ein definierter Wert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Breite der Modulations-Hüllkurve kann auf verschiedene Weise quantifiziert werden, z. B. durch die Halbwertsbreite (FWHM, en: full width at half maximum).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Breite der Modulations-Hüllkurve hängt mit der in ISO 11145:2018, 3.11.4, beschriebenen Kohärenzlänge zusammen und ist eine Funktion der Bandbreite der Lichtquelle (ISO 25178-600:2019, 3.3.2), der spektralen Empfindlichkeit der Kamera und geometrischer Faktoren wie der numerischen Apertur der Beleuchtung (ISO 10934-1:2002, 2.10.4; ISO 25178-600:2019, 3.3.6).

3.14

Phasenabstand

ϕ_G

<CSI> Offset in Phaseneinheiten bei der *äquivalenten Wellenlänge* (3.12) zwischen der *CSI-Abtastposition* (3.3) für den *Interferenzstreifen* (3.7) und dem maximalen Wert der *Modulations-Hüllkurve* (3.10) eines *CSI-Signals* (3.3)

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1 für ein Beispiel eines CSI-Signals zur Veranschaulichung des Phasenabstands.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Phasenabstand ist ein berechneter Wert, der von dem Datenanalyseverfahren abhängt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Phasenabstand kann als Funktion der optischen Dispersion in der Geräteoptik sowie der Oberflächeneigenschaften der Probe, wie z. B. Oberflächenbeläge (ISO 25178-600:2019, 3.4.1), örtliche Steigung und optisch ungleichmäßige Materialien (ISO 25178-600:2019, 3.4.6), variieren.

3.15

Fehler der Streifenordnung

<CSI> Fehler in der Erkennung des korrekten 2π -Phasenintervalls in Abbildern der Oberflächentopographie, die die *Interferenzphase* (3.8) verwendet

Anmerkung 1 zum Begriff: Fehler in der Streifenordnung bei den Ergebnissen der Oberflächentopographie sind üblicherweise ganzzahlige Vielfache der Hälfte der äquivalenten Wellenlänge im Höhenwert.

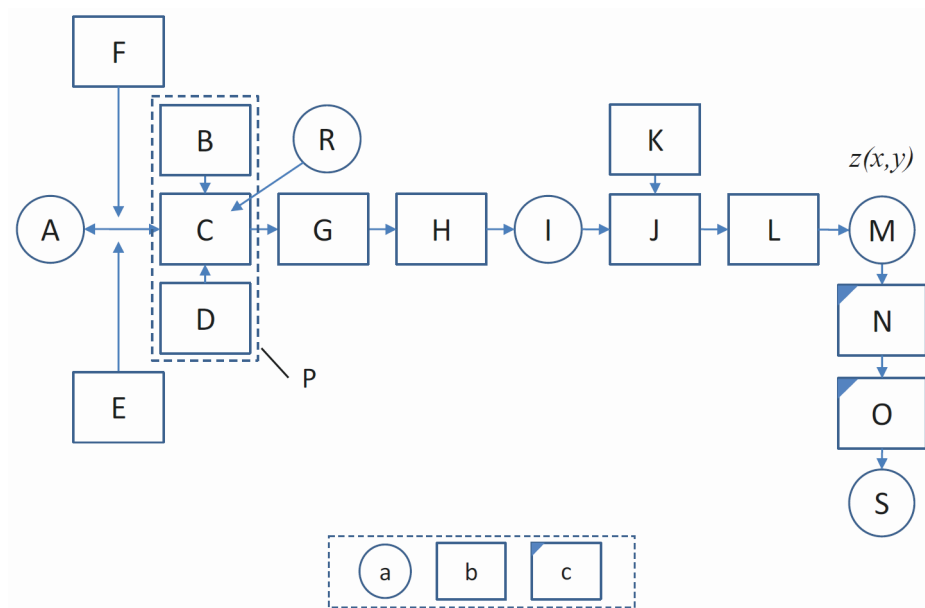
Anmerkung 2 zum Begriff: Fehler in der Streifenordnung werden manchmal als „ 2π -Fehler“ oder „Phasensprünge“ bezeichnet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Fehler in der Streifenordnung können zu künstlichen Stufen in den Abbildern der Oberflächentopographie führen. Bei glatten, kontinuierlichen Oberflächen können diese künstlichen Stufen manchmal durch die Verwendung von Unwrapping-Algorithmen korrigiert werden, wie in ISO 25178-603:2013, 3.5.3, beschrieben.

4 Anforderungen an das Messgerät

Ein Gerät, das dieser Norm entspricht, muss flächenhafte Oberflächentopographiemessungen einer Probenoberfläche mittels CSI durchführen. Das Gerät muss aus einem Interferometer (ISO/TR 14999-2:2019) und Mittel zur Durchführung einer CSI-Abtastung bestehen. Das Gerät muss Kamerabilder erfassen, die in Abtastpositionen aufgenommen werden, welche durch eine CSI-Abtastschrittweite bestimmt werden. Die Datenerfassung erfolgt mit einer CSI-Abtastrate über eine CSI-Abtastlänge. Das CSI-Signal für einen einzelnen Bildpunkt besteht aus Interferenzstreifen mit einer Interferenzphase und Modulationsamplituden, die durch eine Modulations-Hüllkurve geformt werden, die durch die Breite der Modulations-Hüllkurve gekennzeichnet ist. Das Gerät muss die erfassten Daten mittels einer CSI-Signalverarbeitungsoption, die die Interferenzstreifen, die Modulations-Hüllkurve oder beides verwendet, in eine Flächentopographie umwandeln. Die Höhenwerte der Topographie müssen aus der CSI-Abtastrate, der äquivalenten Wellenlänge oder aus beiden abgeleitet werden. Wenn die endgültige Oberflächentopographie von der Interferenzphase abhängt, muss die CSI-Signalverarbeitungsoption bei der Interpretation der Interferenzstreifen den Phasenabstand berücksichtigen, um Fehler der Streifenordnung zu vermeiden.

In Bild 2 ist der Informationsfluss zwischen diesen Elementen für ein CSI-Mikroskop dargestellt, von der realen Oberfläche zu einer maßstabsbegrenzten Oberfläche. Informative Beispiele für CSI-Hardware, Techniken und Fehlerquellen sind in Anhang A und Anhang B enthalten.



Legende

- A optisches Modell des Werkstücks
- B Lichtquelle
- C Interferometer mit Bezugsfläche
- D Mittel zur Durchführung einer CSI-Abtastung
- E optische Eigenschaften der Probe
- F äußere Störeinflüsse
- G optisches Abbildungssystem
- H Kamera
- I CSI-Signal (3.3)
- J CSI-Signalverarbeitungsoption (3.11)
- K äquivalente Wellenlänge (3.12)
- L Korrektur der Fehler der Streifenordnung (3.15)
- M gemessene optische Fläche
- N Software-Korrekturen und Anpassungen
- O Oberflächenverarbeitung (topographische räumliche Filterung)
- P Tastsystem
- R Referenzfläche (kann virtuell sein)
- S skalenbegrenzte Oberfläche
- ^a Oberfläche oder Abbildung.
- ^b Operation, die die Oberfläche oder die Abbildung verändert.
- ^c Operation mit einstellbarer Wirkung.

Bild 2 — Darstellung des Informationsflusses für CSI

5 Messtechnische Merkmale

Die üblichen messtechnischen Merkmale der Messgeräte zur Messung von Oberflächentexturen sind in ISO 25278-600 angegeben und erläutert und müssen bei der Konstruktion und Kalibrierung des Geräts berücksichtigt werden.

Anhang B beschreibt Messfehlerquellen, die das Kalibrierergebnis beeinflussen könnten.

6 Konstruktionsmerkmale

Die üblichen Konstruktionsmerkmale sind in ISO 25178-600 beschrieben und müssen bei der Konstruktion berücksichtigt werden.

Anhang A enthält Beispiele für spezifische Konstruktionsmerkmale von CSI-Geräten.

7 Allgemeine Information

Der Zusammenhang zwischen diesem Dokument und dem ISO GPS-Matrix-Modell ist in Anhang C dargestellt.

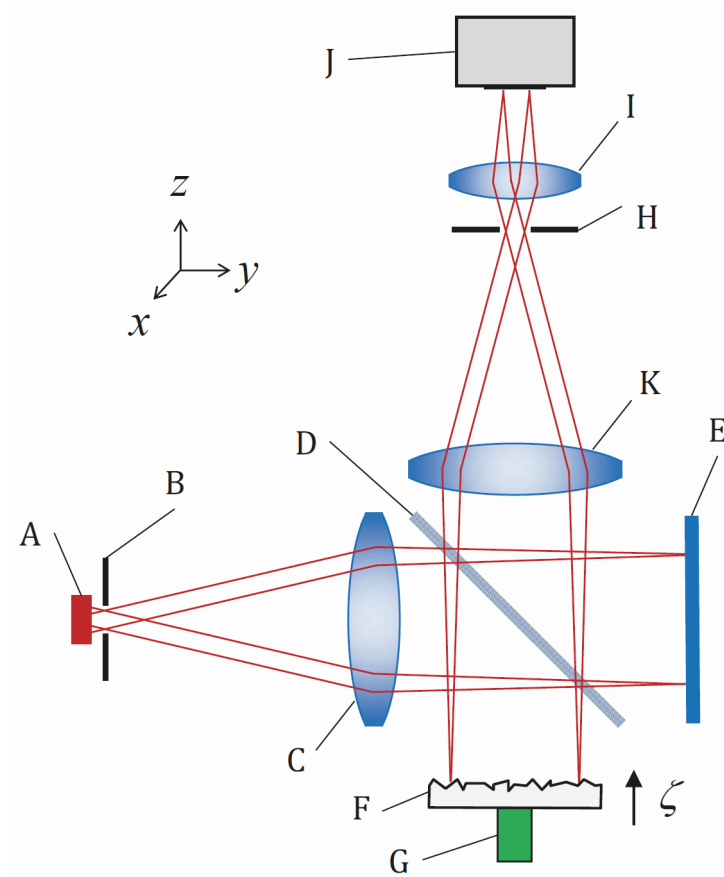
Anhang A (informativ)

Prinzipien der CSI zur Messung der flächenhaften Oberflächentopographie

A.1 Einleitung

Die CSI ist eine ausgereifte Technologie und es finden sich umfangreiche Informationen hierzu in den ISO-Dokumenten, die in den Literaturhinweisen aufgeführt sind, sowie in der veröffentlichten Literatur zum Aufbau und die Funktionsweise von Messgeräten [21] bis [24]. Dieser informative Abschnitt ist eine Zusammenfassung und hat zum Ziel, Begriffe und Definitionen sowie einige der Einflussgrößen zu erläutern, die zu den messtechnischen Merkmalen von CSI-Geräten beitragen.

A.2 Aufbau des Messgeräts



Legende

A Lichtquelle
B Aperturblende der Beleuchtung
C Kollimatorlinse
D Strahlteiler
E Referenzspiegel
ζ Abtastbewegung

F Objekt
G Abtastmechanismus
H Aperturblende der Abbildung
I Kameralinse
J Kamera
K Tubuslinse

Bild A.1 — Schematische Darstellung eines CSI-Mikroskops vom Typ Michelson