

DIN EN ISO 14880-4



ICS 31.260

Entwurf

Einsprüche bis 2023-06-07
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 14880-4:2006-08

**Optik und Photonik –
Mikrolinsenarrays –
Teil 4: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften
(ISO/DIS 14880-4:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 14880-4:2023**

Optics and photonics –
Microlens arrays –
Part 4: Test methods for geometrical properties (ISO/DIS 14880-4:2023);
German and English version prEN ISO 14880-4:2023

Optique et photonique –
Réseaux de microlentilles –
Partie 4: Méthodes d'essai pour les propriétés géométriques (ISO/DIS 14880-4:2023);
Version allemande et anglaise prEN ISO 14880-4:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-04-07 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), 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)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 14880-4:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and photonics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 123 „Laser und Photonik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 027-01-18 AA „Laser und elektro-optische Systeme“ im DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO).

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

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

ISO 3274	siehe	DIN EN ISO 3274
ISO 5436	siehe	DIN EN ISO 5436-1
ISO 14880-1	siehe	DIN EN ISO 14880-1
ISO 14880-2	siehe	DIN EN ISO 14880-2

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 EN ISO 14880-4:2006-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einleitung überarbeitet;
- b) die Verweisungen auf die in DIN EN ISO 14880-1 definierten Begriffe aktualisiert;
- c) Bild 8 ersetzt;
- d) Verweise aktualisiert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3274, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Nenneigenschaften von Tastschnittgeräten*

DIN EN ISO 5436-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren; Normale — Teil 1: Maßverkörperungen*

DIN EN ISO 14880-1, *Optik und Photonik — Mikrolinsenarrays — Teil 1: Begriffe*

DIN EN ISO 14880-2, *Optik und Photonik — Mikrolinsenarrays — Teil 2: Prüfverfahren für Wellenfrontaberrationen*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 14880-4:2023-05

– Leerseite –

April 2023

prEN ISO 14880-4

Optik und Photonik – Mikrolinsenarrays – Teil 4: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften (ISO/DIS 14880-4:2023)

Optics and photonics – Microlens arrays – Part 4: Test methods for geometrical properties (ISO/DIS 14880-4:2023)

Optique et photonique – Réseaux de microlentilles – Partie 4: Méthodes d'essai pour les propriétés géométriques (ISO/DIS 14880-4:2023)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Koordinatensystem	9
5 Prüfverfahren	9
5.1 Messung des Pitch und der Modulationstiefe der Oberfläche	9
5.1.1 Verwendung eines Tastschnittmessgeräts	9
5.1.2 Verwendung eines konfokalen Mikroskops	11
5.2 Physische Dicke	14
5.2.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens	14
5.2.2 Messaufbau und Vorbereitung	14
5.3 Krümmungsradius	14
5.3.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens	14
5.3.2 Messanordnung und Prüfgeräte	16
5.4 Oberflächenvorbereitung der Mikrolinsenarrays für die Messung	18
6 Durchführung	18
6.1 Messung von Pitch und Modulationstiefe der Oberfläche	18
6.1.1 Vorbereitende Messungen	18
6.2 Durchführung der Messung und Auswertung der Ergebnisse	18
6.3 Messung der physischen Dicke	19
6.4 Messung des Krümmungsradius	19
7 Ergebnisse und Messunsicherheiten	19
8 Prüfbericht	20
Anhang A (informativ) Messungen mit einem Fizeau-Interferometersystem	22
A.1 Messanordnung und Prüfgeräte	22
A.2 Messung des Krümmungsradius	23
Anhang B (informativ) Gleichmäßigkeit des Abstandes im Array	25
B.1 Gleichmäßigkeit der Arraygeometrie	25
B.2 Theorie	25
B.3 Geräte	27
B.4 Durchführung	27
Literaturhinweise	28

Bilder

Bild 1 — Geometrische Eigenschaften von Mikrolinsenarrays	8
Bild 2 — Mikrolinsenarray mit kartesischem Koordinatensystem	9
Bild 3 — Bauteile eines typischen Tastschnittmessgeräts	10
Bild 4 — Messung mit konfokalem Mikroskop — System A	12
Bild 5 — Messung mit konfokalem Mikroskop — System B	13
Bild 6 — Beispiel für eine mit konfokalem Mikroskop-Messsystem erhaltene Mikrolinsenarray-Oberflächenstruktur	14
Bild 7 — Lokalisierung des Mittelpunktes der Krümmung und der sphärischen Linsenoberfläche mit einer optischen Sonde	15
Bild 8 — Mikroskop zur Messung des Krümmungsradius der Mikrolinsenoberfläche	17
Bild A.1 — Fizeau-Interferometer	23

Bild B.1 — Beobachtungsbilder, erzeugt von einem Paar ähnlicher Linsenarrays	25
Bild B.2 — Paar von Linsenarrays mit ähnlichem Pitch	26
Bild B.3 — Paar von Linsenarrays mit unterschiedlichem Pitch	26

Tabellen

Tabelle 1 — Messunsicherheitsbetrachtungen	19
---	-----------

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 14880-4:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optik und Photonik“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 123 „Laser und Photonik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 14880-4:2006 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 14880-4:2023 wurde vom CEN als prEN ISO 14880-4:2023 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-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 9, *Laser and electro-optical systems* erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 14880-4:2006), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

- Einleitung überarbeitet;
- die Verweisungen auf die in 14880-1 definierten Begriffe wurden aktualisiert;
- Bild 8 ersetzt;
- Verweise aktualisiert.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 144880 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Dieses Dokument legt Verfahren zum Prüfen der geometrischen Eigenschaften von Mikrolinsen-arrays fest. Beispiele für Anwendungen von Mikrolinsenarrays schließen dreidimensionale Displays, Koppeloptiken für Lichtquellen- und Photoempfänger-Arrays, Optiken zur Steigerung der Lichtausbeute von Flüssigkristall-displays und Elemente für die optische Parallelverarbeitung ein.

Der Markt für Mikrolinsenarrays hat einen Bedarf für die Vereinbarung der grundlegenden Terminologie und Prüfverfahren erzeugt. Eine genormte Terminologie und eine eindeutige Begriffsdefinition werden nicht nur für die Förderung von Anwendungen benötigt, sondern auch, um Wissenschaftler und Ingenieure zum Austausch von Ideen und neuen Konzepten auf Grundlage eines gemeinsamen Verständnisses anzuregen.

Dieses Dokument dient dem Zweck der ISO 14880-Normenreihe, die Vergleichbarkeit und Austauschbarkeit von Linsenarrays von verschiedenen Herstellern zu verbessern und die Entwicklung von Technologien, die Mikrolinsenarrays nutzen, voranzutreiben.

In ISO 14880-1, Vokabular, werden charakteristische Parameter definiert und Anwendungsbeispiele gegeben. Sie wurde durch eine Reihe von drei weiteren Internationalen Normen ergänzt, nämlich Teil 2, Prüfverfahren für Wellenfrontaberrationen, Teil 3, Prüfverfahren für optische Eigenschaften außer Wellenfrontaberrationen und Teil 4, Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften.

Die Messung der physikalischen Eigenschaften des Pitch und der Modulationstiefe der Oberfläche kann mit einem Tastschnittmessgerät und einem kontaktlosen optischen Testsystem vorgenommen werden. Die physische Dicke kann mit einer Messschraube gemessen werden. Die Messvorgänge sind in diesem Dokument beschrieben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren zum Prüfen der geometrischen Eigenschaften von Mikrolinsen in Mikrolinsenarrays fest. Die Norm gilt für Mikrolinsenarrays mit sehr kleinen Linsen, die auf einer oder mehreren Oberflächen eines gemeinsamen Substrats angeordnet sind, und für Gradientenindex-Mikrolinsen.

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 14880-1, *Optics and photonics — Microlens arrays — Part 1: Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 14880-1 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/>

ANMERKUNG 1 Die in diesem Dokument verwendeten Symbole wurden für die Anwendung auf Mikrolinsenarrays der Eindeutigkeit halber gewählt, jedoch können einige davon von den für die Messung der Oberflächentextur gebräuchlichen Symbolen abweichen.

ANMERKUNG 2 Die Parameter P_x , P_y und h werden in diesem Dokument zur Beschreibung der die Oberflächenstruktur bestimmenden geometrischen Parameter verwendet. P_x , P_y sind Abstandsparameter und als Mittelwert der Länge des mittleren Profilschnitts, der einen Profilscheitel und das benachbarte Profiltal einschließt, definiert. Der Amplitudenparameter h ist als die mittlere Differenz zwischen dem Scheitel des Linsenprofils und dem Rand definiert. Bild 1 zeigt die geometrischen Eigenschaften von Mikrolinsenarrays, die zu messen sind.

3.1

Pitch

P_x , P_y

Abstand zwischen den Mittelpunkten benachbarter Linsen, der über das Array veränderlich sein kann und der richtungsabhängig sein wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Pitch wird in Millimetern angegeben.

[ISO 14880-1:2019, Begriff 3.4.1.5]

Anmerkung 3 zum Begriff: Für ein Tastschnittmessgerät entspricht dies im Allgemeinen RS_m , der mittleren Breite der Profilelemente, berechnet aus Rauheitsprofil (siehe ISO 4287:1997, 3.2.2 und 4.3.1).

3.2

Modulationstiefe der Oberfläche

h

maximale Differenz (Peak-to-Valley) der Oberflächenhöhe

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für eine rein refraktive Mikrolinse ist dies dasselbe wie der Linsensag.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Modulationstiefe der Oberfläche wird in Millimetern angegeben.

[ISO 14880-1:2019, Begriff 3.4.1.8]

Anmerkung 4 zum Begriff: Für Tastschnittmessgeräte ist dies im Allgemeinen gleich R_z (siehe ISO 4287:1997, 4.1.3).

3.3

physische Dicke

T_c

maximale lokale Dicke des Arrays

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die physische Dicke wird in Millimetern angegeben.

[ISO 14880-1:2019, Begriff 3.4.1.9]

3.4

Krümmungsradius

R_c

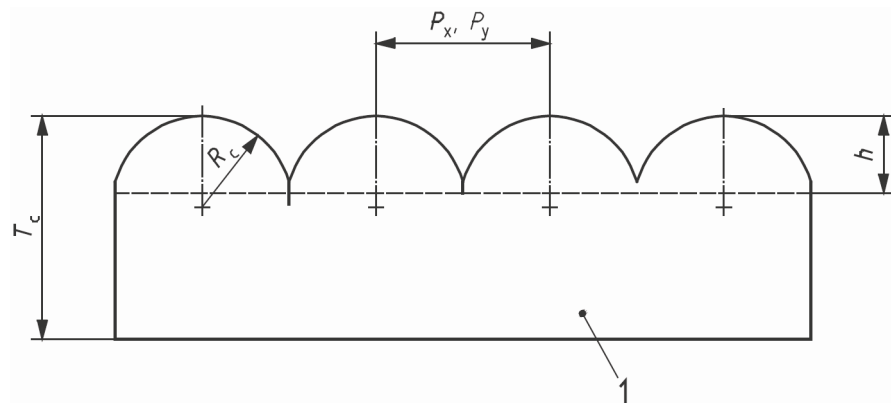
Abstand vom Scheitelpunkt der Mikrolinse zum Krümmungsmittelpunkt der Linsenoberfläche.

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Krümmungsradius wird in Millimetern angegeben.

[ISO 14880-1:2019, Begriff 3.3.3]

Anmerkung 3 zum Begriff: Für rotationssymmetrische Mikrolinsen oder zylindrische Mikrolinsen.



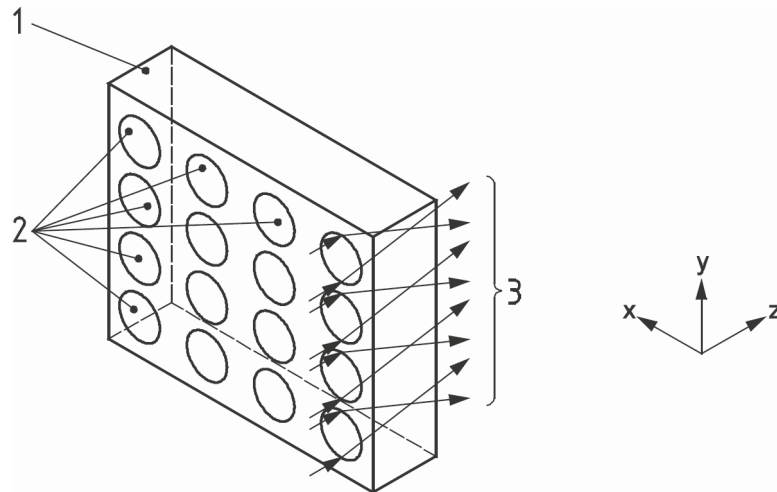
Legende

- 1 Substrat
- T_c physische Dicke
- R_c Krümmungsradius
- P_x, P_y Pitch
- h Modulationstiefe der Oberfläche („lens sag“)

Bild 1 — Geometrische Eigenschaften von Mikrolinsenarrays

4 Koordinatensystem

Bei der Messung der geometrischen Eigenschaften eines Mikrolinsenarrays wird ein kartesisches Koordinatensystem, wie in Bild 2 (ISO 14880-1, Bild 1) gezeigt, verwendet. In einem rechtshändigen kartesischen Koordinatensatz liegen die x - und die y -Achse in der Substratebene, und die x -Achse entspricht der Abtastrichtung. Die z -Achse entspricht der vom Material nach außen in das Umgebungsmedium führenden Richtung.



Legende

- 1 Substrat
- 2 Mikrolinse
- 3 Lichtwege

Bild 2 — Mikrolinsenarray mit kartesischem Koordinatensystem

5 Prüfverfahren

5.1 Messung des Pitch und der Modulationstiefe der Oberfläche

5.1.1 Verwendung eines Tastschnittmessgeräts

5.1.1.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Die Anwendung eines Tastschnittmessgeräts dient der Bestimmung des Oberflächenprofils des Arrays [1] [2] [3] [4]. Es muss darauf geachtet werden, dass das Profil durch den Mittelpunkt einer jeden Linse verläuft und der Taststift über den gesamten Messvorgang in Kontakt mit der Oberfläche verbleibt. Dies ermöglicht die Bestimmung des Pitch und der Modulationstiefe der Oberfläche.

5.1.1.2 Messaufbau und Vorbereitung

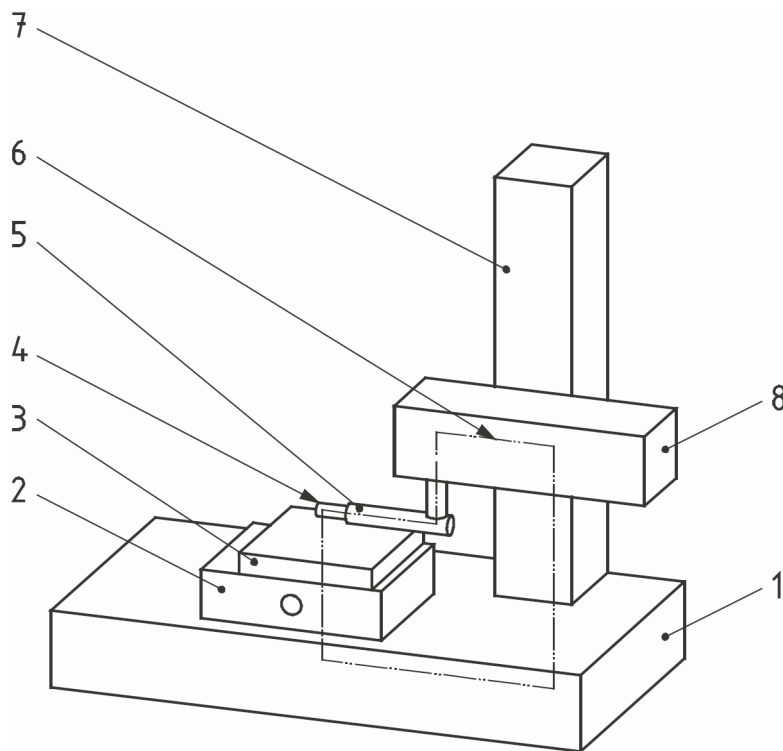
Die Messung der geometrischen Kennwerte eines Mikrolinsenarrays ist im Prinzip ähnlich jeglicher Oberflächenmessung mit einem Taststift. Ein typisches Tastschnittmessgerät besteht aus einem Taststift, der in körperlichem Kontakt mit der Oberfläche steht, und einem Messwandler (Sensor) zum Umwandeln der vertikalen Bewegung in ein elektrisches Signal. Weitere Komponenten, die in Bild 3 dargestellt sind, sind: Tastkopf, angetrieben von einem Motor und einem Getriebe, der den Taststift mit einer konstanten Geschwindigkeit über die Oberfläche führt, ein elektronischer Verstärker zum Verstärken des Sensorsignals auf ein brauchbares Niveau, eine Einrichtung zum Aufzeichnen des verstärkten Signals oder ein Rechner zur automatischen Datenerfassung.

Der Teil des Taststiftes, der mit der Oberfläche des Arrays in Berührung kommt, ist üblicherweise eine Diamantspitze mit sorgfältig hergestelltem Profil. Aufgrund ihrer endlichen Größe können manche Taststifte nicht in

die Täler eindringen und liefern somit eine verzerrte oder gefilterte Messung der Oberfläche. Der Effekt der Taststiftkräfte kann einen wesentlichen Einfluss auf die Messergebnisse haben. Eine zu hohe Kraft kann eine Beschädigung der Oberfläche verursachen. Ist die Kraft zu gering, verbleibt der Taststift nicht zuverlässig in Kontakt mit der Oberfläche.

Das Taststiftgerät muss in einer Umgebung angewendet werden, die so frei wie möglich von Staub, Vibrationen und direktem Sonnenlicht ist, und an einem Ort, an dem die Umgebungstemperatur im Bereich von $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ (mit einer kondensationsfreien Feuchte unterhalb 70 % relativer Feuchte) aufrechterhalten werden kann. Jegliche grobe Verunreinigung auf der Instrumentoberfläche ist zu entfernen, vorzugsweise durch Anblasen der Oberfläche mit gefilterter Luft. Jegliches Öl oder Fett kann mit einem geeigneten Löse-mittel entfernt werden.

Für das Prüfen unter ungünstigeren Bedingungen müssen entsprechende Überlegungen angestellt werden.



Legende

- 1 Grundplatte
- 2 Befestigung
- 3 Prüfling (Mikrolinse)
- 4 Taststift
- 5 Abtaster (Messwertgeber)
- 6 Messschleife
- 7 Ständer
- 8 Antriebseinheit

Bild 3 — Bauteile eines typischen Tastschnittmessgerätes

Die elektrische Einheit am Tastschnittmessgerät muss mindestens eine Stunde vor Durchführung von Messungen eingeschaltet werden. Dadurch wird dem Messgerät Zeit zum Stabilisieren gegeben (die Herstelleranweisungen geben üblicherweise eine Mindestzeit für die Stabilisierung eines bestimmten Messgeräts an). Die Kalibrierung des Messgeräts vor der Messung ist äußerst wichtig. Vor Durchführung der Kalibrierung sollte der Taststift auf Anzeichen von Abnutzung oder Beschädigung untersucht werden. Eine beschädigte Taststiftspitze kann zu ernsthaften Fehlern führen.

Nach der Messung des Referenzkörpers muss der angezeigte Wert mit dem zum Prüfobjekt gehörigen Wert verglichen werden. Unterscheidet sich der gemessene Wert von dem auf dem Kalibrierzertifikat angegebenen Wert, ist eine erneute Kalibrierung erforderlich.

5.1.1.3 Größe und Form des Taststifts

Es ist wichtig, dass die Maße und die Form des Taststiftes angemessen gewählt werden, da dies die Präzision des abgetasteten Profils auf verschiedene Art und Weise beeinflussen kann. Bei Arrays mit tiefen, engen Tälern kann es sein, dass der Taststift nicht vollständig bis zum Boden eindringt, da entweder der Radius der Spitze oder der Flankenwinkel des Taststifts zu groß ist. In derartigen Fällen wird der Messwert für die Modulationstiefe der Oberfläche kleiner als der tatsächliche Wert sein. Die ideale Taststiftform ist ein Kegel mit einer kugelförmigen Spitze. Diese hat üblicherweise einen Kegelwinkel von entweder 60° oder 90° mit einem typischen Radius der Spitze von 1 µm, 2 µm, 5 µm oder 10 µm.

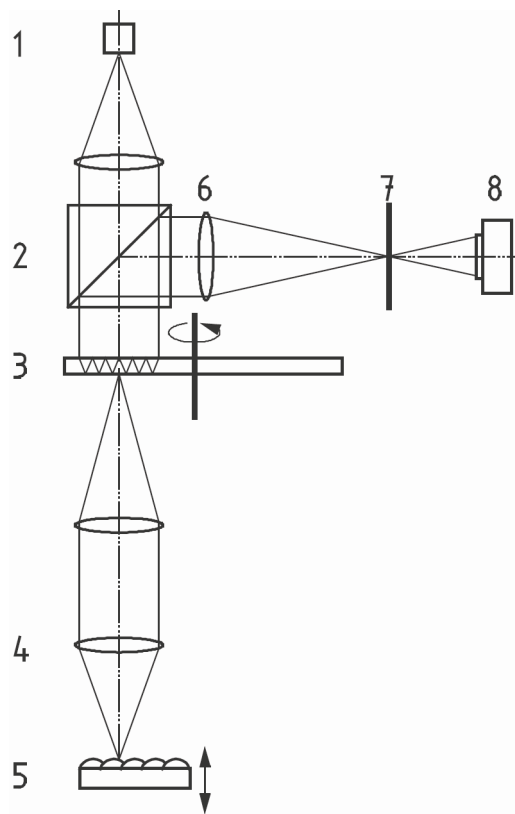
5.1.2 Verwendung eines konfokalen Mikroskops

5.1.2.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Das konfokale Prinzip kann zum Messen der Oberflächentopographie angewendet werden [14]. Die Tiefe wird durch Bewegen der Objektoberfläche durch den Brennpunkt ermittelt, wobei die reflektierte Intensität mit einem Empfänger und einer Lochblende gemessen wird. Wenn der Objektpunkt am Brennpunkt liegt, wird die maximale Intensität nachgewiesen, wogegen das Signal vermindert wird, wenn der Objektpunkt zum Brennpunkt verschoben ist. Das Prinzip wird in konfokalen Rastermikroskopen eingesetzt. Durch Scannen eines abgebildeten Lichtflecks über das Objekt wird eine Fläche Punkt für Punkt gemessen.

5.1.2.2 Messaufbau und Vorbereitung

Das Prinzip des konfokalen Mikroskops wurde durch Erzeugen einer regelmäßigen Anordnung von Lichtflecken auf dem Objekt mit einer Mehrfachlochblendenmaske (Nipkow-Scheibe) entwickelt, wodurch eine parallele Datenerfassung von Mehrfachobjektpunkten möglich ist. Die Nipkow-Scheibe kann, wie in Bild 4 gezeigt, durch ein Mikrolinsenarray ersetzt werden, um die Lichtausbeute zu verbessern.

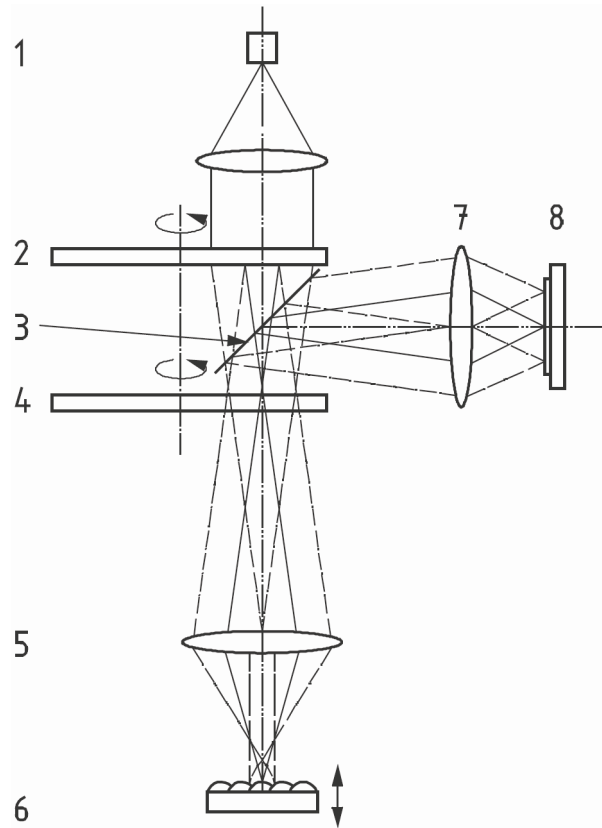


Legende

- 1 Lichtquelle
- 2 Strahlteiler
- 3 rotierende Mikrolinsenscheibe (analog zu einer Nipkow-Scheibe)
- 4 Objektiv
- 5 Probe
- 6 Abbildungslinse
- 7 Lochblende
- 8 Empfänger

Bild 4 — Messung mit konfokalem Mikroskop — System A

Bild 5 zeigt einen anderen Aufbau des konfokalen Mikroskops mit einem Mikrolinsenarray und einer Lochblendenanordnung. Dieser erhöht die Strahlungsausbeute und verbessert die Abtastgeschwindigkeit, die bei Parallelabtastung von der Lochblendenanordnung abhängt. Ein Beispiel der Messung ist in Bild 6 gezeigt.



Legende

- 1 Lichtquelle
- 2 rotierende Mikrolinsenscheibe
- 3 Strahlteiler
- 4 Lochblendenanordnung (Nipkow-Scheibe)
- 5 Objektiv
- 6 Probe
- 7 Abbildungslinse
- 8 CCD-Kamera

Bild 5 — Messung mit konfokalem Mikroskop — System B

Maße in μm

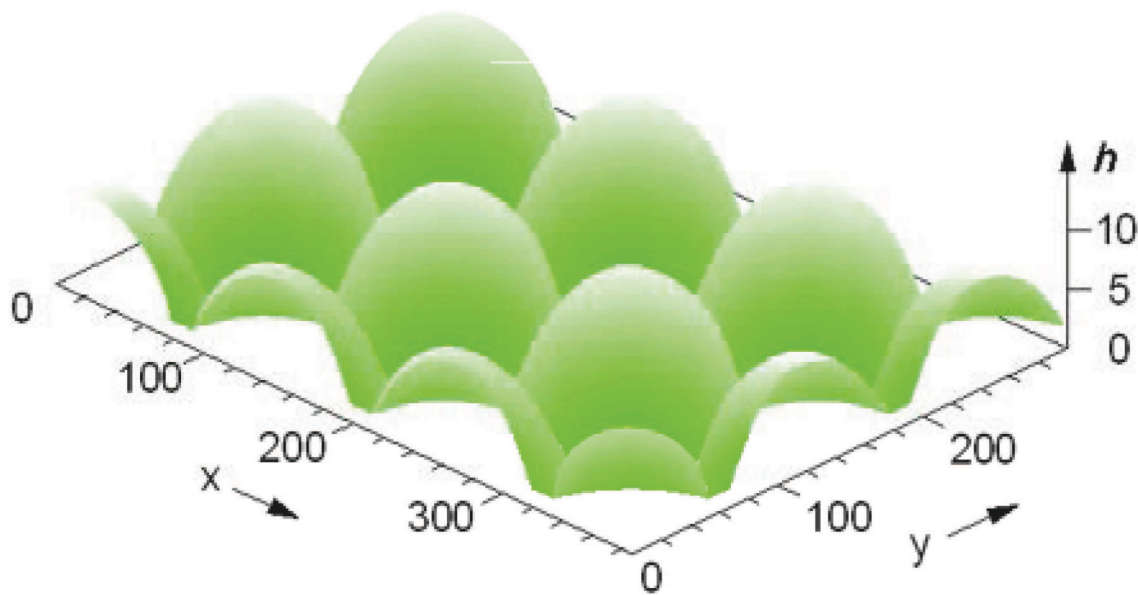


**Bild 6 — Beispiel für eine mit konfokalem Mikroskop-Messsystem erhaltene
Mikrolinsenarray-Oberflächenstruktur**

5.2 Physische Dicke

5.2.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Die beiden Messflächen (Amboss und Messspindel) der Messschraube berühren zum Messen der physischen Dicke eines Arrays an einer bestimmten Stelle die obere und die untere Oberfläche des Arrays. Die Messflächen der Messschraube dürfen parallel oder sphärisch sein.

5.2.2 Messaufbau und Vorbereitung

Die Messschraube muss vor der Messung mit einem Parallelendmaß oder in ähnlicher Weise kalibriert werden. Die Spindel und die Messflächen der Messschraube sind mit einem sauberen flusenfreien Tuch oder Papier sorgfältig abzuwischen. Dem Messgerät und dem Mikrolinsenarray sind hinreichend Zeit zur Annahme der Umgebungstemperatur zu geben (mindestens 1 h). Es muss sorgfältig sichergestellt werden, dass die Messschraube nicht plötzlichen Temperaturänderungen, direktem Sonnenlicht, Strahlungswärme oder Luftströmungen, die wesentliche Temperaturschwankungen hervorrufen können, ausgesetzt wird.

5.3 Krümmungsradius

5.3.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Das Grundprinzip ist die Ortsbestimmung des Scheitels der untersuchten Mikrolinse auf optischem Wege, wie in Bild 7 gezeigt. Anschließend wird die zum Auffinden des Brennpunktes oder des Mittelpunktes der Oberflächenkrümmung erforderliche Verschiebung gemessen. Dies ermöglicht die Bestimmung des Krümmungsradius R_c . Es muss darauf geachtet werden, dass fehlerhafte Einstellungen, wie in b) und c) von Bild 7 gezeigt, vermieden werden.

ANMERKUNG Nach diesem Verfahren ist es lediglich möglich, den Mittelpunkt der Krümmung der Prüfoberfläche aufzufinden, wenn die Linsenoberfläche sphärisch ist. Andernfalls wird das Licht nicht unter Ausbildung eines konfokalen Bildes in sich zurückreflektiert. Wenn vermutet wird, dass die Prüfoberfläche nicht sphärisch ist, kann die Form aus einer Zonenanalyse mittels Interferometrie abgeschätzt werden [12].