

## DIN 58557-1



ICS 31.260

Ersatz für  
DIN 58557-1:2022-09

**Fertigungsmittel für Mikrosysteme –  
Verfahren zur Messung der Gestalt von Mikrolinsenarrays –  
Teil 1: Einseitige Messung eines Mikrolinsenarrays**

Production equipment for microsystems –  
Method for measuring the shape of microlens arrays –  
Part 1: Single sided measurement of a microlens array

Dispositifs de fabrication de microsystems –  
Méthode de mesure de la forme d'un réseau de microlentilles –  
Partie 1: Mesure unilatérale d'un réseau de microlentilles

Gesamtumfang 25 Seiten

DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)

Inhalt

|                                                                                                                                        | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort . . . . .                                                                                                                      | 4     |
| 1 Anwendungsbereich . . . . .                                                                                                          | 5     |
| 2 Normative Verweisungen . . . . .                                                                                                     | 5     |
| 3 Begriffe . . . . .                                                                                                                   | 5     |
| 4 Messbedingungen . . . . .                                                                                                            | 8     |
| 4.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                              | 8     |
| 4.2 Anforderungen an die Messeinrichtung . . . . .                                                                                     | 8     |
| 4.3 Anforderungen an das Messobjekt . . . . .                                                                                          | 8     |
| 4.4 Anforderungen an die Referenzstrukturen auf dem Messobjekt . . . . .                                                               | 9     |
| 4.4.1 Allgemeine Anforderungen . . . . .                                                                                               | 9     |
| 4.4.2 Zusätzliche Anforderungen an die Erfassung der Referenzstruktur durch<br>Bildverarbeitung und Mustererkennung . . . . .          | 9     |
| 5 Festlegung eines vom Werkstück abgeleiteten Koordinatensystems . . . . .                                                             | 9     |
| 5.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                              | 9     |
| 5.2 Verwendung von zweidimensionalen Referenzstrukturen . . . . .                                                                      | 10    |
| 5.3 Verwendung der Messobjekte selbst . . . . .                                                                                        | 10    |
| 5.3.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                            | 10    |
| 5.3.2 Verwendung einer minimalen Anzahl von Messobjekten zur Bestimmung des<br>Koordinatensystems . . . . .                            | 10    |
| 5.3.3 Verwendung einer großen Anzahl von Messobjekten zur Bestimmung des<br>Koordinatensystems . . . . .                               | 11    |
| 5.4 Verwendung von äußeren Bezügen (z. B. Werkstückkanten, V-Nuten, Fassungen) . . . . .                                               | 13    |
| 6 Messung des Geometrieelements zur Bestimmung von Form-, Lage-, Geometrie- und<br>Texturparametern (Rauheit und Welligkeit) . . . . . | 14    |
| 6.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                              | 14    |
| 6.2 Bestimmung der Parameter der Messobjekte . . . . .                                                                                 | 16    |
| 6.2.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                            | 16    |
| 6.2.2 Verfahren für Messungen mit einer Messachse . . . . .                                                                            | 16    |
| 6.2.3 Verfahren für Messungen mit zwei Messachsen . . . . .                                                                            | 18    |
| 6.2.4 Verfahren für optische Flächenmessung . . . . .                                                                                  | 20    |
| 6.3 Messung von Arrays . . . . .                                                                                                       | 21    |
| 6.4 Messung der Anordnung von mehreren Arrays auf einem Werkstück . . . . .                                                            | 22    |
| Anhang A (informativ) Referenzstrukturen bei linienförmiger Erfassung der Topographie . . . . .                                        | 23    |
| Literaturhinweise . . . . .                                                                                                            | 25    |

Bilder

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 — Scheitelpunkt-Pitch des Mikrolinsenarrays . . . . .                                                         | 6  |
| Bild 2 — Bounding-Box-Verfahren . . . . .                                                                            | 12 |
| Bild 3 — Schwerpunkt-Verfahren für den Fall i) . . . . .                                                             | 12 |
| Bild 4 — Verwendung von äußeren Bezügen (hier: Bauteilkante) . . . . .                                               | 14 |
| Bild 5 — Bestimmung der y-Lage des Scheitelpunkts . . . . .                                                          | 17 |
| Bild 6 — Profilmessungen durch den Scheitelpunkt der einzelnen Messobjekte zur Bestimmung<br>der Parameter . . . . . | 18 |
| Bild 7 — Zwei orthogonale Profilmessungen zur Scheitelpunktbestimmung . . . . .                                      | 19 |
| Bild 8 — Bestimmung der Linsenparameter aus Profilmessung über den Scheitelpunkt . . . . .                           | 19 |
| Bild 9 — Bestimmung der Koplanarität aus den Linsenhöhen $h_i$ zur lokalen Referenzebene . . . . .                   | 21 |
| Bild 10 — Bestimmung der Koplanarität aus den Linsenhöhen $h_i$ zur globalen Referenzebene . . . . .                 | 21 |

|                                                                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Bild 11 — Bestimmung der Koplanarität nach der Seating Plane Methode (Urheberrecht JEDEC. Reproduziert aus JESD22-B108B:2010-09 mit Genehmigung der JEDEC) . . . . .</b> | <b>22</b> |
| <b>Bild 12 — Bestimmung der Koplanarität nach der Regressionsebenen-Methode (angelehnt an „Regression Plane“-Methode nach JESD22-B108B:2010-09) . . . . .</b>               | <b>22</b> |
| <b>Bild A.1 — Referenzstrukturen . . . . .</b>                                                                                                                              | <b>24</b> |

## Tabellen

|                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabelle 1 — Anforderungen für die Bestimmung verschiedener Messparameter . . . . .</b> | <b>15</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

## **Vorwort**

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 027-03-03 AA „Fertigungsmittel für Mikrosysteme“ im DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

## **Änderungen**

Gegenüber DIN 58557-1:2022-09 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- a) in 6.2.2.3 wurde im letzten Satz „Sphärenachse“ durch „Asphärenachse“ ersetzt;
- b) Bild 12 sowie dessen Legende und Bildunterschrift wurden korrigiert;
- c) redaktionelle Änderungen.

## **Frühere Ausgaben**

DIN 58557-1: 2022-09

## 1 Anwendungsbereich

Das Dokument legt ein geometrisches Messverfahren zur Bestimmung von Form-, Lage-, Geometrie- und Texturparametern von sphärischen und rotationssymmetrischen asphärischen Mikrolinsen sowie Lage- und Geometrieparametern von Mikrolinsenarrays und Arrays von Mikrolinsenarrays mittels taktilen und optischen Punktmessungen und optischen Flächenmessungen fest.

Dieses Dokument kann einerseits zur Prüfung von Werkstücken angewendet werden, andererseits kann die Bestimmung einiger Parameter verwendet werden, um den Fertigungsprozess zu charakterisieren.

Die Mikrolinsen sind einseitig oder beidseitig auf einem Substrat oder in einem Substrat angeordnet, wobei die Mikrolinsen und das Substrat aus dem gleichen Werkstoff und im gleichen Prozess hergestellt sein können.

Dieses Dokument legt nur Verfahren für die einseitige Messung von Mikrolinsen, Mikrolinsenarrays und Arrays von Mikrolinsenarrays fest.

ANMERKUNG Die beidseitige referenzierte Messung wird in Teil 2 behandelt, der derzeit in Erarbeitung ist.

## 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).

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

DIN EN ISO 21920-2, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Profile — Teil 2: Begriffe und Kenngrößen für die Oberflächenbeschaffenheit*

DIN ISO 14999-4, *Optik und Photonik — Interferometrische Messung von optischen Elementen und Systemen — Teil 4: Interpretation und Beurteilung der Toleranzen nach ISO 10110*

VDI/VDE 2655, *Optische Messtechnik an Mikrotopografien*

VDI/VDE 2656 Blatt 1, *Bestimmung geometrischer Messgrößen mit Rastersondenmikroskopen — Kalibrierung von Messsystemen*

VDI/VDE 2617 Blatt 11, *Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten — Kenngrößen und deren Prüfung — Ermittlung der Unsicherheit von Messungen auf Koordinatenmessgeräten durch Messunsicherheitsbilanzen*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term/>
- DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

### 3.1

#### Mikrolinsenarray

regelmäßige Anordnung von Mikrolinsen auf einem gemeinsamen Substrat

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Mikrolinsenarray kann im Sonderfall auch aus einer einzelnen Mikrolinse auf einem Substrat bestehen.

[QUELLE: DIN EN ISO 14880-1:2019-10, 3.2.2, modifiziert — in der Definition „in“ gelöscht und „einzig“ in „gemeinsamen“ geändert; Anmerkung 1 zum Begriff ersetzt.]

### 3.2

#### Array von Mikrolinsenarrays

Anordnung von mehreren adressierbaren (Zeilen-Spalten-Index-)Mikrolinsenarrays auf einem Substrat

### 3.3

#### Scheitelpunkt

Durchstoßpunkt der optischen Achse der Mikrolinse mit der Mikrolinsenoberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Scheitelpunkt ist aus den Messdaten abgeleitet und entspricht nicht notwendigerweise dem höchsten gemessenen Punkt (für konvexe Linsen), bzw. dem tiefsten gemessenen Punkt (für konkave Linsen).

### 3.4

#### Scheitelpunkt-Pitch

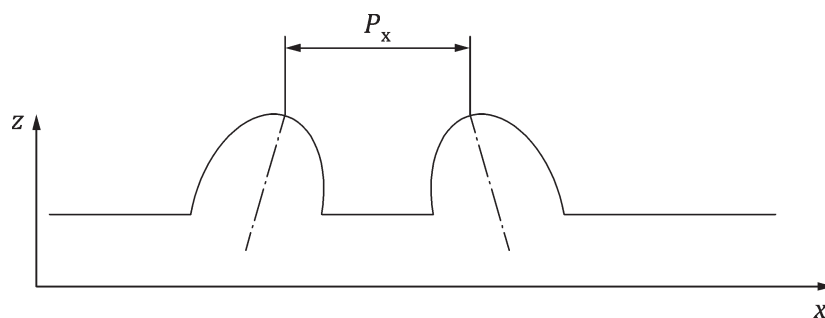
Abstand zwischen den Scheitelpunkten benachbarter Linsen, der über das Array veränderlich sein kann

SIEHE: Bild 1.

Anmerkung 1 zum Begriff:  $P_x$ ,  $P_y$  sind als Scheitelpunkt-Pitch in  $x$ -,  $y$ -Richtung definiert.

Anmerkung 2 zum Begriff: In DIN EN ISO 14880-1:2019-10 wird der Begriff „Pitch“ aus Sicht des Optikdesigns über die Mittelpunkte der Mikrolinsen definiert. Aus Metrologiesicht ist der Mittelpunkt nicht ohne weiteres zugänglich, daher wird in diesem Dokument der Abstand der Mikrolinsen auf Basis der Scheitelpunkte definiert.

[QUELLE: DIN EN ISO 14880-1:2019-10, 3.4.1.5, modifiziert — Die Benennung von „Pitch“ zu „Scheitelpunkt-Pitch“ geändert, „Mittelpunkten“ durch „Scheitelpunkten“ ersetzt, am Ende der Definition „und der richtungsabhängig ist“ gelöscht und Anmerkung 1 zum Begriff angepasst.]



#### Legende

$P_x$  Scheitelpunkt-Pitch in  $x$ -Richtung

$z$  Höhen-Messachse

$x$  Positionierachse

**Bild 1 — Scheitelpunkt-Pitch des Mikrolinsenarrays**

**3.5****sphärische Linse**

Linse mit einer sphärischen und einer ebenen oder sphärischen Fläche

**3.6****asphärische Linse**

Linse mit mindestens einer asphärischen Fläche

[QUELLE: DIN 58629-1:2006-01, 2.89.1]

**3.7****asphärische Fläche**

rotationsinvariante Fläche beschrieben durch

$$z(h) = \frac{h^2}{R \left[ 1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) \left( \frac{h}{R} \right)^2} \right]} + \sum_{i=2}^n A_{2i} h^{2i}$$

Dabei ist

$z$  die Pfeilhöhe;

$h$  die Höhe der Oberfläche senkrecht zur Z-Achse ( $h \geq 0$ );

$R$  der Krümmungsradius der Basissphäre;

$\kappa$  die konische Konstante;

$A_i$  der Asphären-Koeffizient.

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Gleichung ist eine typische Beschreibung einer asphärischen Fläche. Die asphärischen Flächen können auch durch andere mathematische Gleichungen beschrieben werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es sollte geprüft werden, ob die z-Richtung der Messeinrichtung mit der z-Richtung des Strahlengangs übereinstimmt. Im praktischen Ablauf der Messung der Oberfläche kann die Richtung von  $z$  entgegengesetzt der Richtung von  $z'$  sein; also  $z = -z'$ .  $z'$  entspricht dann der messtechnischen Höhe der Oberfläche; diese ist dann auch entgegengesetzt der z-Richtung des Strahlengangs.

[QUELLE: Gleichung entnommen aus DIN ISO 10110-12:2021-09, 4.3.2.1, Gleichung (1).]

**3.8****Substrat**

flaches Trägerelement

Anmerkung 1 zum Begriff: Gebräuchliche Substrate sind Halbleiterwafer, Glaswafer. In diesem Dokument wird bei Urformverfahren (z. B. Spritzgußverfahren, Additive Fertigung) der Begriff „Substrat“ für die aufgespannte ebene Bezugsfläche der Linsen verwendet.

**3.9****Werkstück**

Substrat mit Mikrolinsen

**3.10****Referenzstruktur**

Struktur, die auf oder im Werkstück erzeugt wurde, und die verwendet werden kann, um einen geometrischen Bezug zu den zu messenden Funktionselementen herzustellen

### 3.11

#### **äußerer Bezug**

Teil des Werkstücks, das verwendet werden kann, um einen geometrischen Bezug zu den zu messenden Funktionselementen herzustellen

### 3.12

#### **Positionierachse**

konstruktiv festgelegte Achse, die für die Positionierung der Probe oder des Messkopfs geeignet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Typisch sind ein oder mehrere Positionierachsen in einer kartesischen Anordnung.

### 3.13

#### **Messachse**

konstruktiv festgelegte Achse, die für die Aufnahme von Messpunkten geeignet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Messachse ermöglicht im Allgemeinen eine höhere Punktdichte als eine Positionierachse.

## 4 Messbedingungen

### 4.1 Allgemeines

Die Messungen müssen unter definierten Bedingungen hinsichtlich Reinheit, Temperatur, Luftfeuchte, Streulicht und Schwingungen durchgeführt werden. Es gelten die Festlegungen in VDI/VDE 2655, VDI/VDE 2656 Blatt 1 und VDI/VDE 2617 Blatt 11.

### 4.2 Anforderungen an die Messeinrichtung

Für die Messungen von Linsen wird Folgendes vorausgesetzt:

- Die Messeinrichtung muss für die Messaufgabe geeignet sein.
- Die Bildererkennung muss zur Identifikation der Referenzstrukturen geeignet sein.

Es muss eine Vorrichtung vorhanden sein, welche die Verkipfung der Werkstücknormalen zur z-Achse der Messeinrichtung kompensieren kann (z. B. zweiachsiger Kipptisch). Alternativ darf aus den Messdaten die Verkipfung bestimmt und bei der Auswertung berücksichtigt werden.

Das Werkstück kann außerdem verbogen sein. Wenn dies für die Anwendung oder den Messvorgang erforderlich ist, darf eine Vorrichtung eingesetzt werden, welche die Verbiegung des Werkstücks kompensieren kann (z. B. eine Vakuum-Spannplatte, eine mechanische Klemmvorrichtung). Alternativ darf aus den Messdaten die Verbiegung bestimmt und bei der Auswertung berücksichtigt werden. Eine weitere Möglichkeit (bei hinreichend planparallelen Substraten) besteht darin, mit einem zusätzlichen Messschritt die Substratwölbung auf der Rückseite zu erfassen und zu referenzieren. Die Art der Korrektur muss angegeben werden.

### 4.3 Anforderungen an das Messobjekt

Das Messobjekt muss ein ausreichend gutes Messsignal ermöglichen und eine geringe Abweichung von der nominellen Geometrie aufweisen.

Der Anwender wird darauf hingewiesen, dass das Messergebnis signifikant beeinflusst werden kann, bei

- taktiler Messung: wenn die Oberfläche nicht hinreichend hart ist, und
- optischer Messung: wenn die Oberfläche transparent beschichtet ist (z. B. Antireflexvergütung, Hardcoating, optische Filter).