

DIN EN 62903-2

ICS 31.180

Einsprüche bis 2015-06-10

Entwurf**Gedruckte Elektronik - Ausrüstung - Kontaktdruckverfahren –
Starre Druckplatte –
Messverfahren für die Strukturmaße der Druckplatte
(IEC 119/63/CD:2014)**

Printed electronics - Equipment - Contact printing –
Rigid master –
Measurement method of plate master pattern dimension
(IEC 119/63/CD:2014)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-04-10 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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 dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

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 44 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Koordinatensystem [12]	9
5 Eindimensionale Qualifikationselemente [12]	9
5.1 Messgerät	9
5.2 Arten von Geometrieelementen	9
5.3 Ermittlungsverfahren für die Strukturränder	9
5.4 Breite des Geometrieelements und Rastermaß	10
5.5 Linienrandraugigkeit und Linienbreitenraugigkeit	11
5.6 Erläuterung	12
6 Zweidimensionale Qualifikationselemente [5]	12
6.1 Messgerät	12
6.2 Ermittlungsverfahren für die Strukturränder	12
6.3 Ausrichtung des Bilds	12
6.4 Arten von Geometrieelementen	12
6.5 Kontakt	13
6.6 Eckenverrundung	14
6.7 Verkürzung des Linienendes	14
6.8 Erläuterung	15
7 Querschnitts-Qualifikationselemente [7]	16
7.1 Messgeräte	16
7.2 Arten von Geometrieelementen	16
7.3 Querschnittsfläche und Höhe des Geometrieelements [7]	16
7.4 Erläuterung	18
8 Passgenauigkeit	18
8.1 Messgeräte	18
8.2 Festlegungen für Passmarken für die Druckplatte [4]	19
8.3 Algorithmus für die Berechnung der Lage von Geometrieelementen aus einem Bild	20
8.4 Durchführung	20
8.5 Bericht	21
Literaturhinweise	22
 Bilder	
Bild 1 – Koordinatensystem für die Messung von Strukturen auf der Druckplatte	9
Bild 2 – Bewertungsbeispiel für die Breite des Geometrieelements und das Rastermaß	10
Bild 3 – Zweidimensionale Qualifikation einer Kontaktbohrung oder eines Kontaktpunkts	13
Bild 4 – Zweidimensionale Qualifikation der Eckenverrundung	14

	Seite
Bild 5 – Zweidimensionale Qualifikation der Verkürzung des Linienendes.....	15
Bild 6 – Auswirkung eines eindimensionalen Parameters wie der Linienbreite	15
Bild 7 – Beispiel für die Korrektur der Auswirkungen eines eindimensionalen Parameters durch Verringerung der Linienbreite.....	16
Bild 8 – Beispiel für die Korrektur der Auswirkungen eines eindimensionalen Parameters durch Vergrößerung der Linienbreite	16
Bild 9 – Dreidimensionale Höhenverteilung	17
Bild 10 – Höhenprofil des Querschnitts	17
Bild 11 – Trapezförmiges Geometrieelementmodell	18
Bild 12 – Messung der Reliefstruktur	18
Bild 13 – Form einer Passmarke	19
Bild 14 – Messung der Passgenauigkeit	21
 Tabellen	
Tabelle 1 – Maße einer Passmarke	20
Tabelle 2 – Beispielbericht: Passgenauigkeit von Bezugsmarken gegenüber den Bezugskanten	21
Tabelle 3 – Beispielbericht: Passgenauigkeit von Marken im Koordinatensystem der Druckplatte	21

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 119/63/CD:2014 „Printed electronics – Equipment – Contact printing – Rigid master – Measurement method of plate master pattern dimension“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 119 „Printed Electronics“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium GUK 682.1 „Gedruckte Elektronik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Gedruckte Elektronik – Ausrüstung – Kontaktdruckverfahren – Starre Druckplatte – Messverfahren für die Strukturmaße der Druckplatte

Einleitung

Wird der Begriff „gedruckte Elektronik“ genauer betrachtet, ist leicht verständlich, dass diese Branche elektronische Bauelemente und Erzeugnisse betrifft, die unter Anwendung bestimmter Drucktechniken hergestellt werden. Seit Jahrhunderten sind Druckverfahren auf einem Untergrund aus Stoff und Papier weit verbreitet. Die Einführung von Druckerzeugnissen in Massenproduktion hat sich stark darauf ausgewirkt, wie das Wissen seit den vergangenen Jahrhunderten gespeichert, übermittelt und wiedergegeben wird. Auf dem gegenwärtigen Stand der technologischen Entwicklung ergänzt oder ersetzt das Drucken auf starre oder flexible Substrate übliche Herstellungsprozesse elektronischer Bauelemente. Der Unterschied zwischen gedruckten Medien und gedruckter Elektronik besteht darin, dass gedruckte Medien dem Menschen Informationen übermitteln, die dieser mit seinen Augen verarbeitet, während gedruckte Elektronik zur Verarbeitung der elektronischen Informationen Maschinen erfordert; dabei ist der Grad der erforderlichen Auflösung und Funktionalität entscheidend. Häufig eingesetzte Funktionsmaterialien für gedruckte Elektronik sind unter anderem Metall-Nano-/Mikroteilchen, elektrisch halbleitende Polymere und dielektrische Materialien. Infolge der verfügbaren und geforderten Ausleseauflösung müssen für das Drucken kleine Teilchen mit einer Größe unter 20 µm verwendet werden. Schichtdicke und Passgenauigkeit von gedruckten Erzeugnissen sind eng mit der Qualitätsüberwachung elektronischer Bauelemente verbunden und die verwendete Tinte muss hochwertig sein. Die Grenzabweichungen beim Drucken sind für gedruckte Elektronik im Allgemeinen viel geringer.

Druckverfahren für gedruckte Elektronik werden in zwei Hauptkategorien unterteilt. Eine Kategorie sind kontaktlose Druckverfahren wie das Tintenstrahldrucken und die elektrostatische Drucktechnik. Zur anderen Kategorie gehören Kontaktdruckverfahren wie Tiefdruck, Rollenoffsetdruck, negativer Offsetdruck und Siebdruck. Das vorliegende Dokument enthält den Ansatz für die Messung und Bewertung der Druckplatte, wobei der Anwendungsbereich auf Drucktechniken mit Druckplatte begrenzt ist.

Die Qualität der Druckplatte ist maßgeblich, weil die Tinte bei diesen Verfahren direkt von der Druckplatte auf das Substrat aufgebracht wird, das heißt, dass die Qualität der entstehenden gedruckten Schaltung von der Qualität der Druckplatte abhängt. Bei der Massenproduktion von gedruckten elektronischen Bauelementen sind viele Unternehmen wie Bauelementehersteller, Hersteller von Druckplatten und Lieferanten von Fertigungseinrichtungen für Druckplatten in die Herstellung und Nutzung der Druckplatten eingebunden und benötigen untereinander genormte Mess- und Bewertungsverfahren.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Begriffe und Verfahren für die Messung der kritischen Maße von Geometrieelementen und der Passgenauigkeit von Geometrieelementen auf einer starren Druckplatte fest.

Für die Bewertung der Formgenauigkeit von Geometrieelementen auf der Druckplatte werden allgemeine kritische Maße festgelegt. Für die Bewertung der Passgenauigkeit von Geometrieelementen auf der Druckplatte werden Anforderungen an Passmarken für die Druckplatte festgelegt. Außerdem werden für Bauelementehersteller, Hersteller von Druckplatten und Lieferanten von Herstellungseinrichtungen für Druckplatten allgemeine Verfahren für die Messung der kritischen Maße und der Passgenauigkeit der Druckplatte eingeführt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Druckplatte

Vorrichtung mit dem zu druckenden Bild; das Bild auf der Platte kann über der Oberfläche erhaben sein (Relief) oder in die Oberfläche eingeprägt sein

3.2

Laufrichtung

MD (en: machine direction)

Bewegungsrichtung des Materials; Umlaufrichtung einer Substratrolle

3.3

Querrichtung

CD (en: cross direction)

Richtung rechtwinklig zur Laufrichtung eines Substrats

3.4

Ermittlungsverfahren für die Strukturränder

Methode für die Bestimmung der Randposition einer gegebenen Struktur mit Computeralgorithmen

3.5

Geometrieelement

Bereich innerhalb einer durchgängigen Begrenzung, der sich vom Bereich außerhalb der Begrenzung unterscheidet

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Geometrieelement wird als „Geometrieelement der Querrichtung“ bezeichnet, wenn die Länge des Geometrieelements beim Aufdrucken in Querrichtung ausgerichtet ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Geometrieelement wird als „Geometrieelement der Laufrichtung“ bezeichnet, wenn die Länge des Geometrieelements beim Aufdrucken in Laufrichtung ausgerichtet ist.

3.6

Nenn-Geometrieelement

geplantes oder entworfenes Geometrieelement

3.6.1

tatsächliches Geometrieelement

auf einer Druckplatte gefertigtes Geometrieelement

3.7

kritisches Maß

CD (en: critical dimension)

Maße der Geometrieelemente (Breite der Verbindungsleitung, Kontakte, Gräben usw.), die bei der Herstellung elektronischer Bauelemente/Schaltkreise gebildet werden und für eine weitere Qualifikation von Interesse sein können

3.8

eindimensionale Qualifikationselemente

Geometrieelemente, welche durch einfache Richtungsparameter qualifiziert werden können

3.8.1

Breite des Geometrieelements

Breite eines auf ein Substrat gedrucktes Geometrieelement

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Allgemeinen wird die Breite des Geometrieelements für Linien- und Abstandsstrukturen gemessen. Sie kann als Linienbreite oder als Abstandsweite angegeben werden.

3.8.2

Rastermaß

Abstand zwischen den Schwerpunkten von zwei wiederholt angeordneten Geometrieelementen

3.8.3

Linienrandrauigkeit

LER (en: line edge roughness)

senkrechte Punkt-zu-Punkt-Abweichung des Rands des Geometrieelements vom linearen Randverlauf des aufgetragenen Geometrieelements

3.8.4

Linienbreitenrauigkeit

LWR (en: line width roughness)

Punkt-zu-Punkt-Abweichung der Linienbreite von der mittleren festgelegten Linienbreite

3.9

zweidimensionale Qualifikationselemente

Geometrieelemente, welche durch flächenbezogene Parameter qualifiziert werden sollten

3.9.1

Kontakt

rechteckiges Geometrieelement mit einem Verhältnis von Länge zu Breite von 0,5 zu 2

3.9.2

Verkürzung des Linienendes

Abweichung des tatsächlichen Geometrieelements vom Nenn-Geometrieelement am nominellen Linienende

3.9.3

Eckenverrundung

Abweichung der tatsächlichen Ecke des Geometrieelements vom Nenn-Geometrieelement

3.9.4

Flächenzuwachs

zum tatsächlichen Umriss des Geometrieelements gehörende Fläche, die außerhalb der Nennfläche des Geometrieelements liegt

3.9.5**Flächenverlust**

Fläche außerhalb des tatsächlichen Geometrieelements, die noch innerhalb der Nennfläche des Geometrieelements liegt

3.9.6**Flächendifferenz des Geometrieelements**

Differenz aus Flächenzuwachs und Flächenverlust

3.9.7**Flächenabweichung des Geometrieelements**

Summe der Werte des Flächenzuwachses und des Flächenverlusts

3.10**Querschnitts-Qualifikationselemente**

Geometrieelemente, welche durch querschnittsbezogene Parameter qualifiziert werden können

3.10.1**Tiefe (oder Höhe) des Geometrieelements**

Maß des Geometrieelements rechtwinklig zur Bezugsebene

Anmerkung 1 zum Begriff: Bezugsebene bezieht sich auf die nicht strukturierte Ebene auf der Druckplatte.

3.10.2**Geometrieelementemodell**

festе geometrische Form mit wohldefinierten Parametern (z. B. Länge, Breite, Höhe, Schwerpunkt usw.), die annähernd die tatsächliche Form der Begrenzung des Geometrieelements wiedergibt

3.10.3**Bezugsebene**

Ebene, die annähernd die nicht strukturierte Oberfläche auf der Druckplatte wiedergibt

3.11**Passgenauigkeit**

Genauigkeit der Anordnung von Geometrieelementen; Abweichung der gemessenen Lage des Geometrieelements von der Nennlage

3.11.1**Passgenauigkeit gegenüber den Bezugskanten**

Abweichung der gemessenen Lage der Bezugspassmarken des Geometrieelements gegenüber den Bezugskanten von ihrer Nennlage

3.11.2**Bezugspassmarken**

Passmarken, deren Abstand von zwei Bezugskanten gemessen wird

3.11.3**Passgenauigkeit zwischen Geometrieelementen**

Abweichung der gemessenen Strecke zwischen Geometrieelementen vom Nennabstand zwischen Geometrieelementen

3.11.4**Bezugskanten**

die beiden von der Ausrichtungsecke ausgehenden Kanten

3.11.5**Ausrichtungsecke**

schräge Ausrichtungsecke, die der mechanischen Ausrichtung und der visuellen Bestätigung der Druckplattenausrichtung für den Bearbeiter dient

4 Koordinatensystem [12]

Das für dieses Dokument geltende Koordinatensystem xyz ist in Bild 1 festgelegt. Es ist mit der Seite der strukturierten Maske nach oben zeigend definiert. Die Querrichtung ist entlang der x -Achse ausgerichtet und die Laufrichtung entlang der y -Achse. Die z -Achse gibt die Richtung rechtwinklig zur xy -Ebene an. z ist auf der Bezugsebene null und $(x,y)=(0,0)$ wird werkzeug- oder anwendungsspezifisch festgelegt.

Geometrieelemente werden als Geometrieelemente in Querrichtung bezeichnet, wenn ihre Länge entlang der x -Achse verläuft und die Breite des Geometrieelements wird dann entlang der y -Achse gemessen. Die Länge von Geometrieelementen in Laufrichtung verläuft entlang der y -Achse und die Breite dieses Geometrieelements wird entlang der x -Achse gemessen. Mit diesem Koordinatensystem wird die Passgenauigkeit angegeben.

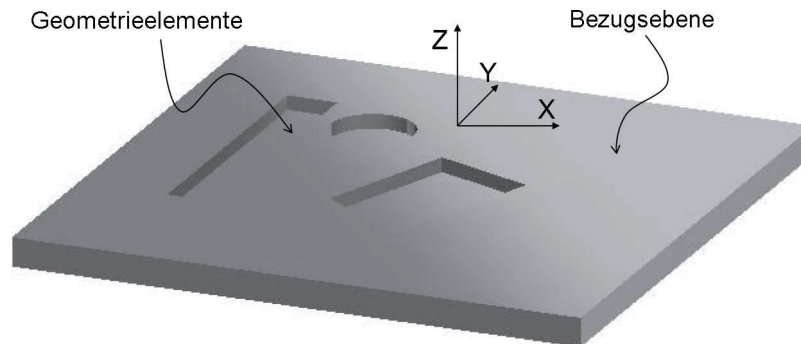


Bild 1 – Koordinatensystem für die Messung von Strukturen auf der Druckplatte

5 Eindimensionale Qualifikationselemente [12]

5.1 Messgerät

- Mikroskop oder Messgerät mit ausreichender Auflösung

5.1.1 Kalibrierung

Die Kalibrierung sollte regelmäßig nach den Vorgaben des Messgeräteherstellers erfolgen.

5.2 Arten von Geometrieelementen

- Breite des Geometrieelements und Rastermaß
- Linienrandrauigkeit und Linienbreitenrauigkeit

5.3 Ermittlungsverfahren für die Strukturränder

Die Randposition kann aus dem aufgenommenen Bild mit verschiedenen Methoden wie der Schwellenwertmethode, der linearen Approximation und der Kurvenanpassung selbsttätig ermittelt werden. Die Methode kann zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden. Das Ermittlungsverfahren für die Strukturränder und dessen Parametereinstellungen sollten im Bericht angegeben werden, da es die Messergebnisse beeinflusst.

Zur Verbesserung der Messgenauigkeit sollte die gemessene Breite des Geometrieelements mit dem Messergebnis für den Querschnitt verglichen werden. Der Grund dafür ist, dass die Breite des Geometrieelements aufgrund des Abstands von der Bezugsebene verschieden ist. Die gemessene Breite des Geometrieelements kann durch eine Modifikation des Verfahrens der Kantenermittlung angepasst werden.

5.4 Breite des Geometrieelements und Rastermaß

5.4.1 Durchführung

- 1) Der Probekörper wird so ausgerichtet, dass die Linienstruktur annähernd rechtwinklig zur x -Achse verläuft. Die x -Achse wird zur Vereinfachung ausgewählt, es kann auch die y -Achse angewendet werden.
- 2) Die zweidimensionale Signalstärkeverteilung der Linienstruktur wird aufgenommen.
- 3) Die Messfläche wird durch Bestimmung der Länge L des Bewertungsintervalls festgelegt, wie in Bild 2 gezeigt.

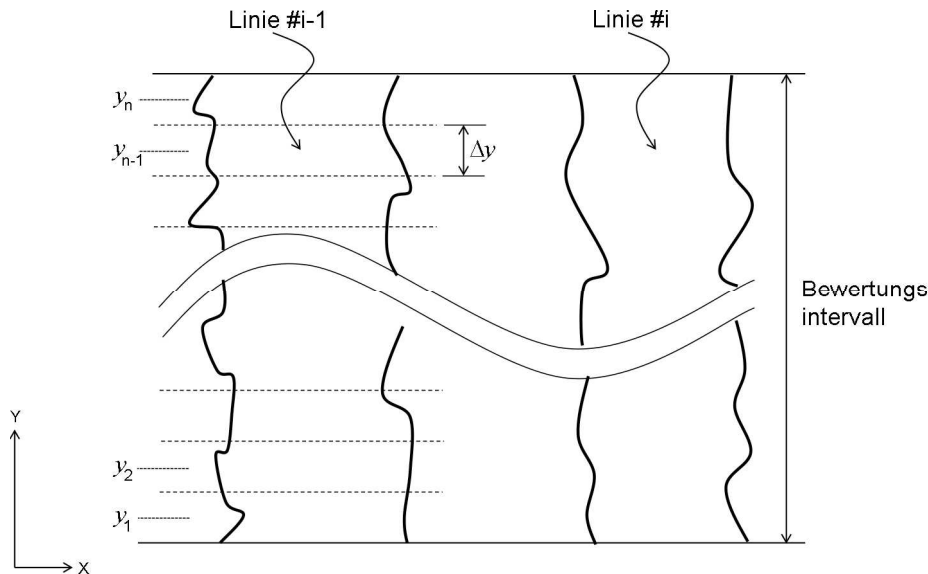


Bild 2 – Bewertungsbeispiel für die Breite des Geometrieelements und das Rastermaß

- 4) Es wird der Mittelwert der Signalstärke entlang der x -Achse über dem gesamten Bewertungsintervall gebildet.

$$I'(x) = \frac{1}{L} \int_0^L I(x, y) dy \quad (1)$$

- 5) Aus der Signalstärkeverteilung werden die linke und die rechte Randposition ($x_{L,i}$, $x_{R,i}$) berechnet. Die Indizes L und R bezeichnen den linken bzw. den rechten Rand. Der Index i bezieht sich auf die Liniennummer.
- 6) Zur Ermittlung der Breite des Geometrieelements wird der Abstand zwischen dem linken und dem rechten Randpunkt berechnet.

$$\text{Breite des Geometrieelements} = x_{R,i} - x_{L,i} \quad (2)$$

- 7) Zur Ermittlung des Rastermaßes wird der Abstand zwischen den Schwerpunkten von zwei benachbarten Linien berechnet.

$$\text{Rastermaß} = \frac{x_{L,i} + x_{R,i}}{2} - \frac{x_{L,i-1} + x_{R,i-1}}{2} \quad (3)$$

5.4.2 Bericht

- Die gemessene Breite des Geometrieelements ist in Einheiten von $0,1 \mu\text{m}$ anzugeben und der Messort der Geometrieelemente auf der Druckplatte sowie die Länge des Bewertungsintervalls festzulegen.
- Das Messgerät ist festzulegen.
- Das Ermittlungsverfahren für die Strukturränder und seine Parametereinstellungen sind anzugeben.

- Das für die Messung erfasste Bild ist aufzunehmen.

5.5 Linienrandrauigkeit und Linienbreitenrauigkeit

5.5.1 Durchführung

- 1) Der Probekörper wird so ausgerichtet, dass die Linienstruktur annähernd rechtwinklig zur x -Achse verläuft.
- 2) Die zweidimensionale Signalstärkeverteilung der Linienstruktur wird aufgenommen.
- 3) Die Messfläche wird durch Bestimmung der Länge des Bewertungsintervalls festgelegt, wie in Bild 2 gezeigt.
- 4) Es wird der Mittelwert der Signalstärke entlang der y -Achse gebildet und es werden n Mittelungsintervalle der Länge Δy konstruiert.

$$I''(x, y^k) = \frac{1}{\Delta y} \int_{y^k - \Delta y / 2}^{y^k + \Delta y / 2} I(x, y) dy \quad (4)$$

- 5) Aus der Signalstärkeverteilung $I''(x, y^k)$ werden die linke und die rechte Randposition $(x_{L,i}^k, x_{R,i}^k)$ berechnet. Die Indizes L und R bezeichnen den linken bzw. den rechten Rand. Der Index i bezieht sich auf die Liniennummer und der Index k gibt das k -te Mittelungsintervall entlang der y -Achse nach Schritt 4) an.
- 6) Die Linienrandrauigkeit des linken Rands von Linie $\#i$ wird wie folgt berechnet:
 - a) Ermitteln einer Näherungsgerade (nach der Methode der kleinsten Quadrate ermittelte Ausgleichsgerade) aus dem Datensatz $\{(x_{L,i}^1, y_1), (x_{L,i}^2, y_2), \dots, (x_{L,i}^n, y_n)\}$

$$x = my + b \quad (5)$$

- b) Ermitteln des Datensatzes der Abweichung der Randpunkt $\{\Delta x_{1i}, \Delta x_{2i}, \dots, \Delta x_{ni}\}$

$$\Delta x_{L,i}^k = x_{L,i}^k - my_k - b \quad (k = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

- c) Berechnen der Linienrandrauigkeit

$$R_q^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (\Delta x_{L,i}^k)^2 \quad (7)$$

- d) Die Linienrandrauigkeit weiterer Ränder kann nach dem angegebenen Schritten 6a) bis c) ermittelt werden.
- 7) Die Linienbreitenrauigkeit von Linie $\#i$ wird wie folgt berechnet:
 - a) Berechnen des Datensatzes der mittleren Breiten w_i aus der linken und der rechten Randposition $(x_{L,i}^k, x_{R,i}^k)$

$$w_i^k = x_{R,i}^k - x_{L,i}^k \quad (8)$$

- b) Berechnen der Linienbreitenrauigkeit

$$R_q^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (w_i^k - \bar{w})^2 \quad (9)$$

5.5.2 Bericht

- Die gemessenen Linienrandrauigkeit und Linienbreitenrauigkeit sind in Einheiten von $0,01\ \mu\text{m}$ anzugeben und der Messort der Geometrieelemente auf der Druckplatte und die Länge des Bewertungsintervalls sowie Δy sind festzulegen.
- Das Messgerät ist festzulegen.
- Das Ermittlungsverfahren für die Strukturränder und seine Parametereinstellungen sind anzugeben.
- Das für die Messung erfasste Bild ist aufzunehmen.

5.6 Erläuterung

Zur Bewertung der Genauigkeit der Form von Geometrieelementen auf der Druckplatte sollten Geometrieelemente verschiedener Größen qualifiziert werden, und die Konstanz der Qualifikationsparameter über der gesamten Fläche auf der Druckplatte sollte durch wiederholte Messung von Geometrieelementen derselben Größe geprüft werden. Die zu messenden Geometrieelemente und die Messorte jedes Typs von Geometrieelementen können durch Vereinbarung zwischen Kunde und Lieferant bestimmt werden.

6 Zweidimensionale Qualifikationselemente [5]

6.1 Messgerät

- Mikroskop oder Messgerät mit ausreichender Auflösung

Das Messgerät kann den betreffenden Ausschnitt der Bilddateien der Druckplatte im Dateiformat dwg, gds usw. mit Anpassung der Pixelauflösung des gemessenen Strukturbilds in Bilddateien im Dateiformat wie jpg, bmp, tiff usw. umwandeln.

6.1.1 Kalibrierung

Die Kalibrierung sollte regelmäßig nach den Vorgaben des Messgeräteherstellers erfolgen.

6.2 Ermittlungsverfahren für die Strukturränder

Die Randposition kann aus dem aufgenommenen Bild mit verschiedenen Methoden wie der Schwellenwertmethode, der linearen Approximation und der Kurvenanpassung selbsttätig ermittelt werden. Das Ermittlungsverfahren für die Strukturränder und dessen Parametereinstellungen sollten im Bericht angegeben werden, da es die Messergebnisse beeinflusst.

6.3 Ausrichtung des Bilds

Für die zweidimensionale Qualifikation von Geometrieelementen sollte das gemessene Bild mit dem Nennbild des gleichen Bereichs ausgerichtet werden. Die Ausrichtung der beiden Bilder kann nach folgenden Methoden durchgeführt werden. Die Methode kann zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden. Die flächenbezogene Methode wird empfohlen. Die für die Bildausrichtung angewendete Methode sollte im Bericht angegeben werden.

- Schwerpunktmethod: die Schwerpunkte des tatsächlichen Geometrieelements und des Nenn-Geometrieelements werden überlagert;
- Korrelationsmethode des flächenbezogenen Bilds: die absolute Fläche des Geometrieelements zwischen dem tatsächlichen Geometrieelement und dem Nenn-Geometrieelement wird minimiert;
- Linienrandmethode: der Abstand zwischen mehreren tatsächlichen Rändern und Nennrändern wird minimiert.

6.4 Arten von Geometrieelementen

- Kontakt
- Eckenverrundung

- Verkürzung des Linienendes

6.5 Kontakt

6.5.1 Durchführung

- 1) Der Probekörper wird so ausgerichtet, dass das Kontaktfeld in einem rechtwinkligen Gitter innerhalb des Bilds verteilt ist, wie in Bild 3 gezeigt.
- 2) Die zweidimensionale Signalstärkeverteilung der Struktur wird aufgenommen.
- 3) Mit dem Ermittlungsverfahren für die Strukturränder wird der Umriss des Geometrieelements festgelegt.
- 4) Mit dem Umriss des Geometrieelements aus 3) wird das erfasste Bild in ein Binärbild umgewandelt.
- 5) Das Binärbild wird mit dem Nennbild (siehe 6.3) ausgerichtet.
- 6) Wie in Bild 3 gezeigt, wird durch Bestimmung des Bildausschnitts die Messfläche festgelegt. Der Bildausschnitt wird so gewählt, dass er die Gesamtfläche eines betreffenden Einzelkontakts umfasst und keine anderen Kontakte einbezogen werden, an denen kein Interesse besteht.
- 7) Es werden der Flächenzuwachs, der Flächenverlust, die Flächendifferenz und die Flächenabweichung berechnet.

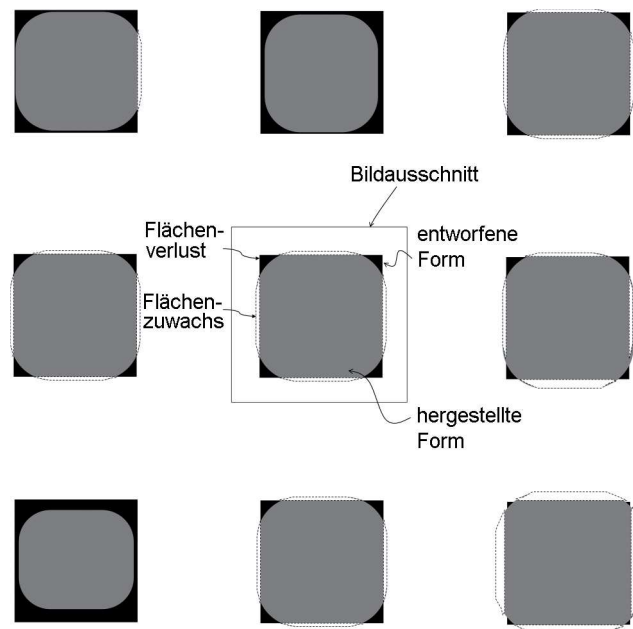


Bild 3 – Zweidimensionale Qualifikation einer Kontaktbohrung oder eines Kontaktpunkts

6.5.2 Bericht

- Die gemessenen Werte für Flächenzuwachs, Flächenverlust, Flächendifferenz und Flächenabweichung sind in Einheiten von $0,1 \mu\text{m}^2$ anzugeben und der Messort der Geometrieelemente auf der Druckplatte ist festzulegen.
- Das Messgerät ist festzulegen.
- Das Ermittlungsverfahren für die Strukturränder und seine Parametereinstellungen sind anzugeben.
- Die Bildausrichtungsmethode ist festzulegen.
- Das für die Messung erfasste Bild und des mit dem Nennbild ausgerichtete Bild sind aufzunehmen.

6.6 Eckenverrundung

6.6.1 Durchführung

- 1) Der Probekörper wird so ausgerichtet, dass die Geometrieelemente in Querrichtung parallel zur waagerechten Bildrichtung liegen.
- 2) Die zweidimensionale Signalstärkeverteilung der Struktur wird aufgenommen.
- 3) Mit dem Ermittlungsverfahren für die Strukturränder wird der Umriss des Geometrieelements festgelegt.
- 4) Mit dem Umriss des Geometrieelements aus 3) wird das erfasste Bild in ein Binärbild umgewandelt.
- 5) Das Binärbild wird mit dem Nennbild (siehe 6.3) ausgerichtet.
- 6) Wie in Bild 4 gezeigt wird durch Bestimmung eines Bildausschnitts die Messfläche festgelegt.
- 7) Es werden der Flächenzuwachs, der Flächenverlust, die Flächendifferenz und die Flächenabweichung berechnet.

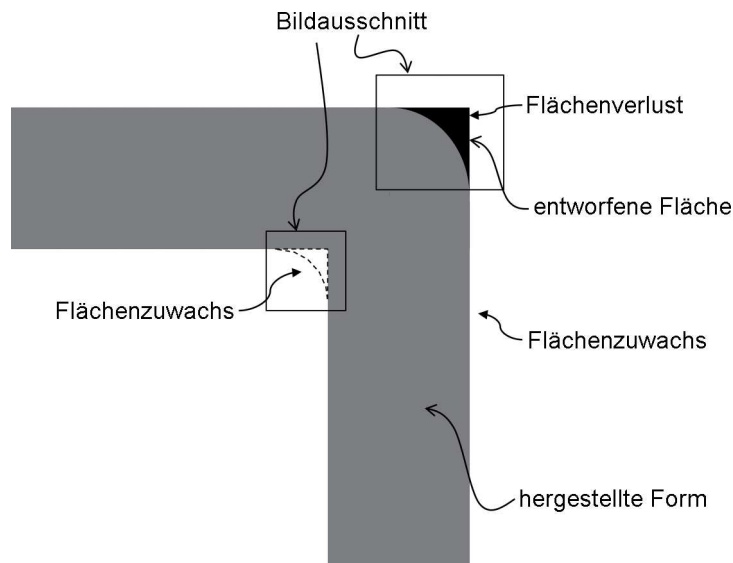


Bild 4 – Zweidimensionale Qualifikation der Eckenverrundung

6.6.2 Bericht

- Die gemessenen Werte für Flächenzuwachs, Flächenverlust, Flächendifferenz und Flächenabweichung sind in Einheiten von $0,1 \mu\text{m}^2$ anzugeben und der Messort der Geometrieelemente auf der Druckplatte festzulegen.
- Das Messgerät ist festzulegen.
- Das Ermittlungsverfahren für die Strukturränder und seine Parametereinstellungen sind anzugeben.
- Die Bildausrichtungsmethode ist festzulegen.
- Das für die Messung erfasste Bild und des mit dem Nennbild ausgerichtete Bild sind aufzunehmen.

6.7 Verkürzung des Linienendes

6.7.1 Durchführung

- 1) Der Probekörper wird so ausgerichtet, dass die Geometrieelemente in Querrichtung parallel zur waagerechten Bildrichtung liegen.
- 2) Die zweidimensionale Signalstärkeverteilung der Struktur wird aufgenommen.
- 3) Mit dem Ermittlungsverfahren für die Strukturränder wird der Umriss des Geometrieelements festgelegt.
- 4) Mit dem Umriss des Geometrieelements aus 3) wird das erfasste Bild in ein Binärbild umgewandelt.
- 5) Das Binärbild wird mit dem Nennbild (siehe 6.3) ausgerichtet.