

**DIN EN 62903-1**

ICS 31.180

Einsprüche bis 2015-05-13

**Entwurf**

**Gedruckte Elektronik – Ausrüstung –  
Kontaktdruckverfahren – Starre Druckplatte –  
Teil 1: Messverfahren für die Außenmaße der Druckplatte  
(IEC 119/62/CD:2014)**

Printed electronics –  
Equipment – Contact printing – Rigid master –  
Measurement method of plate master external dimension  
(IEC 119/62/CD:2014)

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-03-13 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](http://www.entwuerfe.din.de) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [dke@vde.com](mailto:dke@vde.com) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://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 35 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

**Inhalt**

|                                                                                                                  | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Nationales Vorwort.....                                                                                          | 3     |
| Einleitung .....                                                                                                 | 4     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                        | 4     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                   | 4     |
| 3 Begriffe .....                                                                                                 | 5     |
| 4 Messverfahren für die geometrische Größe der Druckplatte .....                                                 | 8     |
| 4.1 Verfahren A .....                                                                                            | 8     |
| 4.2 Verfahren B .....                                                                                            | 11    |
| 5 Messverfahren für die Ebenheit des Druckplattensubstrats [4].....                                              | 13    |
| 5.1 Messgerät.....                                                                                               | 13    |
| 5.2 Durchführung.....                                                                                            | 14    |
| 5.3 Bericht.....                                                                                                 | 14    |
| 6 Messverfahren für die Oberflächenrauigkeit des Druckplattensubstrats [5] .....                                 | 15    |
| 6.1 Messgerät.....                                                                                               | 15    |
| 6.2 Durchführung.....                                                                                            | 16    |
| 6.3 Bericht.....                                                                                                 | 16    |
| Literaturhinweise.....                                                                                           | 17    |
| <br><b>Bilder</b>                                                                                                |       |
| Bild 1 – Definitionen für die Messung der geometrischen Größe einer Druckplatte .....                            | 6     |
| Bild 2 – Definition der Ebenheit [1] .....                                                                       | 6     |
| Bild 3 – Durchführung der Messung der Kantenlänge.....                                                           | 9     |
| Bild 4 – Durchführung der Messung der Kantenrechtwinkligkeit.....                                                | 10    |
| Bild 5 – Durchführung der Messung der Kantengeradheit .....                                                      | 11    |
| Bild 6 – Messorte für die geometrische Größe der Druckplatte unter Anwendung eines<br>Koordinatenmessgeräts..... | 12    |
| <br><b>Tabellen</b>                                                                                              |       |
| Tabelle 1 – Beispiel für Profilmessergebnisse.....                                                               | 14    |
| Tabelle 2 – Beispiel für Ebenheitsmessergebnisse.....                                                            | 15    |
| Tabelle 3 – Beispiel für Messergebnisse der Oberflächenrauigkeit .....                                           | 16    |

## Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 119/62/CD:2014 „Printed electronics - Equipment – Contact printing - Rigid master – Measurement method of plate master external 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](http://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 Abschnichtsnummer, 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 – Teil 1: Messverfahren für die Außenmaße 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 Grenzübergänge 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 Außenmaße einer starren Druckplatte fest.

Die Messung betreffende Begriffe umfassen geometrische Größen wie Kantenlänge, Kantenrechtwinkligkeit, Kantengeradheit und Dicke, Ebenheit der Druckplattensubstrate und Oberflächenrauigkeit der Druckplatte.

ANMERKUNG Die die Messung betreffenden Begriffe sind im folgenden Abschnitt „Begriffe“ definiert.

## **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

#### 3.1

##### **Druckplatte**

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

#### 3.2

##### **geometrische Festlegung der Druckplatte**

Festlegungen zur Bestimmung von Form und Größe der Druckplatte

##### 3.2.1

##### **Ausrichtungsecke**

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist in Bild 1 grafisch dargestellt.

##### 3.2.2

##### **Laufrichtung**

MD (en: machine direction)

Bewegungsrichtung des Materials; Umlaufrichtung einer Substratrolle

##### 3.2.3

##### **Querrichtung**

CD (en: cross direction)

Richtung rechtwinklig zur Laufrichtung eines Substrats

##### 3.2.4

##### **Bezugskanten**

die beiden von der Ausrichtungsecke ausgehenden Kanten; auf diese Kanten wird die Lage der Druckplatte bezogen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist in Bild 1 grafisch dargestellt.

##### 3.2.4.1

##### **Bezugskante für die Laufrichtung**

Bezugskante, die parallel zur Laufrichtung verläuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist in Bild 1 grafisch dargestellt.

##### 3.2.4.2

##### **Bezugskante für die Querrichtung**

Bezugskante, die parallel zur Querrichtung verläuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist in Bild 1 grafisch dargestellt.

##### 3.2.5

##### **Kantenlänge**

Länge und Breite der Kanten einer rechteckigen Druckplatte

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist in Bild 1 grafisch dargestellt.

Anmerkung 2 zum Begriff:  $L_{MD}$  und  $L_{CD}$  sind die Kantenlänge der Bezugskante für die Laufrichtung bzw. der Bezugskante für die Querrichtung.

##### 3.2.6

##### **Kantenrechtwinkligkeit**

Winkelabweichung der Bezugskante für die Laufrichtung bezogen auf die Geraden, die zwischen dem Ende der Bezugskante für die Querrichtung der Druckplatte und senkrecht dazu gezogen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist in Bild 1 grafisch dargestellt.

### 3.2.7

#### Kantengeradheit

Abweichung einer Kante von einer Gerade

### 3.2.8

#### Bezugsebene

eine vom Anwender definierte Ebene, die annähernd der Oberfläche einer Druckplatte entspricht und ein Koordinatensystem enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Messung von Ebenheit und Oberflächenrauigkeit gilt die gleiche Definition.

### 3.2.9

#### Dicke der Druckplatte

relativer Abstand der Druckplatte zwischen der Unterseite und der Oberseite am Mittelpunkt und senkrecht zur Bezugsebene

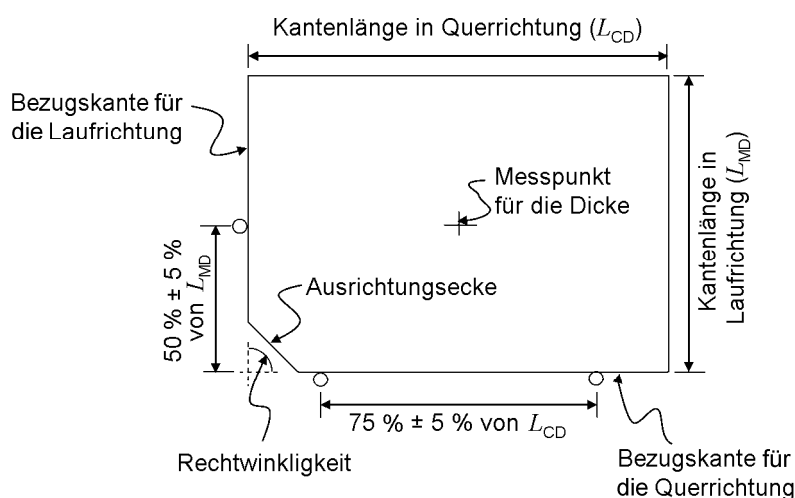


**Bild 1 – Definitionen für die Messung der geometrischen Größe einer Druckplatte**

### 3.3

#### Ebenheit des Druckplattensubstrats

Unebenheiten der Oberfläche mit einer größeren Ortswellenlänge als der Grenzwellenlänge der Ebenheit; Dickenabweichung der gesamten Oberfläche der Druckplatte von einer Bezugsebene, wenn die Unterseite des Substrats gegen eine ideal ebene Fläche gepresst wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist in Bild 2 grafisch dargestellt.

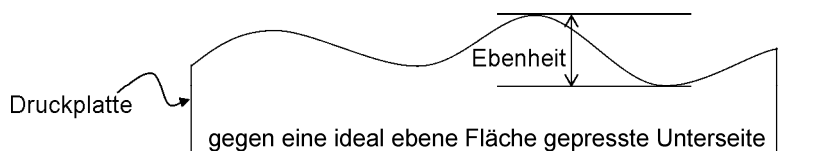


**Bild 2 – Definition der Ebenheit [1]**

### 3.3.1

#### Grenzwellenlänge der Ebenheit

Wellenlänge, bei der der Dämpfungsfaktor der Amplitude einen Normalwert annimmt, wenn das abgetastete Profil ein Filter durchläuft, das die Rauigkeitselemente herausfiltert

### 3.3.2

#### Profil

positive und negative senkrechte Abweichungen, die gegenüber der Bezugsebene gemessen werden

### 3.3.3

#### **abgetastete Länge**

gesamte vom Messfühler in der Vorrichtung zur Messung des Ebenheitsprofils überstrichene Länge

### 3.3.4

#### **Höhe eines Punktes**

$Z_i$

Höhe eines beliebigen Punktes im Profil gegenüber der Bezugsebene

### 3.3.5

#### **z-Richtung**

Richtung senkrecht zur Bezugsebene

### 3.3.6

#### **Profilparameter**

Parameter für die Bewertung der Ebenheit eines einfachen Profils

#### 3.3.6.1

$R_a$

mittlere Abweichung vom Mittelwert aller Höhen über der Profillänge

#### 3.3.6.2

$R_{\max}$

größte Höhendifferenz zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkt eines Profils über der Profillänge

#### 3.3.6.3

$R_z$

mittlere Ebenheit über zehn Punkten, d. h. die mittlere Höhendifferenz zwischen den fünf höchsten Spitzen und den fünf tiefsten Tälern über der Profillänge

### 3.3.7

#### **Ebenheitsparameter**

Parameter für die Bewertung der Ebenheit in allen Profilen

#### 3.3.7.1

##### **mittlere Ebenheit**

mittlere Abweichung vom Mittelwert aller Höhen in allen Profilen

#### 3.3.7.2

##### **größte Ebenheit**

größte Höhendifferenz zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkt in allen Profilen

#### 3.3.7.3

##### **mittlere Ebenheit über zehn Punkten**

mittlere Höhendifferenz zwischen den fünf höchsten Spitzen und den fünf tiefsten Tälern von Profilen

### 3.4

#### **Oberflächenrauigkeit der Druckplatte**

Unebenheiten der Oberfläche mit einer Ortswellenlänge unterhalb der Grenzwellenlänge der Rauigkeit

#### 3.4.1

##### **Grenzwellenlänge der Rauigkeit**

Wellenlänge, bei der der Dämpfungsfaktor der Amplitude einen Normalwert annimmt, wenn das abgetastete Profil ein Filter durchläuft, das die Ebenheits- und Welligkeits Elemente herausfiltert

#### 3.4.2

##### **Rasterabtastung**

periodische Abtastung in Querrichtung bei einer schrittweisen Bewegung in Laufrichtung

**3.4.3****Bildausschnitt**

ROI (en: region of interest)

Bereich, für den die Oberflächenparameter berechnet werden

**3.4.4****Oberflächenrauigkeitsparameter**

Parameter für die Bewertung der Oberflächenrauigkeit im Bildausschnitt

**3.4.4.1****Effektivwert der Oberflächenrauigkeit**

$Z_{rms}$

Höhenabweichung, die mit der Methode des quadratischen Mittelwerts im Bildausschnitt berechnet wird

**3.4.4.2****größte Oberflächenrauigkeit**

$R_{max}$

größte Höhendifferenz zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkt im Bildausschnitt

**3.4.4.3****mittlere Oberflächenrauigkeit über zehn Punkten**

$R_z$

mittlere Ebenheit über zehn Punkten, d. h. die mittlere Höhendifferenz zwischen den fünf höchsten Spitzen und den fünf tiefsten Tälern im Bildausschnitt

**4 Messverfahren für die geometrische Größe der Druckplatte**

Es werden zwei Messverfahren festgelegt. Verfahren A beschreibt ein einfaches Prüfverfahren mit einem Komparator wie einer Messuhr und mit Verfahren B wird ein präzises Prüfverfahren mit einem Koordinatenmessgerät (en: coordinate measuring machine, CMM) definiert.

**4.1 Verfahren A****4.1.1 Messgerät**

- Komparator-Messgerät mit einem Vergleichsnormal

**4.1.1.1 Wiederholpräzision des Komparators**

- besser als 10 % der für jeden Messdurchlauf festgelegten Grenzabweichung; gehört nicht zum Anwendungsbereich des vorliegenden Dokuments

**4.1.1.2 Vergleichsnormal**

- Die Genauigkeit des Vergleichsnormals sollte besser als 10 % der für jeden Messdurchlauf festgelegten Grenzabweichung sein.

**4.1.1.3 Kalibrierung**

- Die Kalibrierung sollte regelmäßig nach den Vorgaben des Messgeräteherstellers erfolgen.
- Es ist empfehlenswert, Vergleichsnormale zu benutzen, die nach einer anerkannten Industrienorm zertifiziert worden sind.

**4.1.2 Messbedingungen**

- Raumtemperatur: zwischen Anwender und Lieferant zu vereinbaren

### 4.1.3 Kantenlänge

#### 4.1.3.1 Durchführung

- Das Längen-Vergleichsnormal wird mit Hilfe von drei Fixierstiften auf einer ebenen Fläche ausgerichtet.
- Am Probekörper werden zwei Komparatoren (z. B. Messuhren) angebracht, wie in Bild 3 gezeigt.
- Die Messuhren werden auf Null gestellt und das Vergleichsnormal wird entfernt.
- Die Druckplatte wird mit Hilfe von drei Fixierstiften mit der gleichen Ausrichtung, wie in a) angegeben, auf der ebenen Fläche fixiert.
- Die Werte der vier Messuhren werden abgelesen ( $L_1$  und  $L_2$ ,  $W_1$  und  $W_2$ ).
- Die Kantenlängen in Querrichtung und in Laufrichtung werden mit folgenden Gleichungen (1) berechnet:

$$L_{MD} = L + \frac{1}{2}(L_1 + L_2), \quad L_{CD} = W + \frac{1}{2}(W_1 + W_2) \quad (1)$$

ANMERKUNG  $W$  und  $L$  sind die Längen des Vergleichsnormals und geben die Kantenlängen in Querrichtung bzw. in Laufrichtung wieder.

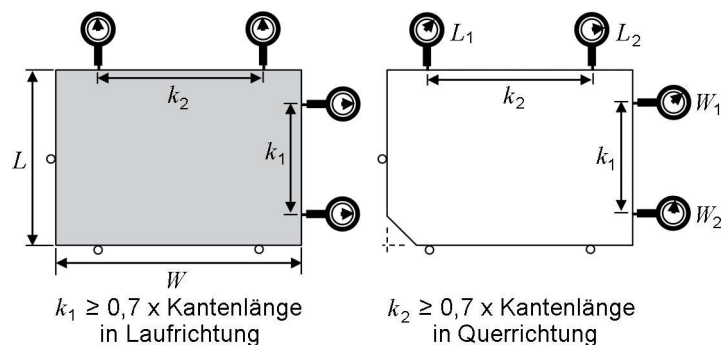


**Bild 3 – Durchführung der Messung der Kantenlänge**

#### 4.1.3.2 Bericht

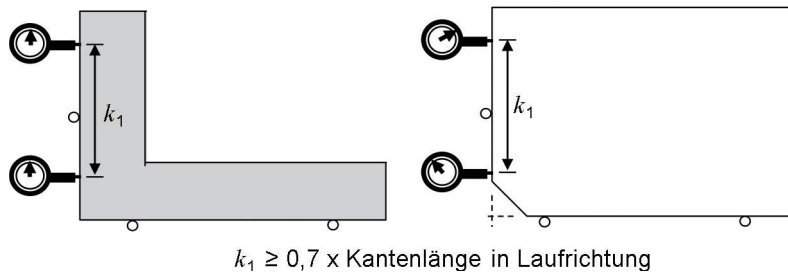
- Die gemessenen Kantenlängen in Querrichtung und in Laufrichtung sind anzugeben.
- Die Ergebnisse sind in Einheiten von 0,1 mm anzugeben.
- Die Genauigkeit des Vergleichsnormals und der Wiederholpräzision der Messgeräte sind festzulegen.

### 4.1.4 Kantenrechtwinkligkeit [1] [2]

#### 4.1.4.1 Durchführung

- Das Rechtwinkligkeits-Vergleichsnormal wird mit Hilfe von drei Fixierstiften auf einer ebenen Fläche ausgerichtet.
- Am Probekörper werden zwei Komparatoren (z. B. Messuhren) angebracht, wie in Bild 5 gezeigt.
- Die Messuhren werden auf Null gestellt und das Vergleichsnormal wird entfernt.
- Die Druckplatte wird mit Hilfe von drei Fixierstiften mit der gleichen Ausrichtung auf der ebenen Fläche fixiert.
- Die Werte der beiden Messuhren werden abgelesen ( $S_1$  und  $S_2$ ).
- Die Kantenrechtwinkligkeit ( $S$ ) wird mit der folgenden Gleichung (2) berechnet:

$$S = \frac{S_2 - S_1}{k_1} \quad (2)$$

**Bild 4 – Durchführung der Messung der Kantenrechtwinkligkeit****4.1.4.2 Bericht**

- Die gemessene Kantenrechtwinkligkeit ist anzugeben.
- Die Ergebnisse sind in Einheiten von 0,1 Grad anzugeben.
- Die Genauigkeit des Vergleichsnormals und der Wiederholpräzision der Messgeräte sind festzulegen.

**4.1.5 Kantengeradheit**

Die Kantengeradheit sollte gemessen werden, weil durch diesen Wert die Messgenauigkeit der Kantenlänge und der Kantenrechtwinkligkeit beeinflusst wird. Maßgeblich ist die Geradheit der beiden Bezugskanten, weil diese als Lagebezug der Druckplatte benutzt werden.

**4.1.5.1 Durchführung**

- a) In einen Tisch mit Linearführung wird ein Komparator (z. B. eine Messuhr) eingespannt.
- b) Das Kantengeradheits-Vergleichsnormal wird parallel zur Bewegungsrichtung des Lineartisches an den Komparator angelegt.
- c) Bei jeder Position  $x_i$  des Lineartisches wird der Wert  $y_i$  des Komparators gemessen. Die Werte für  $x_i$  haben den gleichen Abstand  $\Delta x$  voneinander.
- d) Das Vergleichsnormal wird entfernt.
- e) Die zu messende Kante der Druckplatte wird parallel zur Bewegungsrichtung des Lineartisches an den Komparator angelegt.
- f) Bei jeder Position  $x_i$  des Lineartisches wird der Wert  $\Delta y_i$  des Komparators gemessen.
- g) Aus dem Datensatz  $\{(x_1, y_{1,2} - y_{1,1}), \dots, \{(x_i, y_{i,2} - y_{i,1}), \dots, \{(x_n, y_{n,2} - y_{n,1})\}$  wird die angenäherte Gerade (mit der Methode der kleinsten Quadrate ermittelte Ausgleichsgerade) der Kante berechnet.

$$y = mx + b \quad (3)$$

- h) Der Datensatz der Abweichung der Kantenpunkte  $\{\Delta y_1, \Delta y_2, \dots, \Delta y_n\}$  wird ermittelt.

$$\Delta y_i = (y_{i,2} - y_{i,1}) - mx_i - b \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

- i) Die Kantengeradheit wird berechnet.

$$\text{Kantengeradheit} = P_1 - V_1 \quad (5)$$

Dabei ist:

$P_1$  der höchste Spitzenwert unter den Werten für  $\Delta y_i$ ;

$V_1$  das tiefste Tal unter den Werten für  $\Delta y_i$ .

- j) Für die anderen Kanten werden die Schritte b) bis i) wiederholt.

#### 4.1.5.2 Bericht

- Angabe der gemessenen Kantengeradheit mit dem Messabstand  $\Delta x$  und über der gesamten gemessenen Länge von  $(x_n - x_1)$ .
- Die Ergebnisse sind in Einheiten von 0,1 mm anzugeben.
- Die Genauigkeit des Vergleichsnormals und der Wiederholpräzision der Messgeräte sind festzulegen.

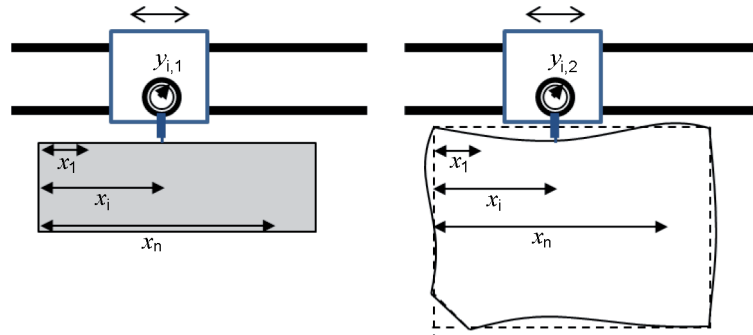


Bild 5 – Durchführung der Messung der Kantengeradheit

#### 4.1.6 Dicke

##### 4.1.6.1 Durchführung

- Das Dicken-Vergleichsnormal wird auf einer ebenen Fläche eingespannt. Die Kantenlänge des Dickennormals muss nicht gleich der Dicke der Druckplatte sein.
- Zur Messung der  $z$ -Richtung des Dickennormals wird je eine Messuhr an einem Punkt  $L/2$  entfernt von der Bezugskante für die Laufrichtung und an einem Punkt  $W/2$  entfernt von der Bezugskante für die Querrichtung angebracht.
- Die Messuhren werden auf Null gestellt und das Vergleichsnormal wird entfernt.
- Die Druckplatte wird mit Hilfe von drei Fixierstiften auf der ebenen Fläche ausgerichtet und eingespannt.
- Der Wert  $T_1$  der Messuhr wird abgelesen.

ANMERKUNG Die Abweichung der Dicke wird bei der Messung der Ebenheit berücksichtigt.

##### 4.1.6.2 Bericht

- Angabe des gemessenen Werts der Dicke:  $T + T_1$  ( $T$ : Dicke des Vergleichsnormals).
- Die Ergebnisse sind in Einheiten von 0,1 mm anzugeben.
- Die Genauigkeit des Vergleichsnormals und der Wiederholpräzision der Messgeräte sind festzulegen.

#### 4.2 Verfahren B

##### 4.2.1 Messgerät

- Koordinatenmessgerät

##### 4.2.1.1 Genauigkeit

- besser als 50  $\mu\text{m}$ ; zwischen Anwender und Lieferant zu vereinbaren

##### 4.2.1.2 Kalibrierung

Die Kalibrierung sollte regelmäßig nach den Vorgaben des Messgeräteherstellers erfolgen.