

	DIN EN 50513 (VDE 0126-18-100)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 27.160

Einsprüche bis 2008-07-31

Entwurf

**Solarscheiben –
Datenblattangaben und Produktinformation für kristalline Silicium-Scheiben zur
Solarzellenherstellung;
Deutsche Fassung FprEN 50513:2008**

Solar wafers –

Data sheet and product information for crystalline silicon wafers for solar cell manufacturing;
German version FprEN 50513:2008

Tranches de silicium solaires –

Fiche technique et information produit sur les tranches au silicium cristallin pour la fabrication de
cellules solaires;

Version allemande FprEN 50513:2008

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-05-19 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 als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser
Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik
im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 72 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 50513:2008 „Solarscheiben – Datenblattangaben und Produktinformation für kristalline Silicium-Scheiben zur Solarzellenherstellung“ (Schluss-Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und der Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung der FprEN 50513:2008 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Das europäische Dokument FprEN 50513:2008 „Solar wafers – Data sheet and product information for crystalline silicon wafers for solar cell manufacturing“ wurde vom TC 82 „Photovoltaische Solarenergiesysteme“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet und von CENELEC den Nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 373 „Photovoltaische Solarenergie-Systeme“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 50461	–	DIN EN 50461 (VDE 0126-17-1)	VDE 0126-17-1
EN ISO/IEC 17025	ISO/IEC 17025	DIN EN ISO/IEC 17025	–
–	–	DIN 5043-2	–
–	–	DIN 50431	–

Tabelle NA.1 fortgesetzt

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
—	—	DIN 50432 zurückgezogen	—
—	—	DIN 50434 zurückgezogen	—
—	—	DIN 50438-1	—
—	—	DIN 50438-2 zurückgezogen	—
—	—	DIN 50441-1 zurückgezogen	—
—	—	DIN 50441-5 zurückgezogen	—
—	—	DIN 4760	—
—	ISO 4288	DIN 4768 zurückgezogen	—
—	—	DIN 4774 zurückgezogen	—
—	—	DIN 879-1	—

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50461 (VDE 0126-17-1), *Solarzellen – Datenblattangaben und Angaben zum Produkt für kristalline Silicium-Solarzellen*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

DIN 5043-2, *Radioaktive Leuchtpigmente und Leuchtfarben; Messbedingungen für die Leuchtdichte und Bezeichnungen der Leuchtfarben*

DIN 50431, *Prüfung von Materialien für die Halbleitertechnologie; Messung des spezifischen elektrischen Widerstandes von Einkristallen aus Silicium oder Germanium mit dem Vier-Sonden-Gleichstrom-Verfahren bei linearer Anordnung der Sonden*

DIN 50438-1, *Prüfung von Materialien für die Halbleitertechnologie – Bestimmung des Verunreinigungsgehaltes in Silicium mittels Infrarot-Absorption – Teil 1: Sauerstoff*

DIN 4760, *Gestaltabweichungen – Begriffe, Ordnungssystem*

DIN 879-1, *Prüfen geometrischer Größen – Feinzeiger – Teil 1: Mit mechanischer Anzeige*

— **Entwurf** —

E DIN EN 50513 (VDE 0126-18-100):2008-05

– Leerseite –

**Solarscheiben –
Datenblattangaben und Produktinformation für kristalline Silicium-Scheiben zur
Solarzellenherstellung**

Solar wafers –
Data sheet and product information for
crystalline silicon wafers for solar cell
manufacturing

Tranches de silicium solaires –
Fiche technique et information produit sur les
tranches au silicium cristallin pour la fabrication de
cellules solaires

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CENELEC-Mitgliedern zur CENELEC-Umfrage vorgelegt.

CENELEC Termin: 2008-06-06

Er wurde von CLC/TC 82 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CENELEC in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

Warnvermerk: Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in Bezug genommen werden.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2008 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Projekt: 16148

Ref. Nr. FprEN 50513:2008 D

— Entwurf —

E DIN EN 50513 (VDE 0126-18-100):2008-05
FprEN 50513:2008

Vorwort

Dieser Europäische Normentwurf wurde durch das Technische Komitees CENELEC/TC 82 „Photovoltaische Solarenergie-Systeme“ erstellt. Er wurde dem einstufigen Abstimmungsverfahren unterworfen.

Nachstehende Daten werden vorgeschlagen:

- spätestes Datum, zu dem das Vorhandensein der EN auf nationaler Ebene angekündigt werden muss (doa): dor + 6 Monate
- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): dor + 12 Monate
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): dor + 36 Monate
(bei der Abstimmung zu bestätigen oder zu ändern)

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Kristallisationsverfahren	7
5 Produktbeschreibung.....	7
5.1 Angaben zu Abmessungen	7
5.2 Elektrische Kenngrößen	8
5.3 Oberflächen- und Kanteneigenschaften.....	8
5.4 Chemische Eigenschaften.....	9
5.5 Kristalleigenschaften	9
6 Verpackung, Kennzeichnung und Lagerung	9
6.1 Verpackung.....	9
6.2 Kennzeichnung.....	9
6.3 Lagerung.....	9
7 Wesentliche Änderungen am Produkt und am Prozess.....	9
8 Scheibendicke	10
8.1 Anwendungsbereich	10
8.2 Normative Verweisungen	10
8.3 Begriffe	10
8.4 Einheiten.....	10
8.5 Messeinrichtung	11
8.6 Justierung und Kalibrierung.....	11
8.7 Messung	11
8.8 Auswertung.....	12
8.9 Prüfbericht	12
8.10 Präzision des Verfahrens	13
9 Dickenvariation (TTV _{PV}).....	13
9.1 Anwendungsbereich	13
9.2 Normative Verweisungen	13
9.3 Begriffe	13
9.4 Einheiten.....	13
9.5 Messeinrichtung	13
9.6 Justierung und Kalibrierung.....	14
9.7 Messung	14
9.8 Auswertung.....	15
9.9 Prüfbericht	15

	Seite
9.10 Präzision des Verfahrens.....	16
10 Welligkeit und Durchbiegung.....	16
10.1 Anwendungsbereich	16
10.2 Normative Verweisungen.....	16
10.3 Begriffe.....	16
10.4 Vereinbarungen	17
10.5 Prüfbericht.....	17
11 Rillen und Stufen.....	17
11.1 Anwendungsbereich	17
11.2 Begriffe.....	17
11.3 Einheiten	18
11.4 Vereinbarungen	18
11.5 Messgeräte	18
11.6 Messplan.....	18
11.7 Prüfbericht.....	19
12 Alkalische Damageätze von kristallinen Siliciumscheiben – Methode zur Bestimmung der Ätzrate von mono- und multi-kristallinen Siliciumscheiben (as cut) für Photovoltaik Ätzrate	20
12.1 Anwendungsbereich	20
12.2 Begriffe.....	20
12.3 Durchführung	20
12.4 Auswertung.....	21
12.5 Prüfbericht.....	21
13 Verfahren zur Bestimmung Ladungsträgerlebensdauer gemessen an as cut Scheiben	21
13.1 Anwendungsbereich	21
13.2 Bestimmung der Ladungsträgerlebensdauer	22
13.3 Allgemeine Messbedingungen.....	23
13.4 Auswertung	23
13.5 Prüfbericht.....	24
14 Verfahren zur Bestimmung der Masse-Minoritätsladungsträgerlebensdauer an passivierten Scheiben (Labormessmethode).....	24
14.1 Anwendungsbereich	24
14.2 Bestimmung der Ladungsträgerlebensdauer	24
14.3 Auswertung.....	26
14.4 Prüfbericht.....	26
15 Elektrischer Widerstand von multi- und monokristallinen Halbleiterscheiben	26
15.1 Anwendungsbereich	26
15.2 Normative Verweisungen.....	26
15.3 Begriffe.....	26
15.4 Einheiten	26

	Seite
15.5 Messeinrichtungen	27
15.6 Kalibrierung.....	27
15.7 Probengrößen.....	27
15.8 Messung von Siliciumscheiben	27
15.9 Prüfbericht	28
16 Verfahren zur Messung des Gehaltes von an als Substitutionsatome eingelagertem Kohlenstoff und interstitiell gelöstem Sauerstoff in Silicium für Solarmaterial	28
16.1 Anwendungsbereich	28
16.2 Normative Verweisungen	28
16.3 Begriffe	28
16.4 Einheiten.....	28
16.5 Vereinbarungen	28
16.6 Messung	28
16.7 Prüfbericht	29
Anhang A (informativ) Geometrische Dimensionen, Oberflächen und Kanteneigenschaften.....	30
Anhang B (informativ) Optionale Anforderungen.....	33
Literaturhinweise.....	34
Bild 1 – Messstellenplan für quadratische und quasiquadratische Scheiben.....	12
Bild 2 – Messstellenplan für quadratische und quasi quadratische Scheiben.....	15
Bild 3	16
Bild 4	16
Bild 5 – Skizze einer Rille in einer kristallinen Silicium-Solarscheibe.....	17
Bild 6 – Skizze einer Stufe in einer kristallinen Silicium-Solarscheibe	17
Bild 7 – Messplan für quadratische und pseudoquadratische Siliciumscheiben.....	18
Bild 8 – Messplan für Stufen.....	19
Bild 9 – Messplan für Rillen	19
Bild 10	23
Bild 11	25
Bild A.1 – Rechteckige Scheibe mit gerader Fase	30
Bild A.2 – Quadratische Scheibe mit runder Fase.....	30
Bild A.3 – Fehlerbilder zu Oberflächen- und Kanteneigenschaften.....	31
Bild A.4 – Kantenverdickung.....	31
Bild A.5 – Abweichung von der geraden Kante	32
Tabelle 1 – Oberflächen- und Kanteneigenschaften	8

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die Datenblattangaben und Angaben zum Produkt für kristalline Silicium (Si)-Solarscheiben.

Es stellt notwendige Informationen bereit, um eine optimale Weiterverarbeitung zu Si-Solarzellen zu ermöglichen.

Dabei ist unter dem Datenblatt eine technische Beschreibung der Si-Solarscheibe mit allen wesentlichen Kenngrößen zu verstehen.

Die Produktangaben betreffen die Verpackung, Kennzeichnung, Lagerung und beinhalten eine Verpflichtung zur Mitteilung von wesentlichen Änderungen am Produkt und am Prozess. Diese Angaben werden zur Weiterverarbeitung von Si-Solarscheiben zu Solarzellen benötigt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

EN 50461, *Solarzellen – Datenblattangaben und Angaben zum Produkt für kristalline Silizium-Solarzellen*

EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2005)*

DIN 5043-2, *Radioaktive Leuchtpigmente und Leuchtfarben – Messbedingungen für die Leuchtdichte und Bezeichnungen der Leuchtfarben*

DIN 50431, *Prüfung von Materialien für die Halbleitertechnologie – Messung des spezifischen elektrischen Widerstandes von Einkristallen aus Silicium oder Germanium mit dem Vier-Sonden-Gleichstrom-Verfahren bei linearer Anordnung der Sonde*

DIN 50432, *Prüfung halbleitender anorganischer Stoffe – Bestimmung des Leitungstyps von Silicium oder Germanium mittels Richttest oder Thermosonde*

DIN 50434, *Prüfung von Materialien für die Halbleitertechnologie; Nachweis von Kristalldefekten in Silicium-Einkristallen mittels Ätztechnik an {111}- und {100}-Flächen (ASTM F 47)*

DIN 50438-1, *Prüfung von Materialien für die Halbleitertechnologie – Bestimmung des Verunreinigungsgehaltes in Silicium mittels Infrarot-Absorption – Teil 1: Sauerstoff*

DIN 50438-2, *Prüfung von Materialien für die Halbleitertechnologie – Bestimmung des Verunreinigungsgehaltes in Silicium mittels Infrarot-Absorption – Teil 2: Kohlenstoff*

DIN 50441-1, *Prüfung von Materialien für die Halbleitertechnologie – Messung der geometrischen Dimensionen von Halbleiterscheiben – Teil 1: Dicke und Dickenvariation*

DIN 50441-5, *Prüfung von Materialien für die Halbleitertechnologie – Messung der geometrischen Dimensionen von Halbleiterscheiben – Teil 5: Begriffe zur Gestalts- und Ebenheitsabweichung*

DIN 4760, *Gestaltabweichungen – Begriffe, Ordnungssystem*

DIN 4768, *Ermittlung der Rauheitskenngrößen P_a , P_z , P_{max} mit elektrischen Tastschnittgeräten – Begriffe, Messbedingungen*

DIN 879-1, *Prüfen geometrischer Größen – Feinzeiger – Teil 1: Mit mechanischer Anzeige*

DIN 4774, *Messung der Wellentiefe mit elektrischen Tastschnittgeräten*

3 Begriffe

Zur Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Block

größte zusammenhängende Siliciumeinheit nach dem Kristallisationsprozess

3.2

Säule

Siliciumhalbfabrikat nach der Blockbearbeitung mit der Grundfläche der späteren Scheibe

3.3

Scheibe

Endprodukt der Siliciumverarbeitung, das das Eingangsprodukt für die Solarzellenherstellung ist

3.4

Losgröße

kleinste Mengeneinheit an Scheiben, für die die Rückverfolgbarkeit gewährleistet wird

3.5

Dickenvariation Δd

(en: Total Thickness Variation)

TTV

größte Differenz zwischen mehreren Messwerten der Scheibendicke

3.6

Ätzgrubendichte

(en: Etch Pit Density)

EPD

Anzahl der Versetzungsätzgruben je Flächeneinheit

4 Kristallisationsverfahren

Das Kristallisationsverfahren ist anzugeben, z. B. Blockguss, Bridgman.

5 Produktbeschreibung

5.1 Angaben zu Abmessungen

Scheibenform:

Rechteckig, quadratisch, rund, pseudoquadratisch

Äußere Abmessungen:

Die Kantenlängen sind als Nennwerte mit Grenzabweichungen in mm anzugeben

Fläche:

Angabe der nominalen Fläche in mm^2

Dicke:

Mittlere Dicke mit Grenzabweichung in μm (nach Abs. 8)

TTV:

Maximalwert (nach Abs. 9)

Angabe zur Rechtwinkligkeit (sofern anwendbar):

Angabe der maximalen Grenzabweichung vom 90°/Winkel in Grad

ANMERKUNG 1 Es darf eine Ausgleichsgerade zur Bestimmung der idealen Scheibenkanten angewandt werden.

Angaben zur Art der Ecke:

gerade Fase:

Hypotenusenlänge als Fasenbreite (H) und Winkel zwischen Scheibenkante und Hypotenuse (α) (siehe Bild A.1)

runde Fase: Kathetenlänge (D) und Durchmesser des runden Kristalls (E) (siehe Bild A.2)

Angaben zur Welligkeit und Durchbiegung: (nach Abschnitt 10)

ANMERKUNG 2 Alle Messungen sind bei Standardmessraumklima ($25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$) durchzuführen.

5.2 Elektrische Kenngrößen

Angabe des Dotierstoffs (B,P,Ga...) und Leitungstyp (p oder n).

Angabe des spezifischen Widerstands nach Abs. 15 mit Grenzwertangabe in $\Omega\text{ cm}$.

Mindestwert der gemittelten effektiven Minoritäts-Ladungsträgerlebensdauer (bei multikristallinem Material gemessen an der Scheibe, bei monokristallinem Material gemessen an einer Stirnseite des Blocks, mit μ -PCD nach Abschnitt 13 oder 14).

5.3 Oberflächen- und Kanteneigenschaften

Angabe der maximalen zulässigen Defekte an der Scheibe, z. B. Ausmuschelungen, Kantenausbrüche, Kantenabbrüche, Pinholes, Sägeriefen, Risse, Kantenverdickungen (siehe Bilder A.3 bis A.5).

Tabelle 1 – Oberflächen- und Kanteneigenschaften

Eigenschaft	Beschreibung	Spezifikation
Oberflächen-Absplitterungen	Absplitterungen (Ausmuschelungen) an der Scheibenoberfläche	Maximal zulässige Länge, Breite und Anzahl (und Ausschluss von Positionen falls gefordert)
Risse	Technisch erkennbare Risse	Maximal zulässige Länge und Anzahl
Löcher	Durchgehende und nicht durchgehende Löcher aller Größen (z. B. durch Lufteinschlüsse während des Ziehprozesses)	Maximal zulässige Länge, Breite und Anzahl (und Ausschluss von Positionen falls gefordert)
Einschlüsse	Visuell erkennbare Einschlüsse von Fremdmaterial in der Siliciummatrix, die die elektrischen, chemischen oder optischen Eigenschaften der Scheibe beeinflussen	Maximal zulässige Anzahl (und Dimensionen falls gefordert)
Sichtbare Oberflächenverunreinigungen	Mit bloßem Auge erkennbare Verunreinigungen	Art und maximal zulässige Größe
Nicht sichtbare Oberflächenverunreinigungen	Die Beurteilung kann durch Angabe einer Ätzrate nach Abschnitt 12 geschehen.	Art und maximal zulässige Größe
Riefen, Rillen	Riefen, wie sie typischerweise durch Fehler im Sägeprozess entstehen können; Messung nach Abschnitt 11.	Maximale zulässige Tiefe und Anzahl (pro Flächeneinheit)
Stufen	Stufen, wie sie typischerweise durch Fehler im Sägeprozess entstehen können; Messung nach Abschnitt 11.	Maximale zulässige Tiefe und Anzahl (pro Flächeneinheit)
<u>Absplitterung</u> , Muschelausbruch	Absplitterung an der Scheibenkante, die im Gegenlicht nicht erkennbar ist (siehe Bild A.3)	Maximale zulässige Länge, Breite und Anzahl (und Ausschluss von Positionen falls gefordert)
Kantenverdickung (LAFT) (eng.: Local thickness fluctuations)	Eine lokale Verdickung der Scheibenkante, die durch eine Messung von TTV_{PV} nach Abschnitt 9 nicht erfasst wird (siehe Bild A.4)	Längenbereich a und max. zulässige Grenzwerte für Parameter b und c.
<u>V-Kerben</u> , V-Ausbrüche, nicks	Durchgehende, im Gegenlicht erkennbare V-förmige (Eckradius $< 0,3\text{ mm}$) Kerben/Ausbrüche an der Scheibenkante (siehe Bild A.3b)	Maximal zulässige Länge, Breite und Anzahl

Eigenschaft	Beschreibung	Spezifikation
Kerben, Ausbrüche (nicht V-förmig)	Durchgehende, im Gegenlicht erkennbare nicht V-förmige (Eckradius > 0,3 mm) Kerben/Ausbrüche an der Scheibenkante (siehe Bild A.3c)	Maximal zulässige Länge, Breite und Anzahl
Kantenabweichung	Abweichung von der idealen Kante, die durch eine Ausgleichsgerade, bestimmt durch die Minimierung der Fehlerquadrate, angenähert wird (siehe Bild A.5)	Maximale Abweichung von der Ausgleichsgeraden und minimale Wellenlänge

ANMERKUNG Bei alternativen Bezeichnungen ist die bevorzugte Bezeichnung durch Unterstreichen gekennzeichnet.

5.4 Chemische Eigenschaften

Angabe des Sauerstoff- und Kohlenstoffgehalts nach Abschnitt 16.

5.5 Kristalleigenschaften

ANMERKUNG Die folgenden Angaben beziehen sich nur auf monokristallines Material.

Angabe der Ätzgrubendichte (EPD), in cm^2 nach DIN 50434 oder SEMI MF1725-1103, SEMI MF1809-0704, SEMI MF1810-0304.

- Angabe der Kristallorientierung mit Grenzabweichung
- Ausrichtung der kristallografischen Orientierung zur Scheibenkante

Alle Angaben sind mit Grenzabweichungen zu versehen.

6 Verpackung, Kennzeichnung und Lagerung

6.1 Verpackung

- Verpackungseinheit
- Verpackungsart

6.2 Kennzeichnung

Jede kleinste Verpackungseinheit muss wie folgt gekennzeichnet sein:

- Artikelbezeichnung,
- Loskennzeichnung,
- Menge.

6.3 Lagerung

- Angaben zur Stapelfähigkeit
- Umgebungsbedingungen bei Lagerung

7 Wesentliche Änderungen am Produkt und am Prozess

Alle wesentlichen Änderungen am Produkt oder am Herstellungsprozess, die möglicherweise den Solarzellenprozess oder das Produkt Solarzelle beeinflussen können, sind mitzuteilen.

8 Scheibendicke

8.1 Anwendungsbereich

Das Messverfahren dient dazu, die Dicke von kristallinen Siliciumscheiben zu bestimmen, wobei sowohl berührungsfreie als auch berührend arbeitende Dickenmessgeräte verwendet werden können.

8.2 Normative Verweisungen

Diese Norm lehnt sich an Teile der Norm DIN 50441-1 an und enthält weiterhin durch datierte und undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind: EN ISO/IEC 17025, DIN 4760, DIN 4768 und DIN 879-1 (siehe auch Abschnitt 2).

Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet worden sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

8.3 Begriffe

8.3.1

Dicke

die Dicke ist der örtlich variable Abstand zwischen den Ist-Oberflächen der Vorderseite und der Rückseite einer Scheibe, wobei die Ist-Oberfläche die nach DIN 4760 messtechnisch erfasste Oberfläche ist

ANMERKUNG Häufig wird jedoch auch die Zentrumsdicke (Dicke d_5 in der Mitte der Scheibe an der Messstelle 5 nach Bild 1) einer Scheibe vereinfacht als Dicke bezeichnet.

8.3.2

Mittlere Dicke d_m

Mittelwert aus den 5 Messwerten d_1 bis d_5 an den Messstellen 1 bis 5 nach Bild 1

$$d_m = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} \quad (1)$$

Weiterhin kann die mittlere Dicke auch aus einer Wägung der Scheibe unter Berücksichtigung der Scheibenfläche und der Dichte von Silicium ermittelt werden

8.3.3

Zentrumsdicke

Dicke d_5 in der Mitte der Scheibe an der Messstelle 5 nach Bild 1:

$$d = d_5 \quad (2)$$

8.4 Einheiten

Alle in 8.3.1 bis 8.3.3 genannten Messgrößen werden in Mikrometern angegeben.

8.5 Messeinrichtung

8.5.1 Messgeräte

Als Messgeräte werden verwendet:

- Berührende: Alle Messgeräte mit beidseitigem Messfühler, z. B. Feinzeiger mit einem Skalenteilungswert von höchstens $1\text{ }\mu\text{m}$ nach DIN 879-1. Unter Wiederholbedingungen muss die Standardabweichung der Messwerte kleiner als $5\text{ }\mu\text{m}$ sein. Die Kontaktfläche darf 2 mm^2 nicht übersteigen.
- Berührungslose: Alle Messgeräte, die auf einem elektrischen, optischen oder pneumatischen Messverfahren mit beidseitigen Sensoren beruhen. Die von den Sensoren erfasste Messfläche hat eine runde Gestalt und einen Durchmesser von etwa 10 mm .
- Feinwaage mit einer Genauigkeit von $\pm 1\text{ mg}$ zur Bestimmung der Scheibendicke mittels Wägung nach 8.3.2.

8.5.2 Dicken-Kalibriernormale

Es ist ein Satz von Dicken-Kalibriernormalen für den Dickenbereich von 50 bis $350\text{ }\mu\text{m}$, zweckmäßig abgestuft in Stufen von $50\text{ }\mu\text{m}$, zu verwenden. Die Kalibriernormale müssen auf nationale Normale rückführbar und ihre Dickenwerte auf $1,0\text{ }\mu\text{m}$ bekannt sein. Die Normale müssen beidseitig glatte Oberflächen mit $R_a < 0,2\text{ }\mu\text{m}$, gemessen nach DIN 4768, besitzen, Normale aus Halbleitermaterial sollten poliert oder glanzgeätzt sein. Bei berührungsloser elektrischer Messung müssen die Kalibriernormale aus einem elektrisch gleichwertigen Material wie die zu messenden Proben bestehen. Die Temperaturen von Kalibrierung und Messung dürfen nicht mehr als 2 K von einander abweichen.

8.6 Justierung und Kalibrierung

Aus dem Satz der Dicken-Kalibriernormale wird das Normal ausgewählt, dessen Dicke jener der zu messenden Scheiben am nächsten liegt. Die Dickenanzeige wird nach den Instruktionen des Messgeräteherstellers so justiert, dass der gemessene Wert des Kalibriernormales auf $\pm 1,0\text{ }\mu\text{m}$ mit seinem Sollwert übereinstimmt.

Anschließend werden ohne Veränderung der Justierung jene beiden Kalibriernormale gemessen, die bis zu $50\text{ }\mu\text{m}$ dicker und bis zu $50\text{ }\mu\text{m}$ dünner sind als das zur Justierung verwendete Normal. Die so ermittelten Messwerte dieser Normale müssen ebenfalls auf $\pm 1,0\text{ }\mu\text{m}$ mit ihren Sollwerten übereinstimmen. Weicht einer dieser Messwerte um mehr als $\pm 1,0\text{ }\mu\text{m}$ vom Sollwert ab, ist das betreffende Messgerät für Messungen nach dieser Norm nicht geeignet.

8.7 Messung

8.7.1 Messstellenplan

Die Dicke von Siliciumscheiben mit der Seitenlänge a wird nach Bild 1 an 5 Stellen gemessen. Messstelle 5 liegt in der Mitte der Scheibe und befindet sich auf dem Schnittpunkt beider Diagonalen. Die Messstellen 1 bis 4 befinden sich jeweils in einem horizontalen und vertikalen Abstand von jeweils $20\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ von der Scheibenkante des vollständigen Rechteckes.

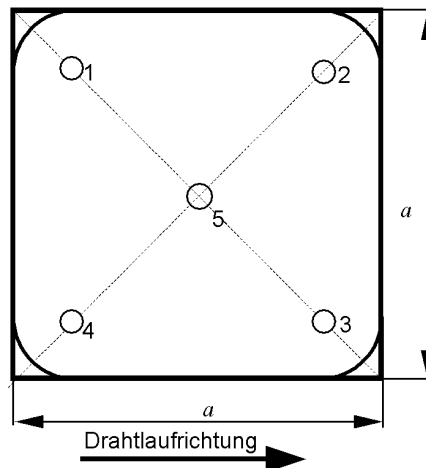


Bild 1 – Messstellenplan für quadratische und quasiquadratische Scheiben

8.7.2 Durchführung

Die Scheibe wird in die Messaufnahme eingelegt und so positioniert, dass Messstelle 1 innerhalb ± 2 mm zwischen den beiden Messfühlern (Sensoren) des Messgeräts liegt. Die Messung erfolgt nach Messstellenplan (siehe Bild 1).

8.7.3 Einfluss der Oberflächenrauheit

Berührende und berührungslose Messverfahren reagieren auf die Eigenschaften der Proben, insbesondere auf ihre Oberflächenrauheit, in unterschiedlicher Weise. Während berührungslose Sensoren die Oberfläche in einer mittleren Tiefe des mikroskopischen Oberflächenprofils sehen, ist für mechanische Taster das Umhüllende des mikroskopischen Oberflächenprofils maßgeblich.

Die Differenz der Messwerte von mechanischen und berührungslosen Messgeräten liegt in der Größenordnung des Mittenrauhwertes R_a . Falls dies nicht vernachlässigbar ist, muss zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden, ob Messungen mit mechanischen oder berührungslosen Messgeräten durchzuführen sind.

8.8 Auswertung

Aus den 5 Messwerten d_1 bis d_5 werden d_m und d_z nach den Gleichungen (1) und (2) berechnet. Da die Bestimmung der Dickenvariation nach dieser Norm nur auf 5 Messwerten basiert, werden irreguläre geometrische Variationen in anderen Gebieten der Scheibe nicht erfasst.

8.9 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss die mit EN ISO/IEC 17025 geforderten Angaben enthalten.

Er sollte auch folgende Angaben einschließen:

- Art und Bezeichnung der Probe
- Zentrumsdicke d
- mittlere Dicke, d_m
- gegebenenfalls Abweichungen von dieser Norm.

Entsprechend den jeweiligen Anforderungen sollte der Prüfbericht die folgende Angabe enthalten:

8.10 Präzision des Verfahrens

Die Vergleichsstandardabweichung s_R des Verfahrens beträgt $2\text{ }\mu\text{m}$ für d und d_m .

9 Dickenvariation (TTV_{PV})

9.1 Anwendungsbereich

Das Verfahren nach dieser Norm dient dazu, die Dickenvariation (TTV_{PV}) von kristallinen Siliciumscheiben zu bestimmen, wobei sowohl berührungsfreie als auch berührend arbeitende Dickenmessgeräte verwendet werden können.

9.2 Normative Verweisungen

Diese Norm lehnt sich an Teile der Norm DIN 50441-1 an und enthält weiterhin durch datierte und undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind: EN ISO/IEC 17025, DIN 50441-5, DIN 4760, DIN 4768 und DIN 879-1 (siehe auch Abschnitt 2).

Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet worden sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

9.3 Begriffe

9.3.1 Dickenvariation Δd (TTV)

Größte Differenz zwischen den 15 Messwerten d_1 bis d_{15} an den Messstellen 1 bis 15 nach Bild 2:

$$\Delta d = \max(d_1, d_2, d_3, d_4, \dots, d_{15}) - \min(d_1, d_2, d_3, d_4, \dots, d_{15}) \quad (3)$$

9.4 Einheiten

Alle in 9.3.1 bis 9.3.3 genannten Messgrößen werden in Mikrometern angegeben.

9.5 Messeinrichtung

9.5.1 Messgeräte

Als Messgeräte werden verwendet:

- Berührende: Alle Messgeräte mit beidseitigem Messfühler, z. B. Feinzeiger mit einem Skalenteilungswert von höchstens $1\text{ }\mu\text{m}$ nach DIN 879-1. Unter Wiederholbedingungen muss die Standardabweichung der Messwerte kleiner als $5\text{ }\mu\text{m}$ sein. Die Kontaktfläche darf 2 mm^2 nicht übersteigen.
- Berührungslose: Alle Messgeräte, die auf einem elektrischen, optischen oder pneumatischen Messverfahren mit beidseitigen Sensoren beruhen. Die von den Sensoren erfasste Messfläche hat eine runde Gestalt und einen Durchmesser von etwa 10 mm .

9.5.2 Dicken-Kalibriernormale

Es ist ein Satz von Dicken-Kalibriernormalen für den Dickenbereich von 50 µm bis 350 µm, zweckmäßig abgestuft in Stufen von 50 µm, zu verwenden. Die Kalibriernormale müssen auf nationale Normale rückführbar und ihre Dickenwerte auf 1,0 µm bekannt sein. Die Normale müssen beidseitig glatte Oberflächen mit $R_a < 0,2$ µm, gemessen nach DIN 4768, besitzen, Normale aus Halbleitermaterial sollten poliert oder glanzgeätzt sein. Bei berührungsloser elektrischer Messung müssen die Kalibriernormale aus einem elektrisch gleichwertigen Material wie die zu messenden Proben bestehen. Die Temperaturen von Kalibrierung und Messung dürfen nicht mehr als 2 K von einander abweichen.

9.6 Justierung und Kalibrierung

Aus dem Satz der Dicken-Kalibriernormale wird das Normal ausgewählt, dessen Dicke jener der zu messenden Scheiben am nächsten liegt. Die Dickenanzeige wird nach den Instruktionen des Messgeräteherstellers so justiert, dass der gemessene Wert des Kalibriernormals auf $\pm 1,0$ µm mit seinem Sollwert übereinstimmt.

Anschließend werden ohne Veränderung der Justierung jene beiden Kalibriernormale gemessen, die bis zu 50 µm dicker und bis zu 50 µm dünner sind als das zur Justierung verwendete Normal. Die so ermittelten Messwerte dieser Normale müssen ebenfalls auf $\pm 1,0$ µm mit ihren Sollwerten übereinstimmen. Weicht einer dieser Messwerte um mehr als $\pm 1,0$ µm vom Sollwert ab, ist das betreffende Messgerät für Messungen nach dieser Norm nicht geeignet.

9.7 Messung

9.7.1 Messstellenplan

Die Dickenvariation quasi quadratischer Halbleiterscheiben der Seitenlänge a wird nach Bild 2 an 15 Stellen gemessen. Messstelle 8 liegt in der Mitte der Scheibe. Die Messstellen 1 bis 5 und 11 bis 15 befinden sich jeweils in den im Anwendungsfall zu vereinbarenden Abständen x von der Scheibenkante und y von den auf der senkrecht zur Drahtlaufrichtung stehenden Symmetrielinie liegenden, Messpunkten 6 bis 10 entfernt. Der Abstand der Zentren der Messstellen in den 3 Messspuren untereinander beträgt b . x , y und b berechnen sich nach folgenden Gleichungen (4) bis (6).

$$y = a / 3 \quad (4)$$

$$x = b / 2 \quad (5)$$

$$b = a / 5 \quad (6)$$

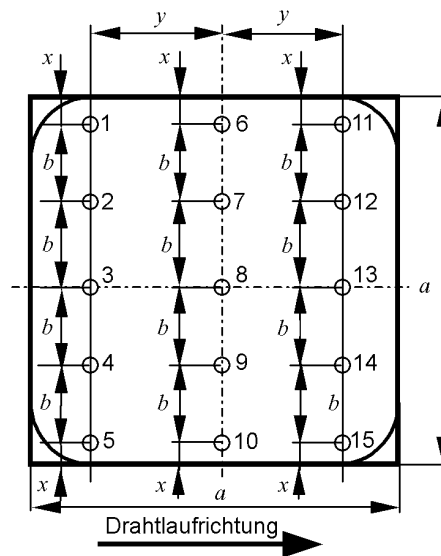


Bild 2 – Messstellenplan für quadratische und quasi quadratische Scheiben

9.7.2 Durchführung

Die Scheibe wird in die Messaufnahme eingelegt und so positioniert, dass Messstelle 8 innerhalb ± 2 mm zwischen den beiden Messfühlern (Sensoren) des Messgeräts liegt. Die Messung erfolgt nach Messstellenplan (siehe Bild 2). Die zeitliche Reihenfolge der Messung der Messstellen ist unabhängig von ihrer Bezeichnung und kann hiervon abweichend durchgeführt werden.

9.7.3 Einfluss der Oberflächenrauheit

Berührende und berührungslose Messverfahren reagieren auf die Eigenschaften der Proben, insbesondere auf ihre Oberflächenrauheit, in unterschiedlicher Weise. Während berührungslose Sensoren die Oberfläche in einer mittleren Tiefe des mikroskopischen Oberflächenprofils sehen, ist für mechanische Taster das Umhüllende des mikroskopischen Oberflächenprofils maßgeblich.

Die Differenz der Messwerte von mechanischen und berührungslosen Messgeräten liegt in der Größenordnung des Mittenrauhwertes R_a . Falls dies nicht vernachlässigbar ist, muss zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden, ob Messungen mit mechanischen oder berührungslosen Messgeräten durchzuführen sind.

9.8 Auswertung

Aus den 15 Messwerten d_1 bis d_{15} wird, nach Abschnitt 3, Δd gemäß Gleichung (3) berechnet. Da die Bestimmung der Dickenvariation nach dieser Norm nur auf 15 Messwerten basiert, werden irreguläre geometrische Variationen in anderen Gebieten der Scheibe nicht erfasst. Sollen auch solche Abweichungen bestimmt werden, ist eine ganzflächige Ebenheitsmessung durchzuführen und die globale Dickenvariation (TTV, vgl. DIN 50441-5) zu ermitteln.

9.9 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss die mit EN ISO/IEC 17025 geforderten Angaben enthalten.

Er sollte auch folgende Angaben einschließen:

- Art und Bezeichnung der Probe;
- Art und Bezeichnung der verwendeten Messgeräte;
- Dickenvariation (TTV_{PV}) Δd ;
- gegebenenfalls Abweichungen von dieser Norm;

9.10 Präzision des Verfahrens

Die Vergleichsstandardabweichung s_R des Verfahrens beträgt $4\text{ }\mu\text{m}$ für Δd .

10 Welligkeit und Durchbiegung

10.1 Anwendungsbereich

Das Verfahren für diese Messungen dient dazu, die Werte für die Welligkeit und die Durchbiegung von kristallinen Siliziumscheiben zu bestimmen. Die Messung der Welligkeit erfolgt nach DIN 4774.

10.2 Normative Verweisungen

Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind: EN ISO/IEC 17025, DIN 4760, DIN 4768, DIN 4774 und DIN 879-1 (siehe auch Abschnitt 2).

Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet worden sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

10.3 Begriffe

10.3.1 Welligkeit

Welligkeit ist eine überwiegend periodisch auftretende Gestaltabweichung einer Oberfläche mit Wellenlängen größer 3 mm . Die lokalen maximalen Amplituden werden über eine Messstrecke von 10 cm ermittelt.

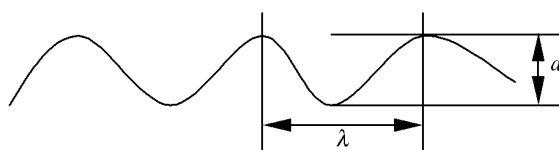


Bild 3

10.3.2 Durchbiegung

Die Durchbiegung ist, bei Auflegen des Wafers auf eine ebene Unterlage, der Abstand zwischen der Unterlage und dem höchsten Punkt des Wafers minus die Waferdicke.

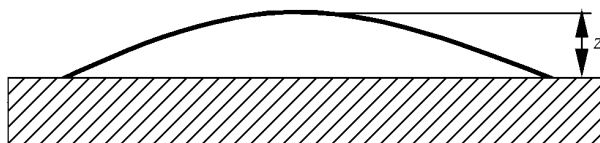


Bild 4

10.4 Vereinbarungen

Die Grenzwerte für die Werte a und λ für die Welligkeit und der Wert z für die Durchbiegung in 10.3 werden im Anwendungsfall zwischen den betroffenen Stellen vereinbart, wobei über die Messmethode (z. B. DIN 4774 für die Welligkeit) Einigkeit zu erzielen ist.

10.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss die mit EN ISO/IEC 17025 geforderten Angaben enthalten.

Er sollte auch folgende Angaben einschließen:

- Art und Bezeichnung der verwendeten Messgeräte;
- Maximale Welligkeit und Durchbiegung für jede geprüfte Scheibe.

11 Rillen und Stufen

11.1 Anwendungsbereich

Diese Messung dient zur Bestimmung der Tiefe von Stufen und Rillen an kristallinen Silicium-Solarscheiben. Die Stufen und Rillen werden durch das Sägen verursacht, daher auch als Sägeriefen bezeichnet, und deshalb treten sie als Linien über der Scheibenoberfläche auf.

11.2 Begriffe

11.2.1

Sägeriefen in Rillenform

sind lokale Vertiefungen in der Oberfläche der Siliciumscheibe, wie in Bild 5 gezeigt. Die Tiefe einer Rille, t , wird bestimmt durch den Höhenabstand über einem definierten Abtastbereich oder einem definierten Abtastfenster w . Das Abtastfenster muss den gesamten Bereich der Rille abdecken

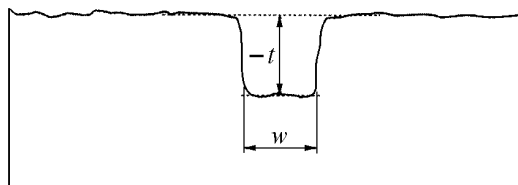


Bild 5 – Skizze einer Rille in einer kristallinen Silicium-Solarscheibe

11.2.2

Sägeriefen in Stufenform

Sind permanente Veränderungen der Oberflächehöhe einer Silicium-Solarscheibe wie in Bild 6 gezeigt. Die Stufenhöhe h ist gegeben durch den Höhenabstand über einem bestimmten Abtastbereich oder Abtastfenster w . Das Abtastfenster muss die gesamte Stufe abdecken

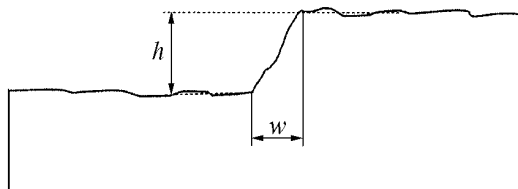


Bild 6 – Skizze einer Stufe in einer kristallinen Silicium-Solarscheibe

11.3 Einheiten

Die Höhe und Breite der Stufen wie auch die Höhe und Tiefe der Rillen werden in μm angegeben. Die Fenstergröße wird ebenfalls in μm angegeben.

11.4 Vereinbarungen

Die Grenzwerte für die maximal erlaubte Anzahl sowie die maximal erlaubte Höhe von Stufen und die maximal erlaubte Tiefe von Rillen muss zwischen Solarscheiben- und Solarzellenhersteller vereinbart werden.

11.5 Messgeräte

Für die Bestimmung der Sägeriefen ist ein linienförmig abstastendes System einzusetzen. Die Abtastung erfolgt über die Scheibenoberfläche, senkrecht zu den Sägespuren. Eine oder mehrere parallele Abtastlinien können genutzt werden, daraus ergibt sich die Anzahl der Oberflächenprofile.

Die Position der Abtastlinien ist in Bild 7 festgelegt.

Alle geeigneten Abtastmethoden, etwa optische, kapazitive oder mechanische, können für die Erfassung des Oberflächenprofils eingesetzt werden, vorausgesetzt die laterale Mindestauflösung der Messeinrichtung ist besser oder gleich $10\ \mu\text{m}$ und die Auflösung in z-Richtung ist besser oder gleich $1\ \mu\text{m}$. Für Messungen in der Fertigung (Inline) kann die Auflösung in der lateralen Richtung Mindestauflösung auf $50\ \mu\text{m}$ reduziert werden und in der z-Richtung auf $2\ \mu\text{m}$. Die Abtastung sollte über die komplette Scheibenlänge durchgeführt werden um auch Rillen und Stufen an den Enden der Scheibe erkennen zu können.

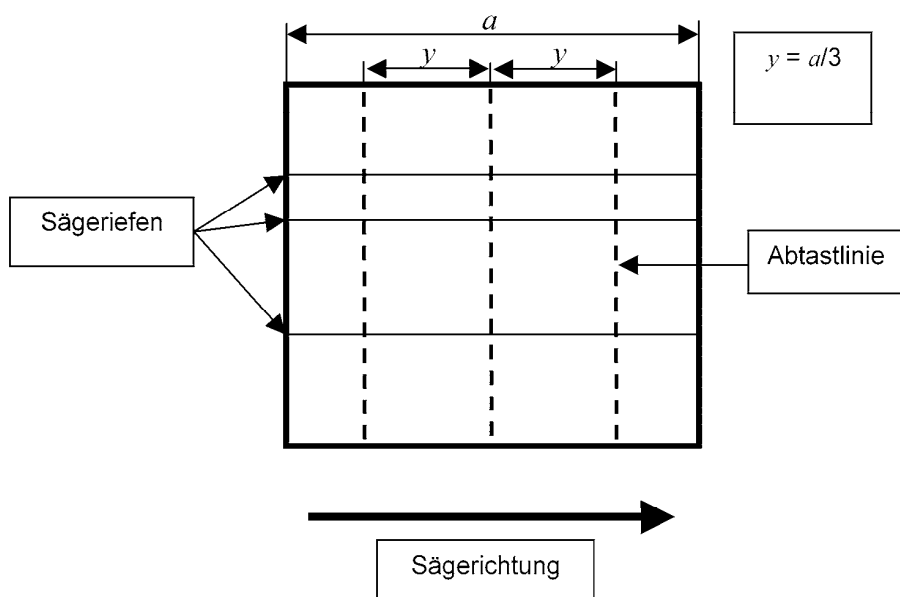


Bild 7 – Messplan für quadratische und pseudoquadratische Siliciumscheiben

11.6 Messplan

Bei einer sorgfältigen Auswahl an Größe und Anzahl von Abtastfenstern sollten die Positionen, Breite, Tiefen und Anzahl der Sägeriefen problemlos erfasst werden. Die Abtastfenstergröße sollte so gewählt werden, dass sie groß genug ist, um die breitesten Rillen zu erfassen, aber auch klein genug, um zu verhindern, dass eine Abweichung innerhalb eines größeren Bereichs wie z. B. eine Scheiben-Biegung in das Ergebnis einfließt. Ein Vorschlag zur Abtastfensterbreite ist $4\ \text{mm}$. In den meisten Fällen ist ein einziges Abtastfenster ausreichend. In diesem Fall wird nur die größte Sägeriefe gefunden.