

DIN EN 60758

ICS 31.140

Ersatz für
DIN EN 60758:2009-05
Siehe Anwendungsbeginn

**Synthetischer Quarzkristall –
Festlegungen und Leitfaden für die Anwendung
(IEC 60758:2016);
Deutsche Fassung EN 60758:2016**

Synthetic quartz crystal –
Specifications and guidelines for use
(IEC 60758:2016);
German version EN 60758:2016

Cristal de quartz synthétique –
Spécifications et lignes directrices d'utilisation
(IEC 60758:2016);
Version allemande EN 60758:2016

Gesamtumfang 61 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-06-22 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2017-04-01.

Für DIN EN 60758:2009-05 besteht eine Übergangsfrist bis 2019-10-07.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60758:2013-06.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 642 „Piezoelektrische Bauteile zur Frequenzstabilisierung und -selektion“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 49 „Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60758:2009-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung überarbeitet;
- b) Neuordnung und Bearbeitung der Begriffe;
- c) Hinzufügung der Erläuterung zur Messung des α -Wertes mit dem FTIR-Spektrometer in Anhang G.

Frühere Ausgaben

DIN IEC 60758: 1994-02

DIN EN 60758: 2005-09, 2009-05

Deutsche Fassung

Synthetischer Quarzkristall –
Festlegungen und Leitfaden für die Anwendung
(IEC 60758:2016)

Synthetic quartz crystal –
Specifications and guidelines for use
(IEC 60758:2016)

Cristal de quartz synthétique –
Spécifications et lignes directrices d'utilisation
(IEC 60758:2016)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2016-06-22 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind 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.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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

CENELEC

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

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60758:2016 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 49/1185/FDIS, zukünftige 5. Ausgabe der IEC 60758, erarbeitet vom IEC/TC 49 „Piezoelectric, dielectric and electrostatic devices and associated materials for frequency control, selection and detection“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60758:2016 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2017-04-07
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-10-07

Dieses Dokument ersetzt EN 60758:2009.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60758:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	2
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Spezifikation für synthetischen Quarzkristall	12
4.1 Normwerte	12
4.1.1 Form des synthetischen Quarzkristalls für optische Anwendungen	12
4.1.2 Orientierung des Kristallkeims	12
4.1.3 Konzentration der Einschlüsse	13
4.1.4 Schlieren in synthetischem Quarzkristall für optische Anwendungen	13
4.1.5 Angaben der Infrarot-Güte $\alpha_{3\ 500}$ und $\alpha_{3\ 585}$ für piezoelektrische Anwendungen	13
4.1.6 Klasseneinteilung nach dem α -Wert und Schlierenverfahren für optische Anwendungen	14
4.1.7 Temperaturgang der Frequenz von synthetischem Quarzkristall für piezoelektrische Anwendungen	14
4.1.8 Flächendichte der Ätzkanäle, ρ	15
4.1.9 Innere Transmission für optische Anwendungen	15
4.2 Anforderungen und Messverfahren	16
4.2.1 Orientierung	16
4.2.2 Drehsinn	17
4.2.3 Maße synthetischer Quarzkristalle	17
4.2.4 Maße des Kristallkeims	18
4.2.5 Fehlstellen	18
4.2.6 Bewertung der Infrarot-Güte durch α -Messungen	21
4.2.7 Temperaturgang der Frequenz für piezoelektrische Anwendungen	23
4.2.8 Schlieren in synthetischem Quarzkristall für optische Anwendungen	24
4.2.9 Wachstumsstreifen in synthetischem Quarzkristall für optische Anwendungen	24
4.2.10 Flächendichte der Ätzkanäle	25
4.2.11 Innere Transmission für optische Anwendungen	26
4.3 Kennzeichnung	27
4.3.1 Allgemeines	27
4.3.2 Lieferanforderungen	27
5 Spezifikation für vorbearbeiteten synthetischen Quarzkristall	27
5.1 Normwerte	27
5.1.1 Grenzabweichungen der Maße	27
5.1.2 Ebenheit der Bezugsoberflächen	28
5.1.3 Grenzabweichung des Winkels der Bezugsoberfläche	28
5.1.4 Zentrizität des Kristallkeims	29

	Seite
5.2 Anforderungen und Messverfahren.....	30
5.2.1 Quarzbarren „wie gezüchtet“, die für vorbearbeitete synthetische Quarzkristalle verwendet werden.....	30
5.2.2 Maße von vorbearbeiteten synthetischen Quarzkristallen	30
5.2.3 Kennzeichnung der Bezugsoberfläche	30
5.2.4 Messung der Ebenheit der Bezugsoberfläche	30
5.2.5 Messung der Grenzabweichung des Winkels der Bezugsoberfläche.....	30
5.2.6 Zentrität des Kristallkeims.....	31
5.3 Lieferbedingungen.....	31
5.3.1 Allgemeines	31
5.3.2 Kennzeichnung.....	31
5.3.3 Verpackung	31
5.3.4 Herstellungslos	31
6 Prüfung von synthetischen Quarzkristallen und vorbearbeiteten synthetischen Quarzkristallen.....	31
6.1 Prüfung von synthetischen Quarzkristallen „wie gezüchtet“	31
6.1.1 Prüfung	31
6.1.2 Losweise Prüfung	31
6.2 Prüfung von vorbearbeiteten synthetischen Quarzkristallen.....	33
6.2.1 Allgemeines	33
6.2.2 Losweise Prüfung	33
7 Leitfaden für die Anwendung von synthetischen Quarzkristallen für piezoelektrische Anwendungen.....	33
7.1 Allgemeines	33
7.1.1 Einführung	33
7.1.2 Synthetischer Quarzkristall.....	34
7.2 Form und Größe von synthetischem Quarzkristall	34
7.2.1 Bezeichnung von Kristallachsen und -flächen	34
7.2.2 Kristallkeim	35
7.2.3 Formen und Maße	36
7.2.4 Wachstumszonen	37
7.3 Standardverfahren zur Bewertung der Qualität von synthetischen Quarzkristallen.....	37
7.4 Weitere Verfahren zur Prüfung der Qualität von synthetischem Quarzkristall.....	38
7.4.1 Allgemeines	38
7.4.2 Sichtprüfung	38
7.4.3 Verfahren mit Absorption von Infrarot-Strahlung.....	38
7.4.4 Verschiedenes.....	39
7.5 α -Klasse für piezoelektrische Quarze	39
7.6 Zusätzliche Klassifizierung (nur nach Bestellung) für Einschlüsse, Ätzkanäle und Aluminiumgehalt	39

	Seite
7.6.1 Einschlüsse	39
7.6.2 Ätzkanäle	40
7.6.3 Aluminiumgehalt.....	40
7.6.4 Elektrolytisch gereinigter Quarz	40
7.7 Bestellangaben.....	42
Anhang A (informativ) Häufig angewendete Stichproben-Verfahren	43
A.1 Zählen im gesamten Volumen	43
A.2 Vereinfachte Stichprobenprüfung von Y-Barren – Verfahren 1	43
A.3 Vereinfachte Stichprobenprüfung von Y-Barren – Verfahren 2	43
A.4 Anwendung von vergleichenden Verfahren für eine 100-%-Prüfung von Kristallen.....	44
Anhang B (informativ) Numerisches Beispiel	45
Anhang C (informativ) Beispiel für die Auswahl von Bezugsmustern	46
Anhang D (informativ) Erläuterungen zu Messschiebern mit Messspitzen.....	47
Anhang E (informativ) Kompensation des Infrarot-Absorptionswertes α	48
E.1 Allgemeines	48
E.2 Vorbereitung der Prüflinge, Aufbau der Messeinrichtung und Messverfahren	48
E.2.1 Allgemeines	48
E.2.2 Vorbereitung der Prüflinge	48
E.2.3 Einstellung der Messeinrichtung	48
E.2.4 Messverfahren.....	49
E.3 Verfahren zur Ermittlung der Korrekturterme	49
E.4 Berechnung von kompensierten (korrigierten) Absorptionswerten.....	51
Anhang F (informativ) Unterschiede zwischen IEC-Norm und IEEE-Norm beim orthogonalen Achsensystem für Quarz.....	52
Anhang G (informativ) Übereinstimmung der mit dem dispersiven Infrarotspektrometer und mit dem Fourier-Transform-Infrarotspektrometer ermittelten α -Werte	54
G.1 Allgemeines	54
G.2 Untersuchung	54
G.3 Untersuchungsergebnis	55
Literaturhinweise	57
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	59
Bilder	
Bild 1 – Achsen- und Schnittrichtungen eines Quarzkristalls.....	16
Bild 2 – Schematische Schnitte eines synthetischen Quarzkristalls, der auf einem Z-Schnitt-Kristallkeim gezüchtet wurde.....	18
Bild 3 – Typische Beispiele von gesägten Scheiben für eine AT-Schnitt-Platte, kleine Rhomboeder-Schnitt-Platte, X-Schnitt-Platte, Y-Schnitt-Platte und Z-Schnitt-Platte.....	20
Bild 4 – Frequenzabweichung im Temperaturgang des Prüflings	24
Bild 5 – Typischer Aufbau zur Messung von Schlieren.....	24

	Seite
Bild 6 – Umrissformen und Maße von vorbearbeiteten synthetischen Quarzkristallen in Richtung der X-, Y- und Z-Achsen	28
Bild 7 – Winkelabweichung der Bezugsoberfläche.....	29
Bild 8 – Zentrität des Kristallkeims bezüglich der Maße in Richtung der Z- oder Z'-Achse	30
Bild 9 – Bezeichnung der Achsen und Flächen eines Quarzkristalls	35
Bild 10 – Synthetischer Quarzkristall, gezüchtet auf einem Z-Schnitt-Kristallkeim mit kleinen X-Maßen	36
Bild 11 – Beispiel einer Beziehung zwischen dem α -Wert und dem Q -Wert bei der Wellenzahl $3\,500\text{ cm}^{-1}$	38
Bild D.1 – Messschieber mit Messspitzen	47
Bild D.2 – Digital-Messschieber mit Messspitzen.....	47
Bild E.1 – Schematische Darstellung des Messaufbaus	49
Bild E.2 – Grafische Beziehung zwischen gemitteltem und gemessenem α -Wert bei den beiden Wellenzahlen $\alpha_{3\,500}$ und $\alpha_{3\,585}$	50
Bild F.1 – Links- und rechtsdrehende Quarzkristalle	53
Bild G.1 – Beziehung zwischen Messwert und Bezugswert des Absorptionskoeffizienten α	56
Tabellen	
Tabelle 1 – Klassen der Einschlusskonzentration für piezoelektrische Anwendungen.....	13
Tabelle 2 – Klassen der Einschlusskonzentration für optische Anwendungen	13
Tabelle 3 – Klassen des Infrarot-Absorptionskoeffizienten für piezoelektrische Anwendungen.....	14
Tabelle 4 – Klassen des Infrarot-Absorptionskoeffizienten und Schlierenverfahren für optische Anwendungen.....	14
Tabelle 5 – Klassen der Ätzkanal-Flächendichte für piezoelektrische Anwendungen	15
Tabelle 6 – Prüfbedingungen und Prüfanforderungen für die losweise Prüfung der Gruppe A	32
Tabelle 7 – Prüfbedingungen und Prüfanforderungen für die losweise Prüfung der Gruppe B	32
Tabelle 8 – Prüfbedingungen und Prüfanforderungen für die losweise Prüfung.....	33
Tabelle B.1 – Vereinfachte Stichprobenprüfung, Verfahren 1	45
Tabelle B.2 – Vereinfachte Stichprobenprüfung.....	45
Tabelle E.1 – Beispiel für Kalibrierdaten bei $\alpha_{3\,585}$	50
Tabelle E.2 – Beispiel für Kalibrierdaten bei $\alpha_{3\,500}$	50

Einleitung

Synthetischer Quarzkristall für optische Anwendungen wurde aus folgenden Gründen in diese Internationale Norm aufgenommen.

Quarzkristall für optische Anwendungen wird in vielen Fällen von denselben Herstellern gefertigt, die auch Quarze für elektronische Anwendungen produzieren. Zur Herstellung von Quarzen für optische Anwendungen und von Quarzen für elektronische Anwendungen werden die gleichen Ausrüstungen und Verfahren eingesetzt. Außerdem werden, mit wenigen Ausnahmen, zur Charakterisierung elektronischer und optischer Materialien die gleichen Verfahren angewendet. Daher ist IEC 60758 die geeignete Norm für die Aufnahme zusätzlicher Angaben zu Quarzkristallen für optische Anwendungen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für synthetische Quarzeinkristalle für die Herstellung von piezoelektrischen Elementen zur Frequenzstabilisierung und -selektion und für optische Anwendungen.

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).

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60122-1:2002, *Quartz crystal units of assessed quality – Part 1: Generic specification*

IEC 60410, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 61994 (alle Teile), *Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection – Glossary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 61994 und die folgenden Begriffe.

3.1

hydrothermische Kristallzucht

Kristallzucht in der Anwesenheit von Wasser, erhöhten Temperaturen und Drücken, durch einen Kristallwachstumsvorgang, von dem angenommen wird, dass er geologisch auch in der Erdkruste abläuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Die industriellen Kristallzuchtverfahren für synthetischen Quarz verwenden wässrige alkalische Lösungen in Autoklaven bei überkritischen Temperaturen (330 °C bis 400 °C) und Drücken (700 Atmosphären bis 2 000 Atmosphären).

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Autoklav ist in zwei Kammern geteilt: die Lösungskammer mit Rohquarz-Bruchstücken bei der höheren Temperatur und die Zuchtkammer mit geschnittenen Kristallkeimen bei der tieferen Temperatur (siehe 7.1.2).

3.2

synthetischer Quarzkristall

Einkristall aus α -Quarz, der nach dem hydrothermischen Verfahren gezüchtet wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Zuchtquarz hat die gleiche Bedeutung wie synthetischer Quarzkristall.

3.3

synthetischer Quarzkristall, wie gezüchtet

Zustand eines synthetischen Quarzkristalls vor dem Schleifen oder Sägen

3.4

Y-Barren, wie gezüchtet

Kristalle, die aus Kristallkeimen mit größter Ausdehnung in Y-Richtung gezüchtet wurden

3.5

Z-Barren, wie gezüchtet

Kristalle, die aus einem Z-Schnitt-Kristallkeim gezüchtet wurden

3.6

Los synthetischer Quarzkristalle

synthetische Quarzkristalle, die zur gleichen Zeit in einem Autoklaven gezüchtet worden sind

3.7

Kristallkeim

rechtwinkliges Parallelepiped aus einer Quarzplatte oder einem Quarzbarren, das als Kern für das Wachstum von Quarzkristallen vorgesehen ist

3.8

Wachstumszonen

Bereiche eines synthetischen Quarzkristalls, die durch Wachstum in verschiedene kristallografische Richtungen entstehen

SIEHE: Bild 2.

3.9

Orientierung eines synthetischen Quarzkristalls

Orientierung des Kristallkeimes eines synthetischen Quarzkristalls hinsichtlich der in 3.7 festgelegten orthogonalen Achsen

3.10

orthogonales Achsensystem eines α -Quarzkristalls

aus drei Achsen gebildetes orthogonales Achsensystem, in dem die X-Achse, die Y-Achse und die Z-Achse jeweils senkrecht zueinander stehen, wie in Bild 1 dargestellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Kristallkeim des Z-Schnitts kann eine Orientierung mit einem Winkel von weniger als 20° zur Y-Achse aufweisen, wobei in diesem Fall das Achsensystem X, Y', Z' angewendet wird.

3.11

AT-Schnitt-Platte

Kristallplatte mit gedrehtem Y-Schnitt, die eine Orientierung mit einem Winkel von etwa $+35^\circ$ um die X-Achse oder etwa -3° von der (kleinen Rhomboeder-)z-Fläche aufweist

SIEHE: Bild 3.

3.12

X-Schnitt-Platte

senkrecht zur X-Achse liegende Kristallplatte

SIEHE: Bild 3b).

3.13

Y-Schnitt-Platte

senkrecht zur Y-Achse liegende Kristallplatte

SIEHE: Bild 3b).

3.14

Z-Schnitt-Platte

senkrecht zur Z-Achse liegende Kristallplatte

SIEHE: Bild 3b).

3.15

(kleine Rhomboeder-)z-Schnitt-Platte

parallel zur (kleinen Rhomboeder-)z-Fläche liegende Kristallplatte

SIEHE: Bild 3a).

3.16

Maße

zugehörige Maße beim Wachstum an einem Z-Schnitt-Kristallkeim, der weniger als 20° von der Y-Achse weggedreht ist

3.17

effektives Z-Maß

effektives Z-Maß, wie gezüchtet, das als Kleinstmaß in Z- ($\theta = 0^\circ$) oder Z'-Richtung im nutzbaren Y- oder Y'-Bereich eines gezüchteten Kristalls definiert ist und durch Z_{eff} beschrieben wird

SIEHE: Bild 2.

3.18

kleinstes Z-Maß

kleinster Abstand von der Oberfläche des Kristallkeims zur Z-Oberfläche, der durch Z_{min} beschrieben wird

SIEHE: Bild 2d).

3.19

Einschlüsse

alle Fremdstoffe in einem synthetischen Quarzkristall, die bei der Untersuchung des Streulichts einer hellen Lichtquelle sichtbar sind, wenn der Kristall in eine Flüssigkeit mit angepasstem Brechungsindex eingetaucht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Besonders häufige Einschlüsse sind vor allem die als Akmit und Emeleusit bezeichneten Mineralien.

3.20

Schleier des Kristallkeims

Bereich der Einschlüsse oder Blasen an der Oberfläche des Kristallkeims, an der ein Kristall gezüchtet worden ist

3.21

Ätzkanal

nahezu zylindrischer Hohlraum entlang einer Versetzungslinie nach dem Ätzen eines Quarzkristalls

3.22

Dotierung

beim Zuchtprozess verwendetes Additiv, das die Kristallform, die chemische Zusammensetzung und die physikalischen oder elektrischen Eigenschaften des Loses synthetischer Quarze verändern kann

3.23

vorgeformter Quarzbarren

Stab aus synthetischem Quarzkristall, dessen Maße, wie sie sich durch Züchten ergeben haben, durch Sägen, Schleifen, Läppen usw. verändert worden sind, um einer besonderen Maßanforderung zu genügen

3.24

Konzentration der Verunreinigungen

Quotient Anzahl der Fremdatome durch Anzahl der Siliziumatome

3.25

Versetzungen

lineare Defekte im Kristall durch versetzte Atomebenen

3.26

Autoklav

Behälter für die Bedingungen von hohem Druck und hoher Temperatur, die für das Züchten synthetischer Quarzkristalle erforderlich sind

3.27

Rechtsquarz oder Linksquarz

Drehsinn eines Quarzkristalls, der durch Beobachtung des Drehsinns der optischen Rotation in polarisiertem Licht bestimmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem Rechtsquarz ist der Kristall rechtsdrehend (dextrorotatorisch), bei einem Linksquarz ist der Kristall linksdrehend (lävorotatorisch).

3.28

Zwillingskristalle

zwei oder mehr Einzelkristalle der gleichen Kristallart, die entsprechend dem Gesetz der Ebenen- oder Achsensymmetrie miteinander verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei synthetischen Quarzkristallen wurden die beiden folgenden Zwillingsarten identifiziert:

a) Elektrische Zwillingskristalle

Ein Quarzkristall, in dem Bereiche mit gemeinsamer Z-Achse vorhanden sind, die eine Polaritätsumkehr der elektrischen X-Achse aufweisen.

b) Optische Zwillingskristalle

Ein Quarzkristall, in dem Bereiche mit gemeinsamer Z-Achse vorhanden sind, die eine Umkehrung des Drehsinns der optischen Z-Achse zeigen.

3.29

Infrarot-Absorptionskoeffizient, α -Wert

Koeffizient (als α -Wert bezeichnet), der durch Bestimmung des Verhältnisses der Absorption bei zwei Wellenzahlen festgelegt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einer Wellenzahl ist die kleinste Absorption aufgrund der OH-Verunreinigung, bei der anderen Wellenzahl die höchste Absorption aufgrund der OH-Verunreinigungen im Kristallgitter gegeben. Die OH-Verunreinigung erzeugt mechanische Verluste in Resonatoren; ihr Vorhandensein steht in Wechselbeziehung mit dem Vorhandensein anderer verlustbringender Verunreinigungen. Der α -Wert ist ein Maß für die OH-Konzentration und korreliert mit den durch Materialverunreinigungen zu erwartenden Verlusten mechanischer Energie.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für den hier definierten Koeffizienten wird der Logarithmus zur Basis 10 verwendet. Der Infrarot-Absorptionskoeffizient, α -Wert, wird mit der folgenden Gleichung bestimmt:

$$\alpha = \frac{1}{t} \log_{10} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)$$

Dabei ist

α der Infrarot-Absorptionskoeffizient;

t die Dicke des Y-Schnitt-Probekörpers, in cm;

T_1 die Transmission, in Prozent, bei einer Wellenzahl von 3 800 cm⁻¹ oder 3 979 cm⁻¹;

T_2 die Transmission, in Prozent, bei einer Wellenzahl von 3 500 cm⁻¹ oder 3 585 cm⁻¹.

3.30

vorbearbeiteter synthetischer Quarzkristall

synthetischer Quarzkristall, dessen X- und Z- oder Z'-Oberflächen, wie sie sich durch Züchten ergeben haben, durch Sägen, Schleifen, Läppen usw. flach und parallel bearbeitet worden sind, um festgelegten Abmessungen und Orientierungen zu genügen

3.31

Bezugsoberfläche

Oberfläche des vorbereiteten Quarzbarrens, die hinsichtlich einer kristallografischen Richtung (üblicherweise der X-Richtung) mit einer spezifischen Ebenheit und Orientierung vorbereitet worden ist

3.32

synthetischer Quarzkristall für optische Anwendungen

synthetischer Quarzkristall, der die Anforderungen für den Einsatz von optischen Aufnehmern, optischen Tiefpassfiltern (en: optical lowpass filters; (OLPF)) und Wellenplatten in digitalen Spiegelreflexkameras, Überwachungskameras, digitalen Videokameras und optischen Kommunikationsmodulen erfüllt, die im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 1 700 nm ($5\,882\text{ cm}^{-1}$ bis $33\,333\text{ cm}^{-1}$) arbeiten

3.33

innere Transmission

innere Transmission, die nicht den Brechungsverlust an der Oberfläche umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition gilt nur für synthetische Quarzkristalle für optische Anwendungen. Für die Werte der inneren Transmission ist die Angabe der Probendicke, für die der Wert berechnet wird, z. B. 2 mm, erforderlich.

3.34

Schlieren

lokale Abweichungen des Brechungsindex in einem Quarzkristall, Wachstumsfehler, in denen der Brechungsindex in einem typischen Bereich von Bruchteilen eines Millimeters bis zu mehreren Millimetern schwankt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition gilt nur für synthetische Quarzkristalle für optische Anwendungen.

3.35

Wachstumsstreifen

Streifen kontrastierender Dichte, der in Y-Schnitt-Kristallen mit dem Schlierenverfahren und vergleichbaren optischen Verfahren beobachtet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Kontrast ist darauf zurückzuführen, dass während des Kristallwachstums Elemente wie Aluminium, Natrium, Lithium und Eisen im Kristall eingeschlossen werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Größere Mengen an eingeschlossenen Verunreinigungen führen üblicherweise zu einem Anstieg des α -Wertes.

Anmerkung 3 zum Begriff: Wachstumsstreifen können nicht beobachtet werden, wenn $\alpha_{3\,585}$ kleiner als 0,160 oder $\alpha_{3\,500}$ kleiner als 0,120 ist.

Anmerkung 4 zum Begriff: Diese Definition gilt nur für synthetische Quarzkristalle für optische Anwendungen.

4 Spezifikation für synthetischen Quarzkristall

4.1 Normwerte

4.1.1 Form des synthetischen Quarzkristalls für optische Anwendungen

Die Wachstumsflächen werden, ohne den Kristallkeim, entsprechend einer festgelegten einheitlichen Oberflächenrauigkeit und einer festgelegten Ebenheit mit festgelegter kristallografischer Orientierung bearbeitet.

4.1.2 Orientierung des Kristallkeims

Zu den Standardorientierungen von Kristallkeimen zählen Z-Schnitte, gedrehte X-Schnitte, Schnitte parallel zur kleinen Rhomboederfläche (z-Achse) und um $1^\circ 30'$, 2° , 5° und $8^\circ 30'$ gedrehte Z-Schnitte, wobei die Z'-Achse der drei letztgenannten Kristallkeime entsprechend der Darstellung in Bild 1 gedreht ist.

4.1.3 Konzentration der Einschlüsse

4.1.3.1 Konzentration der Einschlüsse in synthetischem Quarzkristall für piezoelektrische Anwendungen

Die Konzentration der Einschlüsse (gemessen nach 4.2.5.3) darf für jede Klasse und in jedem geforderten Größenbereich die Angaben in Tabelle 1 nicht überschreiten.

Tabelle 1 – Klassen der Einschlusskonzentration für piezoelektrische Anwendungen

Klasse/Größenbereich μm	Konzentration je cm^3			
	10 bis 30	>30 bis 70	>70 bis 100	>100
Ia	2	1	0	0
Ib	3	2	1	1
I	6	4	2	2
II	9	5	4	3
III	12	8	6	4

Wenn Anwender eine Klasse mit nur einem oder mehreren Größenbereichen benötigen, dürfen sie ihre Festlegungen durch die Klasse und den entsprechenden Größenbereich angeben.

4.1.3.2 Konzentration der Einschlüsse in synthetischem Quarzkristall für optische Anwendungen

Die Klasse der Einschlusskonzentration in synthetischem Quarzkristall für optische Anwendungen muss den Angaben in Tabelle 2 entsprechen.

Tabelle 2 – Klassen der Einschlusskonzentration für optische Anwendungen

Klasse/Größenbereich μm	Konzentration je cm^3
	10 bis 100
OPT I	0 bis 9
OPT II	10 bis 20
OPT III	21 bis 39

4.1.4 Schlieren in synthetischem Quarzkristall für optische Anwendungen

Größe, kontrastierende Dichte und Menge sollten einem Grenzmuster entsprechen. Ein Grenzmuster sollte von Hersteller und Anwender festgelegt werden.

4.1.5 Angaben der Infrarot-Güte $\alpha_{3\,500}$ und $\alpha_{3\,585}$ für piezoelektrische Anwendungen

Jeder Wert des Infrarot-Absorptionskoeffizienten (α -Wert) eines synthetischen Quarzkristalls (gemessen nach 4.2.6) muss die in Tabelle 3 in den Spalten für $\alpha_{3\,500}$ und $\alpha_{3\,585}$ angegebenen Werte für die einzelnen Klassen einhalten.

Tabelle 3 – Klassen des Infrarot-Absorptionskoeffizienten für piezoelektrische Anwendungen

Klasse	Höchstwerte		Vor 1987 ^a $Q \times 10^6$ Einheiten
	$\alpha_{3\ 500}$	$\alpha_{3\ 585}$	
Aa	0,026	0,015	3,8
A	0,033	0,024	3,0
B	0,045	0,050	2,4
C	0,060	0,069	1,8
D	0,080	0,100	1,4
E	0,120	0,160	1,0

^a Diese Q -Werte wurden aus α -Messungen und empirischer Korrelation bestimmt und wurden vor 1987 allgemein angewendet. Zur Kontinuität nach dem Wechsel auf die α -Werte werden sie hier angegeben. α ist das physikalische Maß, welches jetzt angewendet wird, um die Güte von synthetischen Quarzen zu kontrollieren und festzulegen.

Die vorstehend angegebenen Prüfgrenzwerte entsprechen oder sind unverändert zu den $\alpha_{3\ 500}$ -Grenzwerten entsprechender Güteklassen nach IEC 60758:1983 (Ausnahme: Grenzwerte der Klassen B und D). Diese fünfte Ausgabe von IEC 60758 hat einige gleiche Klassen hinsichtlich der Angaben für die kleinste Güte in 10^6 Einheiten wie folgt bezeichnet:

- Aa = 3,8;
- A = 3,0;
- B = 2,2 (hier verwendete Basis), geändert von 2,4 in der Ausgabe von 1983;
- C = 1,8;
- D = 1,4 (überarbeitet);
- E = 1,0 (wie die frühere Klasse D).

4.1.6 Klasseneinteilung nach dem α -Wert und Schlierenverfahren für optische Anwendungen

Die Klasseneinteilung ist in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4 – Klassen des Infrarot-Absorptionskoeffizienten und Schlierenverfahren für optische Anwendungen

Klasse	$\alpha_{3\ 500}$	$\alpha_{3\ 585}$	Schlierenverfahren
OPT A	<0,033	<0,024	–
OPT B	<0,060	<0,069	–
OPT C	<0,120	<0,160	–
OPT D	$\geq 0,120$	$\geq 0,160$	Wachstumsstreifen werden mit dem Schlierenverfahren nicht beobachtet

4.1.7 Temperaturgang der Frequenz von synthetischem Quarzkristall für piezoelektrische Anwendungen

Der Temperaturgang der Frequenz von Schwingquarzen aus synthetischem Quarz muss durch Bestimmung der bei 15 °C und 35 °C gemessenen relativen Frequenzabweichung gegenüber der Serienresonanzfrequenz bei 25 °C ermittelt werden. Die relativen Abweichungen müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- relative Frequenzabweichung bei 15 °C: $+0,5 \times 10^{-6}$ bis $+1,5 \times 10^{-6}$;
- relative Frequenzabweichung bei 35 °C: $-0,5 \times 10^{-6}$ bis $-1,5 \times 10^{-6}$.

Die Messungen sind nach IEC 60122-1:2002, 4.7.3, durchzuführen.

4.1.8 Flächendichte der Ätzkanäle, ρ

4.1.8.1 Flächendichte der Ätzkanäle, ρ , für piezoelektrische Anwendungen

Wenn gefordert, muss die Flächendichte der Ätzkanäle, ρ , je cm^2 (gemessen nach 4.2.8) für jede Klasse die Werte in Tabelle 3 einhalten.

Tabelle 5 – Klassen der Ätzkanal-Flächendichte für piezoelektrische Anwendungen

Klasse	Höchstwert ρ je cm^2
1aa	2
1a	5
1	10
2	30
3	100
4	300

4.1.8.2 Flächendichte der Ätzkanäle, ρ , für optische Anwendungen

Die Flächendichte der Ätzkanäle (gemessen nach 4.2.8) sollte $\rho \leq 100$ je cm^2 betragen.

4.1.9 Innere Transmission für optische Anwendungen

Bei den Wellenlängen 400 nm, 550 nm, 650 nm und 1 550 nm sollte die innere Transmission für einen 2 mm dicken Probekörper 0,998 oder mehr betragen.

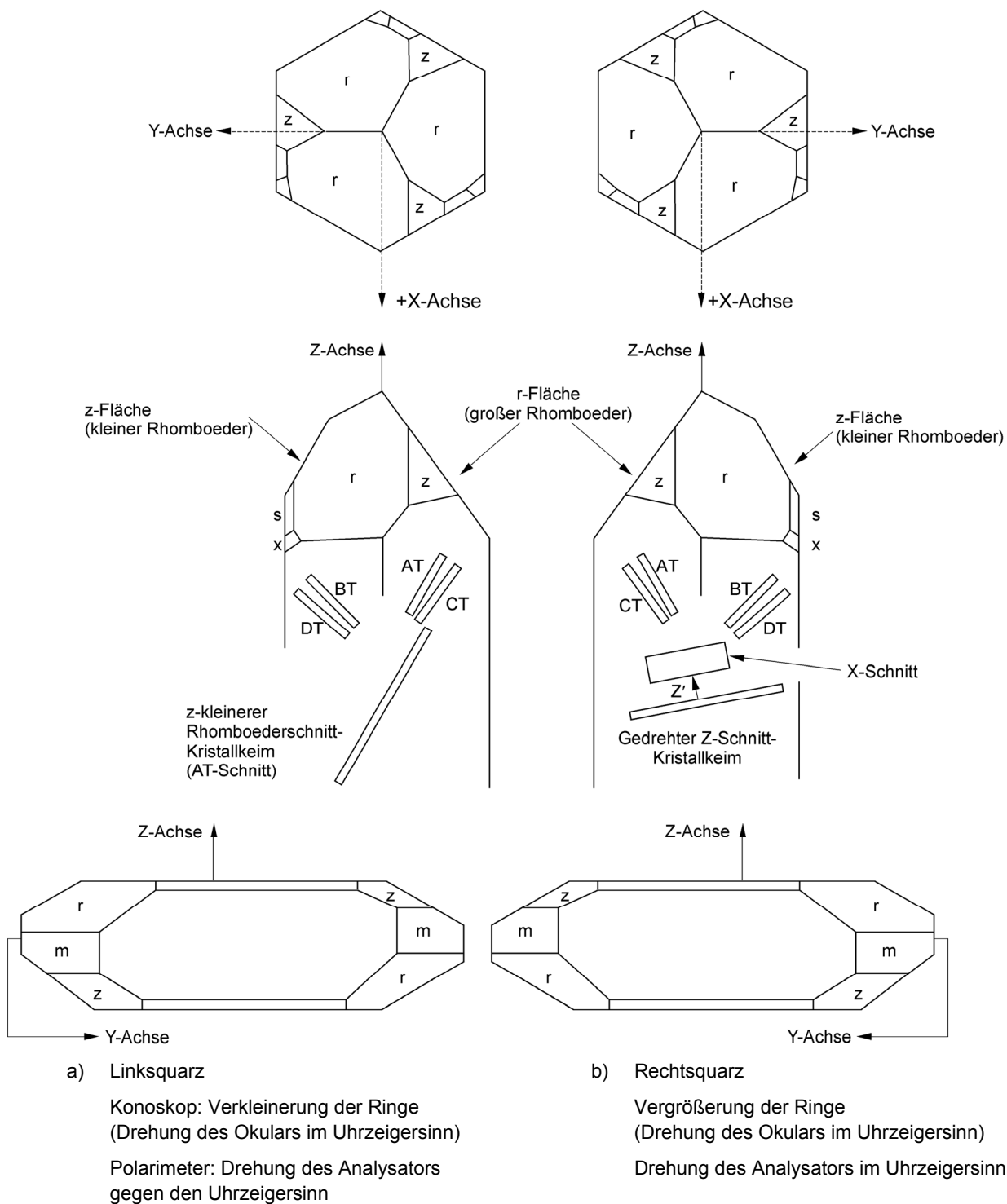


Bild 1 – Achsen- und Schnittrichtungen eines Quarzkristalls

4.2 Anforderungen und Messverfahren

4.2.1 Orientierung

Für die Orientierung des Kristallkeims in den festgelegten Richtungen ist eine Abweichung vom Nennwert von weniger als 30 min zulässig.

4.2.2 Drehsinn

Der Drehsinn des Kristallkeims muss festgelegt sein, entweder rechtsdrehend oder linksdrehend (siehe Bild 1).

4.2.3 Maße synthetischer Quarzkristalle

4.2.3.1 Allgemeines

Die Maße müssen mit Messschiebern oder Messschiebern mit Messspitzen gemessen werden, mit denen die Messung der dünnsten Stelle des synthetischen Quarzkristalls möglich ist (siehe Anhang D).

4.2.3.2 Maß in Richtung der Y- oder Y'-Achse

Das Maß muss dem festgelegten Maß entsprechen (siehe Bild 2d)).

4.2.3.3 Maß in Richtung der Z- oder Z'-Achse

Das Maß in Richtung der Z- oder Z'-Achse muss mit einem Messschieber mit Messspitzen gemessen werden und es muss als Größtmaß in Richtung der Z- oder Z'-Achse in der größeren X-Zone festgelegt sein (siehe Bild 2c)).

4.2.3.4 Maß Z_{eff} oder Z'_{eff}

Das Maß Z_{eff} oder Z'_{eff} muss als Kleinstmaß in Richtung der Z- oder Z'-Achse festgelegt sein (siehe Bild 2c)).

4.2.3.5 Maß Z_{min} oder Z'_{min}

Das Maß muss dem festgelegten Maß entsprechen (siehe Bilder 2c) und 2d)).