

DIN EN ISO 24370



ICS 81.060.30

Einsprüche bis 2022-12-28
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14425-3:2010-11

Entwurf

**Hochleistungskeramik –
Prüfverfahren zur Bestimmung der Bruchzähigkeit monolithischer
Keramik an Biegeproben mit Chevron-Kerb (CNB-Verfahren)
(ISO 24370:2005);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 24370:2022**

Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) –
Test method for fracture toughness of monolithic ceramics at room temperature by
chevron-notched beam (CNB) method (ISO 24370:2005);
German and English version prEN ISO 24370:2022

Céramiques techniques –
Méthode d'essai de ténacité à la rupture des céramiques monolithiques à température
ambiante sur éprouvette entaillée en chevron (ISO 24370:2005);
Version allemande et anglaise prEN ISO 24370:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-10-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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 41 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 24370:2005 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 206 „Fine ceramics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 184 „Hochleistungskeramik“ als prEN ISO 24370:2022 übernommen, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-02-91 AA „Terminologie von Hochleistungskeramik und Prüfung von monolithischen keramischen Werkstoffen und Pulvern“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 7500-1:2004	siehe	DIN EN ISO 7500-1:2004-11
ISO 6106	siehe	DIN ISO 6106

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14425-3:2010-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) ISO 24370:2005 wird als EN ISO 24370 übernommen. Entsprechend muss DIN EN 14425-3 zurückgezogen werden;
- b) Norm redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7500-1:2004-11, *Metallische Werkstoffe — Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung (ISO 7500-1:2004); Deutsche Fassung EN ISO 7500-1:2004*

DIN ISO 6106, *Schleifmittel — Überprüfung der Korngrößen von Diamant oder kubischem Bornitrid*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 24370:2022-12

– Leerseite –

**Hochleistungskeramik – Prüfverfahren zur Bestimmung der Bruchzähigkeit
monolithischer Keramik an Biegeproben mit Chevron-Kerb (CNB-Verfahren)
(ISO 24370:2005)**

Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Test method for fracture toughness of monolithic ceramics at room temperature by chevron-notched beam (CNB) method (ISO 24370:2005)

Céramiques techniques – Méthode d'essai de ténacité à la rupture des céramiques monolithiques à température ambiante sur éprouvette entaillée en chevron (ISO 24370:2005)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole	7
5 Kurzbeschreibung	7
6 Prüfeinrichtung	8
6.1 Prüfmaschine	8
6.2 Biegeprüfstand	8
6.3 Bügelmessschraube	9
6.4 Lichtmikroskop	9
6.5 Einrichtung zur Feststellung der Stabilität	9
7 Probekörper	10
7.1 Geometrie, Größe, Herstellung und Abfasen	10
7.1.1 Empfohlene Geometrie	10
7.1.2 Alternative Geometrie	12
7.1.3 Vorbereitung der Probekörper und Abfasen	13
7.1.4 Schneiden der Chevron-Kerbe	13
7.2 Anzahl der Probekörper	13
8 Durchführung	14
8.1 Zulässige Prüfumgebungen	14
8.1.1 Laborumgebung	14
8.1.2 Anwendungsspezifische Umgebung	14
8.1.3 Inerte Umgebung	14
8.2 Maße und Ausrichtung der Probekörper	14
8.2.1 Maße der Probekörper	14
8.2.2 Bestimmen der Maße der Chevron-Spitze, der Chevron-Maße und der Kerbdicke	14
8.2.3 Messen des inneren und äußeren Abstandes	15
8.2.4 Allgemeine Hinweise zur Biegeprüfung	15
8.2.5 Bruch des Probekörpers	15
8.3 Messungen nach der Prüfung	15
8.4 Auswertung nach der Prüfung	15
9 Berechnung	17
9.1 Berechnungen des Mindestwertes der Geometriefunktion des Spannungsintensitätsfaktors $Y_{\min}^*$	17
9.1.1 Empfohlene Probekörpergeometrie	17
9.1.2 Alternative Probekörpergeometrie	18
9.2 Berechnung des Bruchzähigkeitswertes $K_{I,CNB}$	18
10 Prüfbericht	18
Literaturhinweise	20

Bilder

Bild 1 — Beispiel für eine schematische Darstellung der Vier-Punkt-Biegung eines Probekörpers mit Chevron-Kerbe	9
Bild 2 — Probekörperkonfiguration und Begriffe für die empfohlene Geometrie	11
Bild 3 — Beispiele für die Kraft als Funktion der Dehnung, des Stellwegs und der Zeit	12
Bild 4 — Beispiele für instabilen Bruch als Funktion der Dehnung, des Stellweges und der Zeit	16

Bild 5 — Beispiel für einen Riss bei instabilem Bruch gefolgt von stabilem Bruch	17
---	-----------

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 24370:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 206 „Fine ceramics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 184 „Hochleistungskeramik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14425-3:2010 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 24370:2005 wurde von CEN als prEN ISO 24370:2022 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet.

Die Hauptaufgabe der Technischen Komitees besteht in dem Erarbeiten von Internationalen Normen. Die von den Technischen Komitees angenommenen Norm-Entwürfe werden den Mitgliedsorganisationen zur Umfrage zur Verfügung gestellt. Für eine Veröffentlichung als Internationale Norm wird eine Zustimmung von mindestens 75 % der Mitgliedsländer, die abgestimmt haben, benötigt.

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

ISO 24370 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 206, *Fine ceramics*, erarbeitet.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Prüfverfahren für die Bestimmung der Bruchzähigkeit monolithischer Keramik bei Raumtemperatur an Biegeproben mit Chevron-Kerb (CNB-Verfahren) fest.

Diese Internationale Norm gilt für monolithische Keramik und whisker- oder partikelverstärkte Keramik, die als makroskopisch homogen gilt. Sie gilt nicht für endlosfaserverstärkte Keramikverbundwerkstoffe.

Diese Internationale Norm ist üblicherweise anwendbar für Keramikwerkstoffe mit einer Bruchzähigkeit von weniger als etwa $12 \text{ MPa(m}^{1/2}\text{)}$. Das Prüfverfahren gilt für Werkstoffe mit einer flachen Kurve für den Widerstand gegen Risswachstum und darf für Werkstoffe mit einer ansteigenden Kurve für den Widerstand gegen Risswachstum (R-Kurve) angewendet werden.

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).

ISO 7500-1:2004, *Metallic materials — Verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Verification and calibration of the force-measuring system*

ISO 14704:2000, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Test method for flexural strength of monolithic ceramics at room temperature*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Spannungsintensitätsfaktor

K_I

Größe der Singularität des elastischen Spannungsfeldes an der Spitze eines Risses, der einer bestimmten Art (Modus I) der Rissöffnungsverschiebung ausgesetzt ist

ANMERKUNG Dabei handelt es sich um eine Funktion der aufgetragenen Kraft und der Probekörpergröße, der Geometrie und der Risslänge.

3.2

Bruchzähigkeit

allgemeine Bezeichnung für das Maß des Widerstandes gegen die Ausdehnung eines Risses

3.3

Bruchzähigkeitswert

$K_{I,CNB}$

Wert des Widerstandes gegen die Rissausdehnung, d. h. die Bruchzähigkeit, gemessen mit dem CNB-Verfahren

ANMERKUNG Der gemessene Spannungsintensitätsfaktor entspricht dem Widerstand gegen die Rissausdehnung eines sich stabil ausdehnenden Risses in einer Biegeprobe mit Chevron-Kerbe. Die Messung erfolgt nach dem hier beschriebenen Verfahren und erfüllt alle Gültigkeitsanforderungen.

ANMERKUNG Die Definition, Interpretation und Messung von $K_{I,CNB}$ setzt eine flache Kurve des Widerstandes gegen Risswachstum voraus.

3.4

kritischer Spannungsintensitätsfaktor

K_{Ic}

kritischer Wert von K_I , bei dem Bruch eintritt

4 Symbole

l_0	Abmessung der Chevron-Spitze, CNB-Verfahren (Bild 2)
l_1	Abmessung der Chevron-Kerbe, CNB-Verfahren, [$l_1 = (l_{11} + l_{12})/2$]
l_{11}	Abmessung der Chevron-Kerbe, CNB-Verfahren (Bild 2)
l_{12}	Abmessung der Chevron-Kerbe, CNB-Verfahren (Bild 2)
B	Probekörperdicke (Bild 2)
K_I	Spannungsintensitätsfaktor, Modus I
K_{Ic}	kritischer Spannungsintensitätsfaktor, Modus I
$K_{I,CNB}$	Bruchzähigkeitswert, Chevron-Kerb-Verfahren
S_o	äußerer Abstand des Biegeprüfstandes
S_i	innerer Abstand des Biegeprüfstandes
L	Probekörperlänge
F_{max}	durch die Prüfmaschine auf den Probekörper aufgebrachte und aufgezeichnete Höchstkraft (Bild 5)
F_{Tare}	durch den oberen Teil des Prüfstandes auf den Probekörper aufgebrachte Kraft
F	auf den Probekörper aufgebrachte Gesamtkraft ($F_{max} + F_{Tare}$). Dieser Wert wird zur Berechnung von $K_{I,CNB}$ verwendet.
T	Kerbdicke oder Trennfuge infolge Schneiden der Chevron-Kerbe (Bild 2)
W	Probekörperbreite (Bild 2)
Y_{min}^*	Mindestwert der Geometriefunktion des Spannungsintensitätsfaktors Y^*

5 Kurzbeschreibung

Diese Internationale Norm ist dafür vorgesehen, für die Werkstoffentwicklung, den Werkstoffvergleich, die Qualitätssicherung, die Beschreibung, die Zuverlässigkeitsanalyse und die Entwurfsdatenerstellung angewendet zu werden. Mit dem Chevron-Kerb-Verfahren (CNB-Verfahren) wird der Bruchzähigkeitswert $K_{I,CNB}$ durch Brechen einer Biegeprobe mit Chevron-Kerb gemessen (Bild 1 und Bild 2). Der Bruch des Probekörpers erfolgt unter Vier-Punkt-Biegung. Das Kraft-Verformungs-Verhalten und die Spannung an der Rückfläche oder die Zeit werden aufgezeichnet, um instabilen Bruch festzustellen. Der Bruchzähigkeitswert $K_{I,CNB}$ wird aus der Bruchlast und dem Mindestwert der Geometriefunktion des Spannungsintensitätsfaktors berechnet. Hintergrundinformationen zu diesem Prüfverfahren können den Literaturhinweisen [1] und [2] entnommen werden. Eine laborübergreifende Vergleichsstudie (Ringversuch) zum Chevron-Kerb-Verfahren wird in Literaturhinweis [3] beschrieben, und ein Vergleich dieses Verfahrens mit anderen genormten Verfahren ist in den Literaturhinweisen [2] und [4] enthalten.

ANMERKUNG Keramikwerkstoffe zeigen in der Regel eine stabile Rissausbreitung von der Chevron-Kerbe, wenn die Kerbe schmal genug ist ($< 0,30$ mm) und die anderen Kerbmaße innerhalb festgelegter Toleranzen liegen. Wird keine stabile Rissausbreitung festgestellt, kann die Bruchzähigkeit nicht direkt gemessen werden.

6 Prüfeinrichtung

6.1 Prüfmaschine

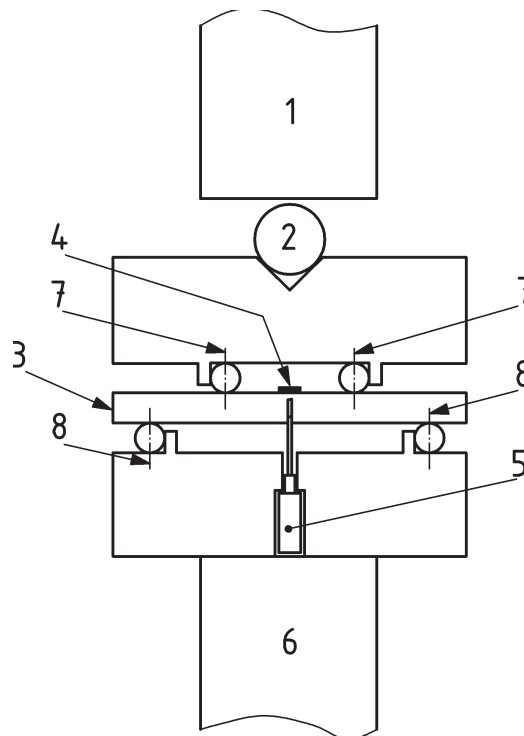
Es muss eine geeignete Prüfmaschine mit der Fähigkeit, eine gleichförmige Querhauptgeschwindigkeit aufzubringen, verwendet werden. Die Prüfmaschine muss der Klasse 1 nach ISO 7500-1:2004 entsprechen und eine Fehlergrenze von 1 % der angegebenen Bruchkraft besitzen.

6.2 Biegeprüfstand

Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung eines typischen Biegeprüfstandes mit Probekörper. Biegeprüfstände müssen die Anforderungen von ISO 14704 erfüllen. Die Prüfstände sollten teilelenkig ausgeführt sein. Die Probekörper müssen in Kontakt mit glatten zylindrischen Auflagern mit einem Durchmesser von 4,50 mm bis 5,00 mm gebracht werden. Der Durchmesser sollte auf $\pm 0,015$ mm konstant sein.

Die Auflager müssen frei rollen können, um Reibung auf ein Mindestmaß zu begrenzen, wobei die beiden innenliegenden Auflager frei nach innen und die beiden außenliegenden Auflager frei nach außen rollen können müssen. Der innere Abstand S_i sollte $20 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ und der äußere Abstand S_o sollte $40 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ betragen. Alternativ dürfen der innere und der äußere Abstand 10 mm bzw. 30 mm betragen.

Wird die Prüfung in einer anderen spezifischen Umgebung als der Laborluft vorgenommen, ist eine geeignete Kammer zur Aufrechterhaltung der Umgebung des Prüfstandes erforderlich. Für gasförmige Umgebungen wie Stickstoff kann ein Sack aus Polyethylen verwendet werden. Für flüssige Umgebungen wie Silikonöl oder Wasser können die Probekörper damit bedeckt und dann in den Prüfstand eingesetzt werden, oder der Prüfstand kann zusammen mit den Probekörpern in eine die Flüssigkeit enthaltende Kammer eingetaucht werden.



Legende

- 1 Schubstange
- 2 Kugel
- 3 Probekörper
- 4 Dehnungsmessstreifen
- 5 Wegaufnehmer
- 6 Stützstange
- 7 innerer Abstand des Biegeprüfstandes, S_i
- 8 äußerer Abstand des Biegeprüfstandes, S_o

Bild 1 — Beispiel für eine schematische Darstellung der Vier-Punkt-Biegung eines Probekörpers mit Chevron-Kerbe

6.3 Bügelmessschraube

Für die Bestimmung der Probekörpermaße muss eine Messschraube verwendet werden, wie in ISO 3611 [11] dargestellt, aber mit einer Auflösung von 0,002 mm. Die Messschraube muss flache Ambossflächen besitzen, wie in ISO 3611 [11] gezeigt. Die Messschraube darf keine kugelförmige oder scharfe Spitze besitzen, da diese den Probekörper beschädigen könnte. Zur Bestimmung der Maße dürfen andere Messgeräte verwendet werden, sofern sie eine Auflösung von 0,002 mm oder höher besitzen.

6.4 Lichtmikroskop

Es sollte ein Schlittenmikroskop oder Lichtmikroskop mit einem kalibrierten Fadenokular verwendet werden, um die Maße der Chevron-Kerbe l_0 , l_{11} , l_{12} und T zu bestimmen. In der Regel sind 10- bis 50-fache Vergrößerungen erforderlich. Die Leistung des Messsystems zur Größenbestimmung muss gegen einen Referenzstandard kalibriert werden.

6.5 Einrichtung zur Feststellung der Stabilität

Die Stabilität der Prüfung wird durch Überwachen der Verschiebung des Mittelpunktes des Probekörpers, der Verschiebung des Lasteinleitungspunktes, des Stellweges, der Querhauptverschiebung oder der Rückflächen-