

DIN 51105**DIN**

ICS 81.060.30

**Hochleistungskeramik –
Mechanische Eigenschaften monolithischer Keramik bei
Raumtemperatur –
Bestimmung der Doppelring-Biegefestigkeit**

Advanced technical ceramics –
Mechanical properties of monolithic ceramics at room temperature –
Determination of flexural strength by the ring-on-ring test

Céramiques techniques avancées –
Propriétés mécaniques des céramiques monolithiques à température ambiante –
Détermination de la résistance à la flexion à l'aide de doubles anneaux

Gesamtumfang 16 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Kurzbeschreibung	4
5 Bedeutung und Anwendung	5
6 Geräte	5
6.1 Prüfmaschine	5
6.2 Belastungseinrichtung	6
6.3 Längenmessgerät	7
6.4 Temperatur- und Feuchtemessgerät	7
7 Probekörper	7
7.1 Allgemeines	7
7.2 Maße und Grenzabmaße	8
7.3 Oberflächen-Endbearbeitung	9
7.4 Vorsichtsmaßnahmen	11
8 Durchführung	11
9 Berechnungen	12
10 Prüfbericht	13
Anhang A (informativ) Typische Bruchmuster von keramischen Probekörpern nach einer Doppelring-Biegeprüfung	14
Literaturhinweise	16
 Bilder	
Bild 1 — Beispiel einer Prüfanordnung zur Bestimmung der Doppelring-Biegefestigkeit	6
Bild 2 — Probekörper für die Doppelring-Biegeprüfung in Draufsicht und Seitenansicht	8
Bild A.1 — Typische Bruchmuster in keramischen Doppelring-Biegeproben	15
 Tabelle	
Tabelle 1 — Maße und Grenzabmaße des Probekörpers	8

Vorwort

Dieses Dokument (DIN 51105:2010-08) wurde vom Arbeitsausschuss NA 062-02-91 AA „Hochleistungskeramik — Monolithische Werkstoffe“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung der nominellen Doppelring-Biegefestigkeit mittels Doppelring-Biegeprüfung von monolithischen keramischen Hochleistungswerkstoffen bei Raumtemperatur fest.

Dieses Dokument gilt für Werkstoffe mit einer Korngröße kleiner 100 µm.

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).

DIN EN 623-4, *Hochleistungskeramik — Monolithische Keramik — Allgemeine und strukturelle Eigenschaften — Teil 4: Bestimmung der Oberflächenrauheit*

DIN EN 843-5, *Hochleistungskeramik — Mechanische Eigenschaften monolithischer Keramik bei Raumtemperatur — Teil 5: Statistische Auswertung*

E DIN EN ISO 3611, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Längenmessgeräte — Bügelmessschrauben; Konstruktionsmerkmale und messtechnische Merkmale*

DIN EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung*

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

ISO 4677-1, *Atmospheres for conditioning and testing — Determination of relative humidity — Part 1: Aspirated psychrometer method*

ISO 4677-2, *Atmospheres for conditioning and testing — Determination of relative humidity — Part 2: Whirling psychrometer method*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gilt der folgende Begriff.

3.1 Doppelring-Biegefestigkeit

σ_{rr}

höchste nominelle Randfaserspannung, der der Werkstoff im Moment des Bruches standhält, wenn dieser einer linear-elastischen äquibiaxialen Biegebeanspruchung in der Doppelring-Biegeprüfung ausgesetzt wird

ANMERKUNG Die Doppelring-Biegeprüfung wird häufig auch als biaxiale Biegeprüfung, äquibiaxiale Biegeprüfung oder zweiaxiale Biegeprüfung bezeichnet (siehe auch [1]). Diese Bezeichnungen sollten jedoch nicht ohne den Hinweis auf die Doppelring-Prüfanordnung verwendet werden, da es eine Reihe von anderen Prüfanordnungen gibt, für die diese Bezeichnungen auch benutzt werden bzw. benutzt werden können, z. B. bei der Kugel-auf-Drei-Kugel-Prüfung, Stempel-auf-Drei-Kugel-Prüfung, Kugel-auf-Ring-Prüfung, Stempel-auf-Ring-Prüfung.

4 Kurzbeschreibung

Eine runde scheibenförmige Probe mit konstanter Dicke wird zwischen zwei konzentrisch zueinander angeordneten koaxialen Ringen unterschiedlichen Durchmessers gelegt und durch axiales Zusammen-drücken der Ringe beansprucht. Aus der Kraft, die zum Bruch der Probe führt, den Probenmaßen, den Maßen der Belastungseinrichtung und der Poissonschen Querkontraktionszahl des Werkstoffes wird die Doppelring-Biegefestigkeit berechnet.

5 Bedeutung und Anwendung

Das in diesem Dokument festgelegte Prüfverfahren ist zur Anwendung im Bereich der Werkstoffentwicklung, Werkstoffcharakterisierung und Qualitätskontrolle sowie zur Gewinnung von konstruktiven Kenndaten vorgesehen. Die Doppelring-Biegefestigkeit wird nach diesem Dokument durch eine linear-elastische Biegung einer runden, scheibenförmigen, dünnen Platte unter der Annahme bestimmt, dass der geprüfte Werkstoff homogen, elastisch und isotrop ist und lineares (Hookesches) Spannungs-Dehnungsverhalten zeigt.

Das durch eine Festigkeitsprüfung erhaltene Ergebnis wird von einer Vielzahl von Faktoren wie der Mikrostruktur des Werkstoffs, dem bei der Vorbereitung der Probekörper angewendeten Oberflächen-Bearbeitungsverfahren, der Größe und Form des Probekörpers, der mechanischen Funktionsweise der Prüfeinrichtung, der Beanspruchungsrate und der relativen Luftfeuchte der Prüfatmosphäre beeinflusst. Wegen des Spröbruchverhaltens keramischer Werkstoffe tritt im Allgemeinen bei der Charakterisierung einer Reihe von an sich gleichen Probekörpern eine deutliche Streuung der Einzelergebnisse auf. Das Zusammenwirken dieser Einflussfaktoren erfordert Vorsicht bei der Interpretation der Prüfergebnisse. Für viele Anwendungen und nach den Festlegungen in diesem Dokument können die Ergebnisse von Festigkeitsprüfungen in Form des Mittelwerts und der Standardabweichung angegeben werden. Eine darüber hinausgehende statistische Auswertung der Ergebnisse ist für die Gewinnung von konstruktiven Daten erforderlich und kann auch für andere Anwendungen wünschenswert sein (siehe DIN EN 843-5).

Dieses Dokument legt eng vorgegebene Grenzen zur Form und Größe der Probekörper und Funktionsweise der Prüfeinrichtung fest, um Fehlermöglichkeiten bei der Durchführung der Prüfung zu minimieren.

ANMERKUNG Grundlagen für die Auswahl von Maßen und Grenzabmaßen der Probekörper und für Anforderungen an die Belastungseinrichtung, siehe DIN ISO 6474, ASTM C 1499 und [1].

Alle übrigen Prüfbedingungen werden im Prüfbericht (siehe Abschnitt 10) angegeben, um einen Vergleich des Werkstoffverhaltens zu ermöglichen. Es ist nicht sinnvoll, eine ganz bestimmte Oberflächen-Endbearbeitung festzulegen, da zu erwarten ist, dass diese nicht für alle Werkstoffe gleich gut geeignet ist. Mit der Einbeziehung eines Standard-Verfahrens für die Bearbeitung eines Probekörpers im gesinterten Zustand (siehe 7.3) in das hier festgelegte Verfahren als eine der Möglichkeiten für die Oberflächen-Endbearbeitung wird ein Hilfsmittel geschaffen, mit dem bei verschiedenen Werkstoffen ein Minimum an bleibender Schädigung des Werkstoffs beim Schleifen erzielbar ist.

ACHTUNG — Die Übertragung von nach diesem Dokument bestimmten Festigkeitswerten auf andere Probekörper-Geometrien, einaxiale Beanspruchung, andere Beanspruchungsraten oder andere Umgebungsbedingungen sollte nur mit Vorsicht in Betracht gezogen werden.

Die Kenntnis des Ursprungs eines Bruches bei der Doppelring-Biegeprüfung kann eine wertvolle Hilfe bei der Beurteilung der Art und Lage von die Festigkeit bestimmenden Fehlern sein. Dringend empfohlen wird eine Bruchflächenanalyse der Probekörper (siehe ASTM C 1499, [1] und [2]). Im Besonderen kann damit geklärt werden, ob es sich bei den bruchauslösenden Fehlern um durch die Präparation verursachte Kanten- oder Oberflächenfehler oder um Werkstoffdefekte, z. B. durch bei der Herstellung entstandene Inhomogenitäten wie Poren, grobe Körner, Anhäufung von Verunreinigungen, handelt. Eine zuverlässige Bruchflächenanalyse ist jedoch nicht bei allen keramischen Hochleistungswerkstoffen möglich.

6 Geräte

6.1 Prüfmaschine

Die Prüfmaschine muss in der Lage sein, eine Kraft, z. B. über eine Kugel oder ein geeignetes Gelenk, auf den Belastungsring derart aufzubringen, dass die Kraftachse senkrecht zu den Stirnflächen des Probekörpers wirkt und sowohl der Belastungsring als auch der Auflagering flächig an den Stirnflächen des Probekörpers anliegen.

Die Prüfmaschine muss geeignet sein, die Kraft stoßfrei und kraft- oder weggeregelt aufzubringen. Sie muss eine Messeinrichtung zum Aufzeichnen der auf den Probekörper aufgebrachten Höchstkraft besitzen. Die Genauigkeit der Prüfmaschine muss in Übereinstimmung mit DIN EN ISO 7500-1, Klasse 1, sein.