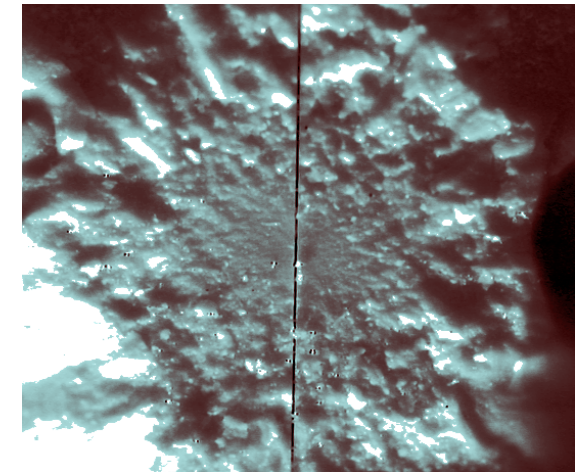


4-Punkt-Biegeversuch bei Raumtemperatur und hohen Temperaturen



Bruchsprung

**Arbeitsgruppe
„Verbundwerkstoffe“**

Arbeitsgebiete

- ◆ Thermomechanische Untersuchung keramischer Verbundwerkstoffe bei Temperaturen bis 2200 K
- ◆ Werkstoffmechanische Charakterisierung von monolithischer Keramik, Funktionskeramik und poröser Keramik
- ◆ Entwicklung neuer Verfahren zur mechanischen Werkstoffprüfung
- ◆ Faserverstärkte Leichtmetalle für Flugturbinen
- ◆ Mitarbeit an der Entwicklung technischer Regeln und Normen (DIN NMP 291, CEN/TC 184)
- ◆ Kundenspezifische Auftragsarbeiten

Ansprechpartner:

**Bundesanstalt für Material-
forschung und -prüfung**

Fachgruppe 5.2

Werkstoffmechanik

Arbeitsgruppe

Verbundwerkstoffe

**Unter den Eichen 87
12205 Berlin**

Dr.-Ing. Birgit Rehmer

Tel. : +49-30-8104-1522

E-mail: birgit.rehmer@bam.de

Dipl.-Ing. Steffen Glaubitz

Tel. : +49-30-8104-3149

E-mail: steffen.glaubitz@bam.de

Dipl.-Ing. Monika Finn

Tel.: +49-30-8104-3544

E-mail: monika.finn@bam.de

Sekretariat:

Tel.: +49-30-8104-1529

Fax : +49-30-8104-1527

Die BAM ,FG 5.2 (alt V.2) ist ein durch die DGA Deutsche Gesellschaft für Akkreditierung mbH nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiertes Prüflaboratorium.

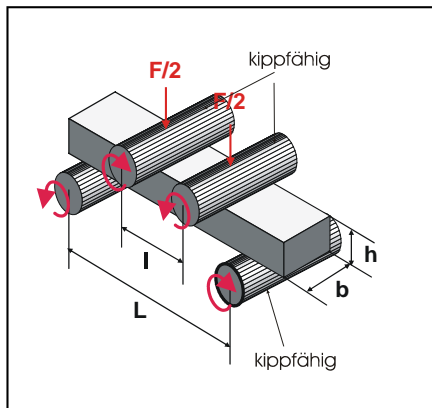


DGA-PL-2614.16

Grundlagen

Die Bestimmung der nominellen Biegefestigkeit von monolithischen keramischen Hochleistungswerkstoffen und keramischen Verbundwerkstoffen erfolgt im Biegeversuch in 4-Punkt-Biegeanordnung. Dieser Versuchsanordnung wird wegen des größeren Messbereichs mit konstantem Biegemoment der Vorzug vor der auch gebräuchlichen 3-Punkt-Biegevorrichtung gegeben, auch wenn aufgrund statistischer Einflüsse die Festigkeitswerte niedriger sind.

Der Bruch geht bei keramischen Werkstoffen von herstellungs- oder bearbeitungsbedingten Fehlern wie Poren oder Rissen aus. Die Größe und Verteilung dieser Fehler bestimmt somit die Festigkeit und ist verantwortlich für die im Vergleich zu Metallen wesentlich größeren Streuungen der Festigkeit, die durch eine statistische Auswertung nach Weibull beschrieben wird.



Schema 4-Punkt-Biegevorrichtung

Die Biegespannung wird nach folgender Gleichung berechnet

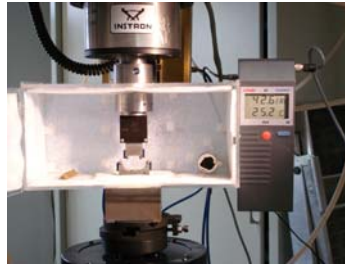
$$\sigma_f = \frac{3 \cdot F \cdot (L - l)}{2 \cdot b \cdot h^2}$$

F – Maximalkraft beim Bruch (in N)

Methoden

Messung bei Raumtemperatur

Für die Messung bei Raumtemperatur stehen verschiedene Vorrichtungen für unterschiedliche werkstoffabhängige Probendimensionen zur Verfügung.



4-Punkt-Biegung nach DIN EN 843-1

Der 4-Punkt-Biegeversuch an monolithischer Keramik nach DIN EN 843-1 erfordert Proben mit den Abmessungen 3 x 4 x 45 mm. Der Auflagerabstand ($L:l$) der Vorrichtung ist 40 : 20 mm.

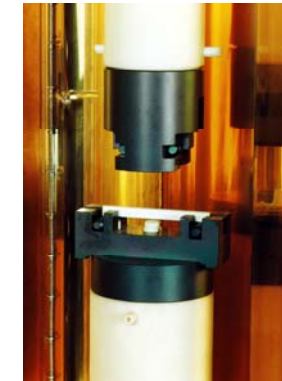
Für die Prüfung an keramische Folien und Substratwerkstoffe wurde eine Belastungsvorrichtung mit dem Auflagerabstand ($L:l$) 10 : 5 mm konstruiert und gebaut.



4-Punkt-Biegeprüfung an Folien und Substraten

Messung bei hohen Temperaturen

Für die Ermittlung der temperaturabhängigen Biegefestigkeit steht eine Belastungsvorrichtung aus SiC zur Verfügung, die im Strahlungssofen Versuche an Luft bis zu 1300 °C bei maximalen Prüfkräften von 2 kN ermöglicht.



Biegevorrichtung im Strahlungssofen mit Probe

Normen

Biegeversuch an monolithischer Keramik bei Raumtemperatur

- ◆ DIN EN 843-1
- ◆ ASTM C 1161

und bei hohen Temperaturen

- ◆ DIN EN 120-1
- ◆ ASTM C 1211

Biegeversuch an keramischen Verbundwerkstoffen bei Raumtemperatur

- ◆ DIN EN 658-3
- ◆ ASTM C 1341

Statistische Auswertung (Weibull)

- ◆ DIN EN 843-5