

Laserinduzierter Thermoschock in Keramiken



Bruch einer Probe nach Überschreitung der
 kritischen Thermospannung

**Arbeitsgruppe
 „Verbundwerkstoffe“**

Arbeitsgebiete der Arbeitsgruppe

- ◆ Thermomechanische Untersuchung keramischer Verbundwerkstoffe bei Temperaturen bis 2200 K
- ◆ Prüfung der Thermoschockbeständigkeit und der Temperaturwechselbeständigkeit von keramischen Werkstoffen mittels Nd-YAG Laser
- ◆ Werkstoffmechanische Charakterisierung von monolithischer Keramik, Funktionskeramik und poröser Keramik
- ◆ Entwicklung neuer Verfahren zur mechanischen Werkstoffprüfung
- ◆ 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. Robert Pulz

Tel.: +49-30-8104-3154

E-mail: robert.pulz@bam.de

Sekretariat:

Tel.: +49-30-8104-1529

Fax : +49-30-8104-1527

Grundlagen/Methode

Keramische Werkstoffe reagieren, bedingt durch ihre schlechte Wärmeleitfähigkeit [λ], ihren Ausdehnungskoeffizienten [α] und ihre schlechte plastische Verformbarkeit [ϵ_{pl}] auf innere Temperaturunterschiede [ΔT] mit hohen Thermospannungen [σ_{th}]. Für einen beidseitig fest eingespannten Stab ergeben sich bei Erwärmung beispielsweise folgende thermisch induzierte Spannungen:

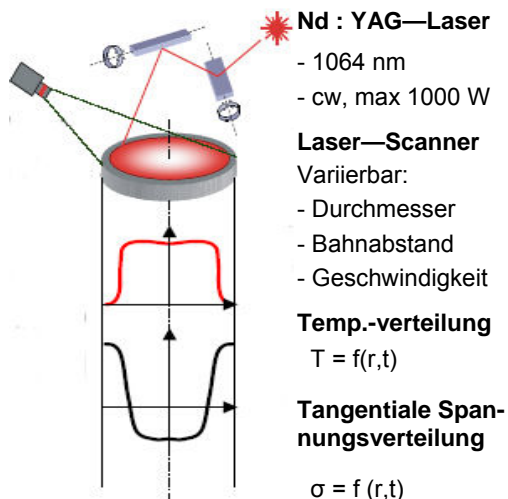
$$\sigma_{th} = E\epsilon_{el} = -E\epsilon_{th} = -E\alpha\Delta T$$

Die in der Fachgruppe vorhandene Laserschock-Prüfanlage erlaubt die reproduzierbare Einstellung definierter Temperaturprofile in dünnen kreisförmigen Proben. Damit ist es möglich, sowohl Versagen auslösende Spannungsgradienten gezielt zu erzeugen als auch thermische Ermüdungsvorgänge experimentell abzubilden.

Schema der Prüfanlage

Hochgeschwindigkeits-IR-Kamera

- InSb—Focal Plane Array mit 256 x 256 Pixel
- Belichtungszeit 2 μ s \rightarrow max. 1400 Hz



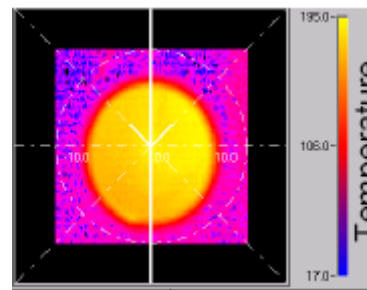
Versuchsdurchführung

Der Laserspot wird mittels Laserscanner spiralförmig vom Probenmittelpunkt nach außen geführt. Dies geschieht so schnell, dass Wärmeleitungseffekte vernachlässigt werden können.



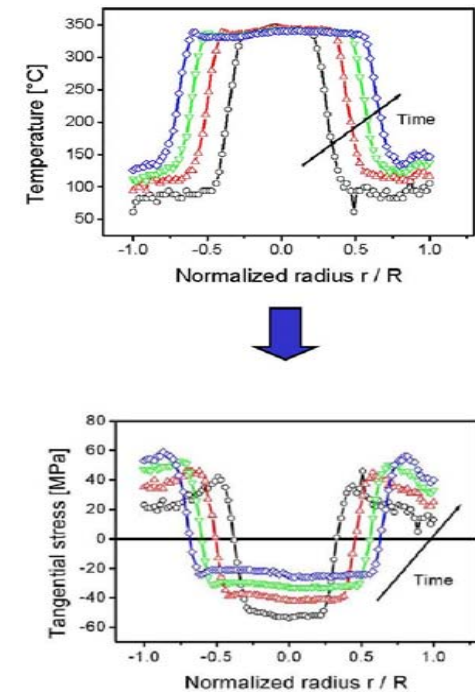
Versuchsstand Thermoschockanlage

Die lokale Temperatur wird mit einer Infrarotkamera aufgenommen und durch eine Software in eine Falschfarbendarstellung umgewandelt.



Temperaturverteilung in einer Probe

Aus diesen Daten, sowie weiteren intrinsischen Materialcharakteristika wird die kritische Spannung [σ_c] vor dem Bruch berechnet.



Typische radiale Temperatur- und Tangentialspannungsverteilung während des Experimentes

Möglichkeiten der Versuchseinrichtung

- ◆ Prüfung der Thermoschockbeständigkeit von Keramiken und keramisch beschichteten Substraten mittels Nd-YAG Laser bis 1 kW
- ◆ Ermittlung von Gütewerten, die einen Vergleich der Thermoschockanfälligkeit verschiedener Werkstoffe ermöglichen
- ◆ Prüfung der Temperaturwechselbeständigkeit bis zu 10^4 Zyklen
- ◆ Realisierung von verschiedenen Umgebungsmedien während der Prüfung