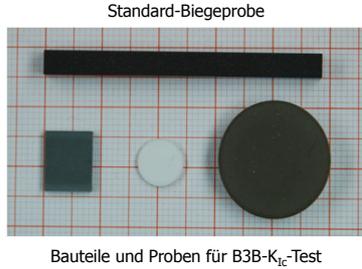


Tanja Lube¹, Stefan Rasche¹, Tjokorda Gde Tirta Nindhia²

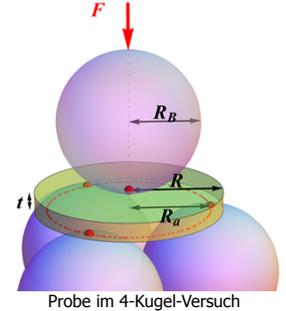
¹Institut für Struktur- und Funktionskeramik, Montanuniversität Leoben, Peter-Tunner-Straße 5, 8700 Leoben, Austria

²Department of Mechanical Engineering, Udayana University, Jimbaran, Bali, Indonesia

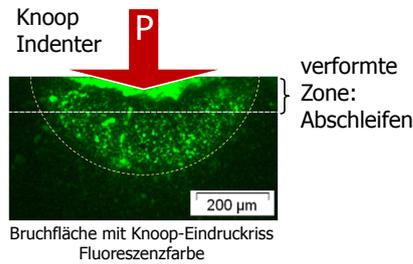
Motivation



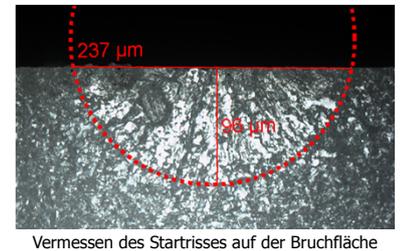
- Bauteile oder Proben, wie sie im Zuge der Werkstoffentwicklung hergestellt werden, sind oft **zu klein**, um daraus **Standard-Proben** (3 × 4 × 45 mm³) für die Messung der Zähigkeit herzustellen.
- Werkstoffeigenschaften von Keramiken hängen von Herstellungsweg (= Formgebung, Sinterbedingungen,...) ab. An eigens angefertigten – oft **größeren Proben** – misst man **andere Eigenschaften**.
- GESUCHT ist daher: **Zähigkeits-Prüfmethode für kleine Proben**



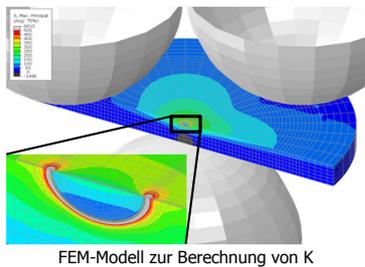
Experimentelles



- Startriss mittels Knoop-Indenter einbringen
- Probe abschleifen
- Probe im 4-Kugerversuch brechen
- Aus Maximalkraft Bruchspannung σ_{B3B} berechnen
- Riss (a , c) auf der Bruchfläche vermessen
- $\text{Max}(Y_A, Y_C)$ berechnen
- K_{IC} berechnen



Parametrische Berechnung des Spannungsintensitätsfaktors am Riss



$$K_{IC} = \sigma_{B3B} Y \sqrt{\pi a} \quad \text{mit} \quad \sigma_{B3B} = \frac{F}{t^2} \cdot f\left(\frac{t}{R}, \frac{R_a}{R}, \nu\right)^*$$

$$Y_{A,C} = Y_{A,C}\left(\frac{a}{c}, \frac{a}{t}, \frac{t}{R_a}, \nu\right)$$

Rissform $\frac{a}{c}$: 0,4 ... 0,8

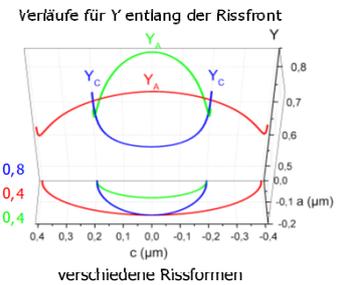
Rissgröße $\frac{a}{t}$: 0,05 ... 0,2

Probendicke $\frac{t}{R_a}$: 0,1 ... 0,3

Poissonzahl ν : 0,1 ... 0,4

→ Fit-Formeln
für Y_A und Y_C

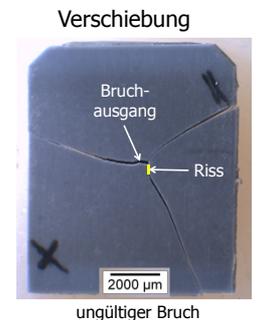
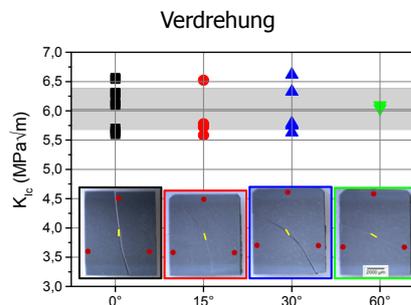
* <http://www.isfk.at/de/960/>



Verifikation

Material	R mm	R _B mm	t mm	ν	a µm	c µm	B3B-K _{IC} MPa m ^{1/2}	Referenz MPa m ^{1/2}
Rubalit 708S (Al ₂ O ₃)	4	2.75	0.545 ± 0.003	0.23	85 ± 7	110 ± 5	3.5 ± 0.1	3.5 ± 0.2 (SEVNB)
FSNI (Si ₃ N ₄)	9.6	7.5	1.802 ± 0.012	0.27	74 ± 16	140 ± 15	5.0 ± 0.3	5.1 ± 0.2 (SCF) 5.0 ± 0.2 (SEVNB)

Fehlerquellen



Zusammenfassung

- Geringer Messfehler
- Genaue Auswertung mithilfe von FEM
- Variable Probengröße, sehr kleine Proben ($\varnothing < 5$ mm, Dicke $< 0,5$ mm) möglich
- Runde Scheiben oder rechteckige Platten möglich
- Direkt an Bauteilen (z.B. elektrischen Widerständen) oder an Proben, die aus Bauteilen entnommen wurden, anwendbar

Publikationen:

S. Strobl, S. Rasche, C. Krautgasser, E. Sharova, T. Lube: "Fracture toughness testing of small ceramic discs and plates", *J. Eur. Ceram. Soc.* **34** [6] (2014), 1637-1642

S. Rasche, S. Strobl, M. Kuna, R. Bermejo, T. Lube: "Determination of strength and fracture toughness of small ceramic discs using the small punch test and the ball-on-three-balls test", *Proc. Mat. Sci.* **3** (2014), 961-966

T.G.T. Nindhia bedankt sich für die Unterstützung des ASEA UNINET.