

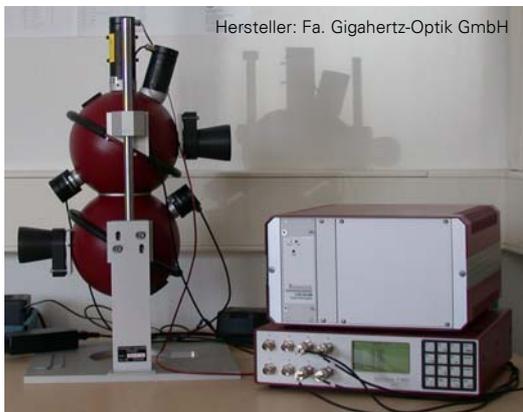
Mathematische Modellierung des laserinduzierten Aufheizverhaltens von Oxidkeramiken

Carmen Hille, Floriana-Dana Börner, Wolfgang Lippmann, Antonio Hurtado

Zusammenfassung

Neben einem dafür geeigneten Lotsystem setzt das Laserfügen von keramischen Bauteilen eine exakt reproduzierbare und kontrollierte Erwärmung der Fügepartner voraus. Die Zunahme der Temperatur unter der Einwirkung eines Diodenlaserstrahls ($\lambda = 808 \text{ nm} + 940 \text{ nm}$) wird entscheidend von den bei vorhandenen Wellenlängen charakteristischen optischen Eigenschaften der Keramik beeinflusst. Weiterhin ist die instationäre Temperaturentwicklung in Oxidkeramiken ein im Volumen ablaufender Prozess. Ausgehend von den mittels einer IR-Thermokamera registrierten Oberflächentemperaturen, wird mit Hilfe des Finite-Elemente-Codes COMSOL eine mathematische Korrelation zwischen dem Oberflächen- und dem Volumen-Temperaturfeld am Beispiel des Al_2O_3 -Werkstoffes berechnet und experimentell verifiziert.

Messung der optischen Eigenschaften von Keramiken



Die doppelten Ulbricht-Kugeln zur synchronen Bestimmung optischer Eigenschaften erlauben:

- die direkte Messung der Reflexion R und der Transmission T
- die getrennte Erfassung des direkten (R_d , T_d) und des diffusen (R_g , T_g) Reflexions- bzw. des Transmissionsanteils
- die Berechnung des Absorptionsanteils A nach der Gleichung

$$A = 100 - (R+T) [\%]$$

Probenhöhe [mm]	R [%]	T [%]	A [%]	R_d [%]	R_g [%]	T_d [%]	T_g [%]
0,5	49,67	43,78	6,55	0,01	49,66	0,03	43,75
1	56,51	36,28	7,21	0,01	56,50	0,03	36,25
2	65,84	26,61	7,55	0,01	65,83	0,02	26,59
4	75,21	16,86	7,93	0,01	75,20	0,01	16,85

Tab.1 Optische Eigenschaften der untersuchten Al_2O_3 -Keramik bei Raumtemperatur und $\lambda = 808 \text{ nm}$

Aufheizverhalten von Al_2O_3 und Saphir unter einem Diodenlaser bei verschiedenen Leistungen

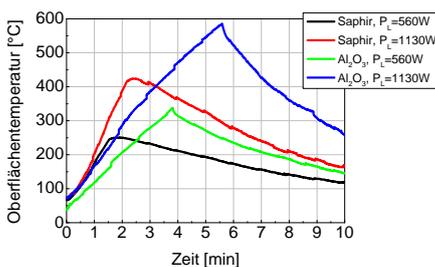


Abb. 1 Entwicklung der Oberflächentemperatur von Al_2O_3 und Saphir während der Laserbestrahlung ($\lambda = 808\text{nm} + 940 \text{ nm}$)

Modellierung des Aufheizverhaltens von Oxidkeramiken

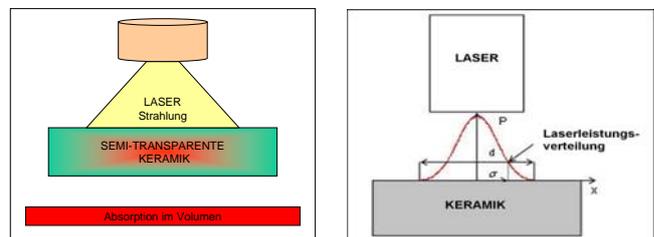


Abb. 2 Schematische Darstellung der Laser-Keramik- Wechselwirkungen (links) und Laserleistungsverteilung auf der Keramik (rechts)

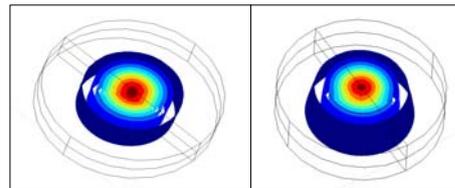


Abb. 3 Vergleich der modellierten Wärmequelle von Saphir (links) und Al_2O_3 (rechts)

- Die Simulation zeigt die Wärmequelle (Laserstrahl) in einem Einkristall (Saphir) und in einer polykristallinen Al_2O_3 -Keramik.

- Aufgrund von Streueffekten in der polykristallinen Keramik wird der Laserstrahl aufgeweitet.

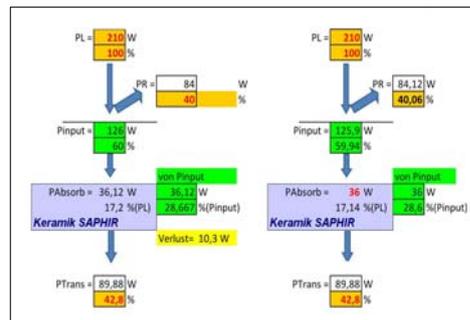


Abb. 4 Vergleich der Bilanzen optischer Eigenschaften (Modell und Experiment)

- Die Bilanz von Reflexion, Transmission und Absorption ist in Abb. 4 dargestellt und zeigt eine gute Übereinstimmung mit dem Experiment.

Schlussfolgerungen

- Mit Hilfe der doppelten Ulbricht-Kugeln können die optischen Eigenschaften der Keramik definiert und reproduzierbar gemessen werden.
- Das Gefüge (einkristallin bzw. polykristallin) der untersuchten Al_2O_3 -Keramiken beeinflussen entscheidend das Aufheizverhalten unter Einwirkung der Diodenlaserstrahlung.
- Mit dem Finite-Elemente-Code COMSOL ist es möglich dieses unterschiedliche Aufheizverhalten zu modellieren.
- Die Modellkonsistenz wurde anhand von experimentell ermittelten Daten nachgewiesen.