



## DELAMINATION UND SCHMELZAUSWURF BEIM LASERBOHREN VON MEHRSCICHTSYSTEMEN

### Aufgabenstellung

Thermisch hoch beanspruchte Komponenten heutiger Gasturbinen werden aus Wärmedämmschichtsystemen gefertigt. Diese bestehen aus einem hochtemperaturbeständigen Grundwerkstoff, einer Haftvermittlerschicht und einer keramischen Wärmedämmschicht. Bei der Filmkühlung strömt ein Kühlfluid durch die eingebrachten Kühlbohrungen und bildet anschließend einen Kühlfilm auf der vom Heißgas beaufschlagten Seite der Komponente. Werden die Kühlkanäle durch Laserbohren hergestellt, können Delaminationsrisse zwischen den Schichtkomponenten auftreten. Des Weiteren kann ein ausgeprägter Schmelzauswurf am Bohrungseintritt das optische System schädigen. Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabenstellung in der Identifikation von geeigneten Verahreinstellungen zur Optimierung des Bohrprozesses.

### Vorgehensweise

Mit Hilfe von reduzierten Modellen werden schnelle Prozesssimulationen entwickelt, welche es ermöglichen, große Bereiche des Parameterraums zu analysieren und auf dieser Grundlage Prozesslandkarten zur Verahreinstellung zu erstellen.

#### 1 Thermomechanische Eigenschaften:

*Spannungsverteilung (li.)*

*und Temperaturverteilung (re.).*

#### 2 Drei verschiedene Schmelzauswurf-Moden.

### Ergebnis

Zur Beschreibung von Delaminationsrissen wurde das thermomechanische Verhalten des Mehrschichtsystems während der Bohrungsentstehung simuliert (Bild 1). Darauf aufbauend wurde ein reduziertes Modell entwickelt, welches ein Ersatzkriterium für die Rissentstehung liefert. Des Weiteren wurde ein Modell für den Schmelzauswurf am Bohrungseintritt entwickelt. Dabei konnten insbesondere drei unterschiedliche Moden für den Schmelzauswurf identifiziert und experimentell bestätigt werden (Bild 2).

### Anwendungsfelder

Neben dem Laserbohren können die entwickelten Modelle auch bei anderen Fertigungsverfahren angewendet werden. Das Ersatzkriterium für Delaminationsrisse kann beispielsweise auf die Rissbildung von additiv gefertigten Komponenten übertragen werden. Das Schmelzauswurfmodell kann z. B. zur Beschreibung der dynamischen Eigenschaften der Absorberschicht beim »Laser Induced Forward Transfer – LIFT«, ein Verfahren zum ortsselektiven Transfer von Biomaterialien und Zellen, erweitert werden.

### Ansprechpartner

Dr. Torsten Hermanns  
 Telefon +49 241 8906-8367  
 torsten.hermanns@ilt.fraunhofer.de

You Wang M.Sc.  
 Telefon +49 241 8906-163  
 you.wang@ilt.fraunhofer.de