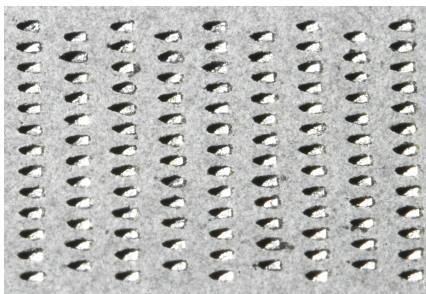


## Formbohrungen im Turbinenbau durch Laserstrahlung

Formbohrungen in Mehrschichtsystem

◄► 1 mm



Turbinenkomponenten werden durch heiße Gase im Betrieb stark beansprucht. Um die Turbine bei hohen Temperaturen langfristig zuverlässig zu betreiben und hohe Wirkungsgrade zu erzielen, werden beschichtete Nickel – Basis Superlegierungen eingesetzt. Zusätzlich müssen die Turbinen effektiv gekühlt werden.

Bei der so genannten *Effusionskühlung* wird durch Erhöhung der Kühlbohrungsdichte (bis zu 100 Bohrungen pro  $\text{cm}^2$ ) auf der Bauteiloberfläche eine gleichmäßige Verteilung des Kühlfluids auf dem Bauteil erzeugt. Die verlustbehaftete Interaktion mit der Heißgasströmung wird vermieden. Um die Kühleffizienz durch einen dicht an der Oberfläche liegenden homogenen Kühlfilm zu vergrößern, wird die Bohrung aerodynamisch konturiert.

### Verfahrensentwicklung

Mittels Strömungssimulation werden die herzustellenden Freiformflächen der Formbohrung berechnet. Über eine geschlossene CAD/CAM/CNC-Kette werden die Daten an das Positioniersystem übertragen.

Nach Ermittlung der geeigneten Prozessführung und der Verfahrensparameter in Voruntersuchungen erfolgt das Herstellen der Formbohrungen in zwei Prozessschritten:

1. Herstellen einer Durchgangsbohrung in der Mitte der Endkontur durch Perkussionsbohren.
2. Erzeugen der Endkontur durch 5-Achs-Trepanieren.

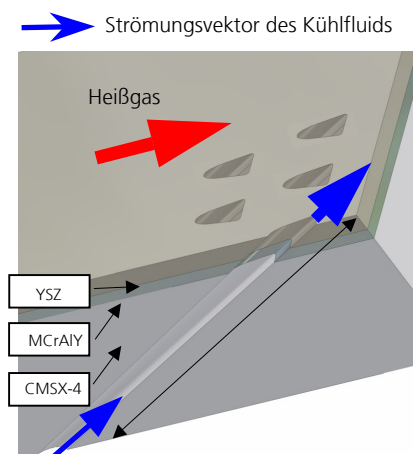
Das Verfahren wurde bereits an Bohrlochfeldern demonstriert und wird bzgl.

Bearbeitungsdauer, erzielbarer Geometrie und Reproduzierbarkeit kontinuierlich optimiert.

Entsprechend der Kundenanforderung können unterschiedliche Bohrungsgeometrien (z.B. konisch zulaufend oder elliptisch) in verschiedenen Materialien (Metalle, Keramiken, Mehrschichtsysteme und Verbundwerkstoffe) realisiert werden.

### Merkmale

- Das Erstellen von Formbohrungen durch 5-Achs-Trepanieren ist nicht auf die Konturierung des Bohrungsaustritts beschränkt, sondern über die gesamte Länge der Bohrung im Werkstück möglich.
- Die Bohrungen weisen typischerweise Durchmesser  $\geq 0,2$  mm bei einer Tiefe von bis zu 5 mm auf. Die Dicke des Recast an der Bohrungswand ist  $\leq 20$   $\mu\text{m}$ .
- Zum Herstellen der Formbohrungen in Originalbauteilen steht eine geschlossene Prozesskette inkl. CAD/CAM/NC-Kopplung zur Verfügung.



Schnitt einer Bohrung durch Mehrschichtsystem (Wärmedämmschicht Yttrium Stabilized Zirkonium, Korrosionsschutzschicht MCrAlY, Nickel Superlegierung CMSX-4)

### Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT

Institutsleiter  
Prof. Dr. rer. nat. Reinhart Poprawe M.A.  
Stellvertretender Institutsleiter  
Prof. Dr. rer. nat. Peter Loosen

Steinbachstraße 15  
52074 Aachen

Ansprechpartner  
Akad. Rat z.A. Dr.-Ing. Ingomar Kelbassa  
Telefon +49 (0) 241 8906 356  
ingomar.kelbassa@ilt.rwth-aachen.de  
Dipl.-Ing. Kurt Walther  
Telefon +49 (0) 241 8906 409  
kurt.walther@ilt.rwth-aachen.de  
Fax +49 (0) 2 41/89 06-121  
www.ilt.fraunhofer.de

01/2007  
Änderungen bei Spezifikationen und anderen technischen Angaben bleiben vorbehalten