



## Leistungsangebot

- Entwicklung von oxidkeramischen Verstärkungsfasern
- Entwicklung von Funktionsfasern: Hohlfasern (porös oder dicht) und Zweikomponentenfasern
- Trocken- und Schmelzspinntechnologie an Luft und unter Inert-Bedingungen
- Verfahrensübertrag zum Kunden inkl. Unterstützung beim Basic Engineering
- Fasercharakterisierung nach DIN EN Normen
- Entwicklung von Faserbeschichtungen z. B. für das Design der Faser-Matrix-Anbindung

## Kontakt

Arne Rüdinger  
Tel.: +49 931 4100-433  
arne.ruedinger@isc.fraunhofer.de

Ralf Herborn  
Tel.: +49 931 4100-410  
ralf.herborn@isc.fraunhofer.de

Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL  
Gottlieb-Keim-Straße 62  
95448 Bayreuth  
www.htl.fraunhofer.de

© Fraunhofer-Gesellschaft e.V.,  
München 2021



Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL

Oxidkeramische  
Verstärkungsfasern



Das Fraunhofer-Zentrum HTL  
ist nach ISO 9001:2015 zertifiziert

# Oxidkeramische Verstärkungsfasern

Die mechanischen Eigenschaften metallischer und keramischer Werkstoffe können durch den Verbund mit keramischen Verstärkungsfasern entscheidend verbessert werden. Die Fasern werden dazu in eine Metall- bzw. Keramikmatrix eingebettet, sodass als Faserverbundwerkstoffe MMC (Metal Matrix Composites) bzw. CMC (Ceramic Matrix Composites) entstehen. MMC besitzen durch die Faserverstärkung eine wesentlich höhere Kriechfestigkeit als monolithische Metallwerkstoffe; CMC erhalten durch die Faserverstärkung eine hohe Schadenstoleranz und ein quasiduktiles Materialverhalten.

Um ihre Funktion zu erfüllen, besitzen die Verstärkungsfasern eine signifikant höhere Zugfestigkeit als das Matrixmaterial. In CMC sorgt außerdem ein spezielles Design der Faser-Matrix-Anbindung bzw. des Bruchverhaltens der Matrix für eine maximale Energiedissipation beim Bruch.

Oxidkeramische Fasern weisen eine ausgezeichnete Oxidationsbeständigkeit auf. Sie zeichnen sich durch eine hervorragende Hochtemperaturfestigkeit und Kriechbeständigkeit aus und sind für den Dauereinsatz bei Temperaturen oberhalb von 1000 °C geeignet.



Multifilamentspinnen

## Kundenspezifische Faserentwicklung

Das Fraunhofer-Zentrum HTL entwickelt zugfeste oxidkeramische Verstärkungsfasern mit kundenspezifischen Einsatz- und Verarbeitungseigenschaften:

- Faserzusammensetzung: Mullit, Korund etc.
- Maximierung des Durchsatzes
- Faserdurchmesser: ca. 8 bis 100 µm
- Querschnitt: rund oder profiliert
- Länge: Endlos- oder Kurzfasern
- Porosität: 0 bis 30 Vol%
- Steifigkeit: 100 bis 300 GPa
- Kriechraten: < 1 % Dehnung in 1.000 h bei 1100 °C / 200 MPa
- Filamentanzahl pro Roving: 1 bis 1500

## Skalierung

Je nach Bedarf können die Fasern in Labormengen bis hin zum Pilotmaßstab angeboten werden. Für die Pilotfertigung steht eine spezielle Faserpilotanlage mit einer Fertigungskapazität von ca. 1000 kg pro Jahr zur Verfügung. Bei Bedarf werden die Fasern kostengünstig mittels nasschemischer Verfahren beschichtet. Mit modernsten Textilmaschinen können die Fasern zudem zu 2D- oder 3D-Preformen weiterverarbeitet werden. Hierfür stehen unterschiedliche Web- und Flechtanlagen zur Verfügung.

Die aus den Einsatzanforderungen resultierenden mechanischen und thermodynamischen Fasereigenschaften können vorab mit computerbasierten Verfahren berechnet werden. Je nach Komplexität der Entwicklungsaufgabe kann diese im direkten Kundenauftrag oder im Rahmen von Förderprojekten durchgeführt werden.



Faserpilotanlage in Bayreuth

## Herstellverfahren

Die Synthese der keramischen Fasern erfolgt aus metallorganischen wässrigen Lösungen bzw. kolloiddispersen Vorstufen, die eine homogene Durchmischung der Komponenten im Nanometermaßstab ermöglichen. Mit Spinnhilfsmitteln versehen lassen sich die Lösungen im Trockenspinnverfahren zu Grünfasern spinnen, die durch Temperaturbehandlung in keramische Fasern der gewünschten mineralogischen Zusammensetzung umgesetzt werden.

Für neuartige oxidische Zusammensetzungen werden zunächst die Synthese und Herstellung im Labormaßstab erarbeitet. Dem Nachweis der Spinnbarkeit folgt die Überprüfung der Machbarkeit des Multifilamentspinnens. Werden Fasern mit den gewünschten Eigenschaften gewonnen, stehen im Anschluss verschiedene Möglichkeiten für das Scale-Up zur Verfügung.



Vorspulgerät