



## Ausstattung

### Wickelmaschine

- Trocken- und Nasswickelprozess mit Faserrovings
- 4 CNC-gesteuerte Achsen
- Tränkbad und Formkerne beheizbar
- Wickellänge max. 1400 mm, Durchmesser max. 700 mm
- Faserspulen max. 6
- Fadenspannung bis 50 N

### Vakuum-Laminierwärmepresse

- Verarbeitung von Trockenlaminaten und Nass-Prepregs sowie Kurzfasermischungen
- Evakuierbare Pressenkammer
- Weg und Druck steuerbar
- Regelbarer Druck  $p = 2 - 400 \text{ kN}$  und  $T = RT - 400 \text{ °C}$
- Stempelfläche  $600 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$

### Prepreganlage

- Kontinuierliches Rolle-zu-Rolle-Verfahren
- Beschichtung von 2D-Geweben und UD-Bändern
- Auftragsverfahren: Foulard, Rakel, Pulverstreuer
- Arbeitsbreite (Gewebebreite) bis 600 mm

### Bearbeitungszentrum

- Präzisionsbearbeitung von Metallen und Compositematerialien
- 5-Achsen-Simultanbearbeitung
- Bauteilgrößen bis  $\varnothing 640 \text{ mm}$ , 500 mm Höhe und max. 1000 kg
- 3D-Bauteilvermessung in der Maschine

## Kontakt

Dr. Jens Schmidt  
Tel. +49 921 78510 200  
[jens.schmidt@isc.fraunhofer.de](mailto:jens.schmidt@isc.fraunhofer.de)

Arne Rüdinger  
Tel. +49 931 4100 433  
[arne.ruedinger@isc.fraunhofer.de](mailto:arne.ruedinger@isc.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Zentrum  
für Hochtemperatur-Leichtbau HTL  
Gottlieb-Keim-Straße 62  
95448 Bayreuth  
[www.htl.fraunhofer.de](http://www.htl.fraunhofer.de)

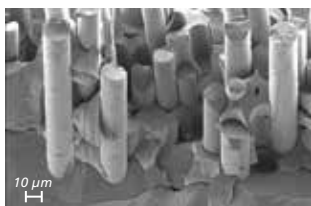
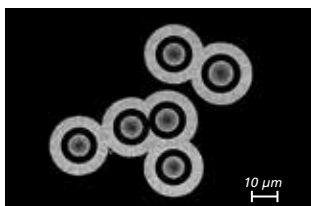
© Fraunhofer-Gesellschaft e.V.,  
München 2021



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

Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL

Faserverstärkte Verbund-  
keramiken (CMC)

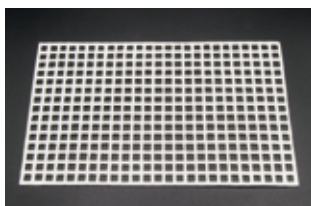


## Hohe Temperaturen Effiziente Lösungen

Am Fraunhofer-Zentrum HTL werden faserverstärkte Verbundkeramiken (CMC) entwickelt, die sich durch eine hohe Festigkeit und Schadenstoleranz bei hohen Anwendungstemperaturen  $> 1000\text{ °C}$  auszeichnen.

### Keramische Leichtbaustrukturen für hohe Einsatztemperaturen

CMC können in Prozessen bei hohen Temperaturen eingesetzt werden, bei denen Energie eingespart sowie  $\text{CO}_2$ -Emissionen erheblich reduziert werden müssen. Durch den Einsatz von CMC sind gewichtsoptimierte Konstruktionen mit hoher Steifigkeit möglich, die eine Alternative zu metallischen Strukturen darstellen. Das Eigenschaftspotenzial von oxidischen und nicht-oxidischen CMC eröffnet zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten in der Luft- und Raumfahrt, im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Chemieindustrie.



### CMC-Herstellung

Am HTL ist eine vollständige Herstellkette für CMC verfügbar, um testfähige Proben und Prototypen herzustellen. Eigenentwickelte Keramikfasern und Faserpreformen kommen als Kurzfaser, als lastgerechte 2D- und 3D-Halbzeuge oder als Nassprepregs zum Einsatz. Wir entwickeln schlickerbasierte Matrixsysteme, mit denen sich Faserhalbzeuge gut imprägnieren lassen. Das Gefüge und die damit verbundenen späteren Eigenschaften werden durch Faktoren wie Faservolumenanteil, Faser-Matrixverteilung und Faserorientierung eingestellt. Die Formgebung erfolgt durch teilautomatisierbare Press-, Wickel- und Laminierprozesse, die eine hohe Reproduzierbarkeit erlauben und kosteneffizient sind. Thermische Behandlungsschritte umfassen das Entbindern, das Sintern, die Pyrolyse, das Graphitieren sowie die Schmelzinfiltration. Die genauen Prozessparameter werden durch thermische Analysen und thermo-optische Methoden ermittelt. Zur Prüfung und Qualitätskontrolle stehen zahlreiche Prüfmethode zur Verfügung.

### Leistungsspektrum

Die Technologie zur CMC-Herstellung am HTL hat einen hohen technischen Reifegrad, um Prototypen herstellen zu können. Es steht eine breite Auswahl an Faser-Matrixsystemen zur Verfügung, welche für Kunden maßgeschneidert werden können. Auf der Basis von Werkstoffsimulationen und daraus abgeleiteten Leichtbaukonstruktionen ist eine Bauteilfertigung möglich.

- Leichtbaulösungen mit CMC durch thermische und mechanische Simulation von Hochtemperaturprozessen
- Konstruktionsempfehlungen für CMC-Bauweisen
- Hybridstrukturen durch Füge- und Verbindungstechniken
- Keramikfaserherstellung im Technikmaßstab und deren Verarbeitung zu textilen Halbzeugen
- Faserbeschichtungen zur Erhöhung der Schadenstoleranz
- Endkonturnahe Grünfertigung
- Hochtemperaturbehandlungen bis  $2400\text{ °C}$
- Beschichtungen zur Lebensdauersteigerung in korrosiven Atmosphären
- Prototypen- und Kleinserienentwicklung
- Prozessbegleitende Qualitätsprüfung