



DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V. (DLR)
INSTITUT FÜR WERKSTOFF-FORSCHUNG

ABTEILUNG STRUKTUR- UND FUNKTIONSKERAMIK

Composites – Perspektiven in der Luft- und Raumfahrt

13. Jour Fixe | CU – West | 21. November 2022

Michael Welter | DLR-WF | 21.11.2022

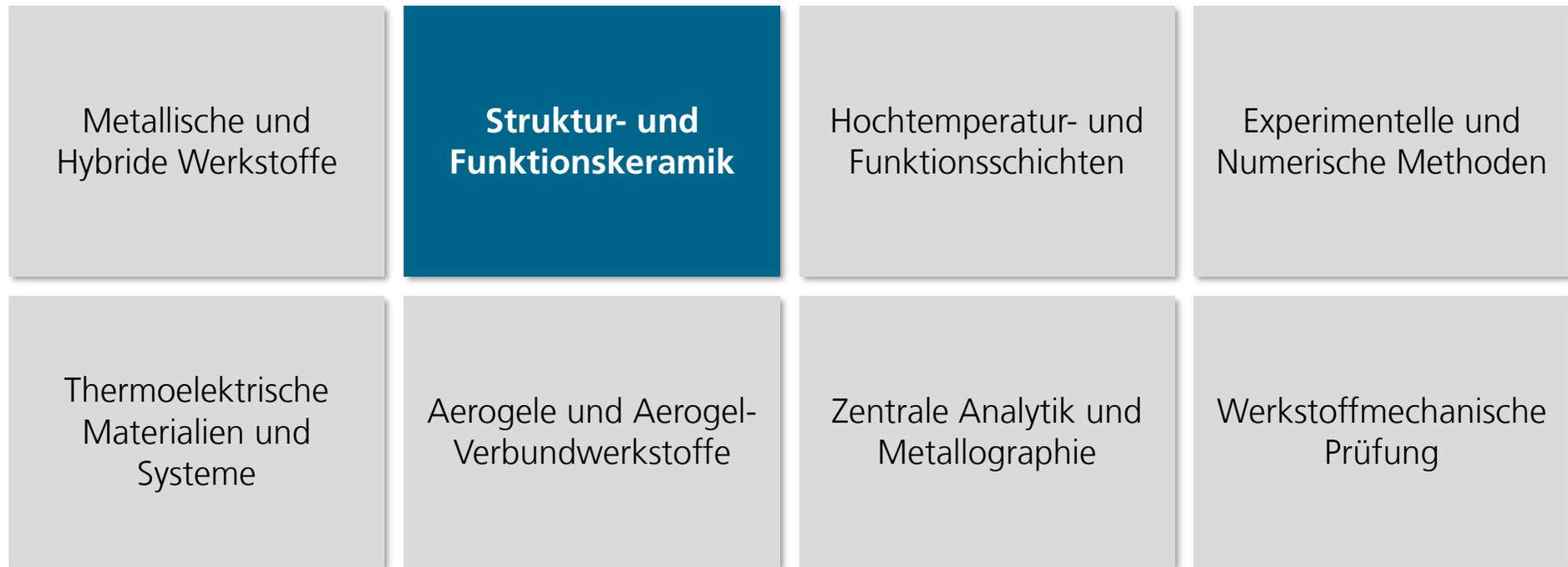


Institut für Werkstoff-Forschung (WF)

Abteilungen und Forschungsbereiche



⇒ Standort: Köln | ca. 120 Mitarbeiter | 6 Abteilungen + 2 Querschnittsgruppen



Institut für Werkstoff-Forschung (WF)

Zielanwendungen - Beispiele



Luftfahrt

Werkstoffe und Komponenten für Antriebssysteme



3D-Druck: Turbinenschaufeln

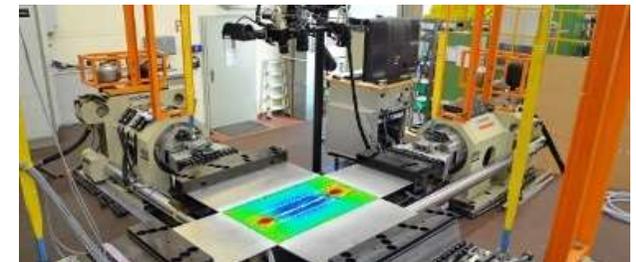


Schutzschichten



Oxid-CMC Brennkammer

Rumpfstrukturen



Biaxiale Prüfung von Rumpfsegmenten

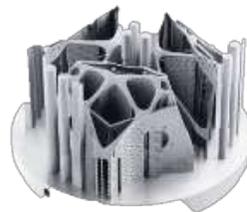
Raumfahrt

Impeller / Satelliten



3D-Druck: Impeller

Trumpf / BT / WF



Instrument-Panel

Verkehr

Energieerzeugung / Isolation



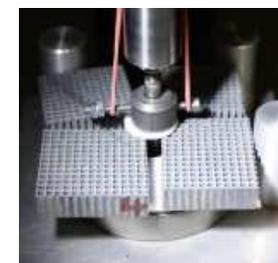
Abgasrohr TEG



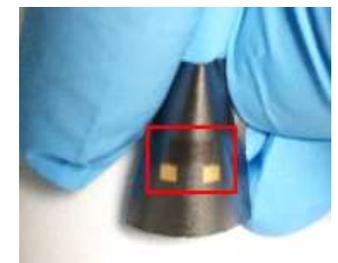
Aerogel-Faser Composite

Energie

Energie Umwandlung und Speicherung



Solar-Absorber



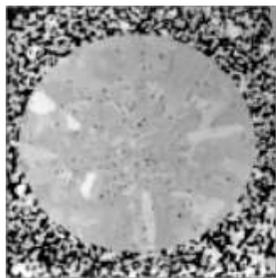
Dünnschicht SuperCaps

Abteilung Struktur- und Funktionskeramik (SFK)

Übersicht: Forschungsschwerpunkte



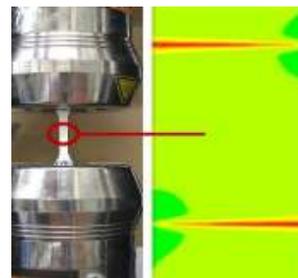
Strukturkeramik: Oxidkeramische Faserverbundwerkstoffe für Hochtemperatur-Leichtbau in Luft- und Raumfahrt



Materialentwicklung
& Werkstoff-Design



Fertigungs-
Technologien



Charakterisierung
und Simulation

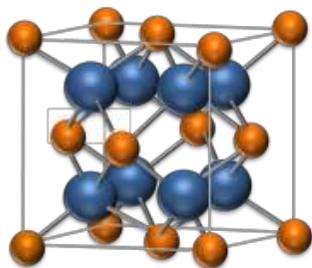


Prototypen-
entwicklung



Analyse &
Bewertung

Funktionskeramik: Materialien für solarthermische Energieerzeugung und Speicherung



Redox-Materialien



Material-
Charakterisierung



Partikel-
Technologie



Fertigungs-
Technologien



Funktions-
nachweis

Oxidkeramische Faserverbundwerkstoffe (ox-CMC / OFC)

Überblick ox-CMC Werkstoffe, Herstellung und Eigenschaften



Typische Materialien

- Keramische Schlicker / Matrix und Fasern aus Aluminiumoxid und / oder Mullit

Typische Fertigungstechnologien

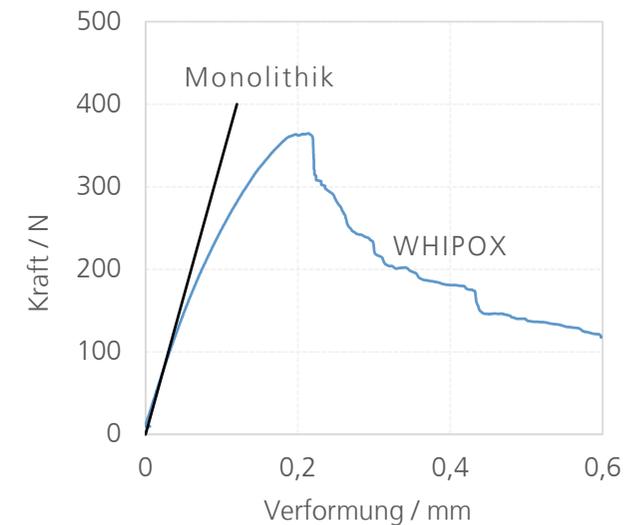
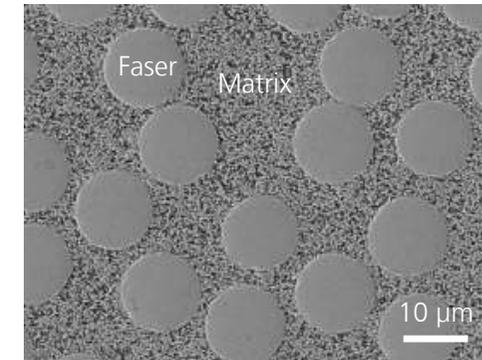
- Hand Lay-up, Prepreg, Wickelverfahren
- Nachfolgende Trocknungs- und Sinterprozesse

Gefüge

- hochporöser Matrix mit dichten Fasern („*Weak Matrix Composite*“)

Charakteristische Eigenschaften:

- Langzeit Hochtemperaturstabilität bis 1100°C
- Hohe Temperaturwechselbeständigkeit
- Niedrige Wärmeleitfähigkeit
- Oxidations- und korrosionsbeständig
- Dichte $\sim 3 \text{ g/cm}^3$
- Nicht-sprödes, schadenstolerantes Bruchverhalten



Abteilung Struktur- und Funktionskeramik (SFK)

Kompetenzen und Forschungsaktivitäten im Bereich ox-CMC



Kernkompetenzen

- Material- und Verfahrensentwicklung von ox-CMC (TRL 1-4)
- Entwicklung und Herstellung von Demonstratoren und Prototypen
- Umfassende Werkstoffanalyse und Charakterisierung von RT bis 1600°C

Ausstattung

- Industrielle Wickelanlage (max. Bauteilgröße ca. $\varnothing = 1\text{ m}$, $L = 3\text{ m}$)
- Neuartige Druck-Vakuum Infusionstechnologie für ox-CMC
- Diverse Mahlaggregate und Geräte zur Schlickercharakterisierung
- Umfangreiche Prüfeinrichtungen für die thermo-mechanische und mikrostrukturelle Charakterisierung sowie NDT-Prüfverfahren

Aktuelle Forschungsinteressen

- Optimierung Hochtemperatur-Werkstoffeigenschaften $> 1000^\circ\text{C}$
- Kosteneffiziente CMC für Anwendungsbereich 250 – 1000°C
- Automatisierbare, serienfertigungstaugliche CMC Fertigungstechnologien
- Neue Anwendungsfelder und use cases, Technologietransfer



Wickelanlage



Rührwerkskugelmühle

Oxidkeramische Faserverbundwerkstoffe (ox-CMC / OFC)

Anwendungsbeispiele WF-SFK



Turbinenleitschaufel



Antennenabdeckung



Leichtbau Hybridrohr



Brennkammer



Radome



Michael Welter (PhD)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
Institut für Werkstoff-Forschung
Struktur- und Funktionskeramik

Linder Höhe | 51147 Köln

Email: *michael.welter@dlr.de*