

# Biomimetisch geprägte Hochleistungskeramiken für den Anlagenbau

## Konsortialführer

SchUNK Kohlenstofftechnik GmbH  
 35452 Heuchelheim  
 Dr. Roland Weiß  
 Tel.: (0641) 608-1523  
[roland.weiss@schunk-group.com](mailto:roland.weiss@schunk-group.com)

## Projektpartner

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme  
 VDEh-Institut für angewandte Forschung GmbH  
 SICcast Mineralguss GmbH & Co. KG

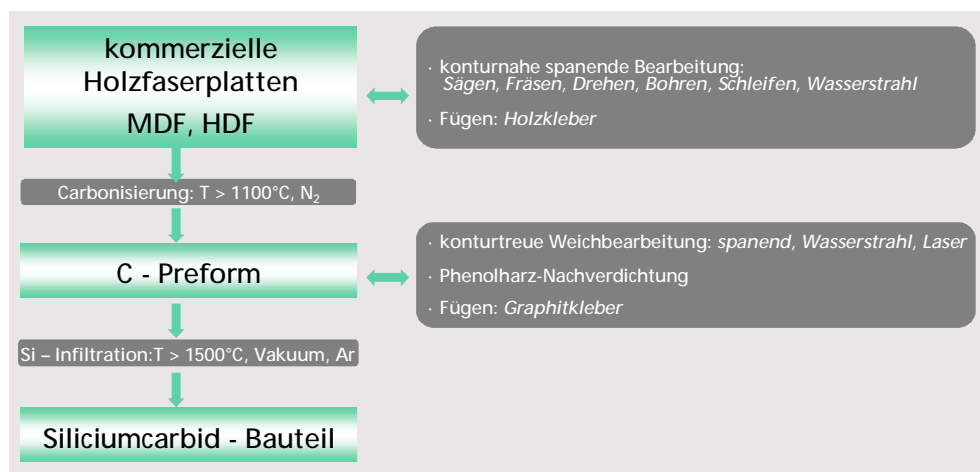
## Das Projekt

Keramische Werkstoffe sind prädestiniert für den Einsatz unter extremen mechanischen, thermischen und korrosiven Bedingungen, die eine Nutzung von Metallen und Kunststoffen stark einschränken. Trotz ihres hohen Leistungspotenzials werden keramische Komponenten oft aus Kostengründen nur eingeschränkt konstruktiv berücksichtigt. Der Projektansatz „Biomimetisch geprägte Hochleistungskeramiken für den Anlagenbau“ fokussiert auf einen neuen werkstofftechnischen und fertigungstechnologischen Zugang zu solchen Werkstoffen. Gegenstand ist die Strukturkonvertierung nachwachsender Rohstoffe in technische Verbundwerkstoffe durch Biotemplating. Die Abformung hierarchisch organisierter biologischer Strukturen bietet über mikrostrukturelles Design werkstofftechnische, ökonomische und ökologische Vorteile.

Charakteristische Merkmale des Vorhabens sind:

- Nutzung von Naturvorlagen für technische Systementwicklung
- Erneuerbare Werkstoffressourcen
- Unikale groß dimensionierte und komplexe keramische Bauteile
- Einsatz effizienter Formgebungstechnologien aus der Holzverarbeitenden Industrie
- Neue industrielle Herstellungstechnologie für Keramikelemente
- Keramisches HighTech-Werkstoffpotenzial aus biologisch optimierten Strukturen
- Eignungsperspektiven für weitverzweigte Anwendungsfelder wie Chemieanlagen, Energietechnik, Optik, ballistischer und thermischer Schutz, Bremssysteme

Ausgangspunkt sind nach Bild 1 kostengünstige Holzhalbzeuge.



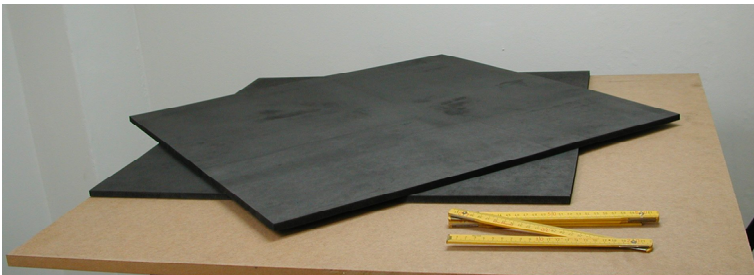
**Bild 1:** Herstellung keramischer Hochleistungswerkstoffe auf Basis technischer Holzwerkstoffe

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

Sie werden durch Pyrolyseprozesse unter Luftabschluss in Kohlenstoffprodukte umgewandelt. Der bionische Schlüssel des Projektes liegt in definiert einstellbaren technischen Holzwerkstoffen. Deren von der Holzfaser geprägte Mikrostruktur ermöglicht die Herstellung optimal strukturierter Kohlenstoff-Vorlagen und bildet die Voraussetzung für eine prozess-technische Umsetzung der zweiten Keramisierungsstufe, einer Flüssigphasensilizierung. Die Möglichkeiten einer solchen Strukturkonvertierung von der Holzfaservorlage zu BioCarbon-Elementen deuten erste Ergebnisse an ebenen Platten nach Bild 2 an.



**Bild 2:** Kohlenstoffplatten und zugehöriges MDF-Halbzeug 850mm x 850mm x 16mm  
MDF = Mitteldichte Holzfaserverplatte (Quelle: Fraunhofer IKTS)

Die aus den Faserplatten im Projekt zu entwickelnden keramischen Werkstoffe zeichnen sich neben niedriger Dichte (Leichtbau-Werkstoffe) durch hohe Festigkeit und Steifigkeit (E-Modul) bei Raumtemperatur und im Hochtemperatureinsatz, Stabilität gegenüber aggressiven flüssigen und gasförmigen Medien, Verschleißfestigkeit, geringe thermische Ausdehnung und eine große Variabilität tribologischer und elektrischer Eigenschaften aus.

Zwei ausgewählte Pilotbeispiele aus den Bereichen Anlagenbau und Energieeffizienz werden grundlegende Erkenntnisse für den innovativen Werkstoffeinsatz akkumulieren und umsetzen. Sie stellen die Basis für perspektivische industrielle vorwettbewerbliche Entwicklungsarbeiten zu einer Markteinführung dieser neuen biogenen Werkstoffe mit breiterer Produktpalette dar. Als Demonstrator 1 ist ein komplexer keramischer Wärmetauscher vorgesehen. Demonstrator 2 ist ein keramischer Verschleißschutz im Pumpenbau.

Mit den ausgewählten Demonstratoren als Marketing-Instrument soll die Kenntnis über die breite stoffliche Variabilität und technische Einsetzbarkeit biogener Keramikwerkstoffe und daraus hergestellter großformatiger Erzeugnisse in breit gefächerte Anwenderbranchen getragen werden. Das Projekt soll die technologischen Randbedingungen für eine industrielle Umsetzung dieser neuen Werkstofflinie aufzeigen und Pilotbeispiele auf dem Weg zur Erzeugnisentwicklung schaffen.

Neben der Verwertung der wissenschaftlichen Grundlagen zielt das Vorhaben auch auf eine strategische nationale Partnerschaft bei der wirtschaftlichen Umsetzung durch Einbeziehung von Rohstoffproduzenten/Rohstoffverarbeitern, der keramischen Industrie und der Anwenderindustrie. Auf der Anwenderseite werden besonders Impulse für innovative KMU und weitere neue wettbewerbsfähige Produkte erwartet.

Für involvierte projektbegleitende Partner aus der Holzwerkstoff-Industrie ergeben sich Ansätze eines völlig neuen Marktsegmentes mit sehr hohem Wertschöpfungspotenzial, die ohne weitreichende Technologieumstellungen aus Standardsortimenten bedient werden können.

## Bionischer Ansatz

Die Grundidee des Projektes ist das Biotemplating pflanzlicher Materialien zur Herstellung von Biocarbonwerkstoffen und deren Silizierung. Die Struktur und gerichtete Porosität von naturgewachsenen und technischen Holzwerkstoffen ermöglichen einen optimalen Silizierungsprozess durch Nutzung des Kapillareffektes im BioCarbon-Gefüge.

Die komplexen und hierarchisch aufgebauten pflanzlichen Strukturen bieten somit die Basis für ein neuartiges keramisches Herstellungsverfahren. Darüber hinaus ergeben sich Ansatzpunkte für ein mikrostrukturelles Design von Siliziumcarbid-Gleitwerkstoffen unter Nutzung nicht reaktiv umgesetzter Faserrelikte als Schmierelemente.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Umweltentlastender Effekt und Nachhaltigkeit

Im Vergleich zu traditionellen Herstellungsverfahren wird kein Siliziumcarbid-Pulver benötigt, was in einer günstigeren CO<sub>2</sub>-Bilanz und verringertem Energiebedarf durch schlankere Fertigungsprozesse resultiert. Die Nutzung einheimischer, nachwachsender Rohstoffe ist ressourcenschonend.

Die beiden Demonstratorbauteile zeigen exemplarisch den umweltspezifischen Nutzen biogener Keramikwerkstoffe im energetischen Bereich bei der Abwärmenutzung (keramischer Hochtemperatur-Wärmetauscher) und für eine Steigerung der Lebensdauer von Pumpen (keramisches Laufrad) bei der Rauchgasentschwefelung.

## Anwendungspotenzial und Wirtschaftlichkeit

Beide Demonstratorbauteile sind typische Beispiele des vorteilhaften Einsatzes biogener keramischer Werkstoffe, deren Durchsetzung am Markt bisher aus wirtschaftlichen und Fertigungsgründen nicht beziehungsweise nur begrenzt möglich war. Der Einsatz kosteneffizienter Fertigungstechnologien aus der Holzverarbeitenden Industrie ist neu für einen keramischen Herstellungsprozess und führt zusammen mit geeigneten Fügeverfahren und mit einer sehr effektiven konturtreuen Bearbeitung im weichen BioCarbon-Zustand zu wesentlich schlankeren und kostengünstigeren Fertigungsprozessen. Die Verwendung von Holzfaserplatten ermöglicht die Herstellung komplexer, großformatiger keramischer Bauteile in modularer Bauweise. Das Herstellrisiko und die Kostenschwelle für den Einsatz technisch überlegener keramischer Bauteile werden damit entscheidend gesenkt.

Die Demonstratorbauteile sollen als Marketing-Instrument die stoffliche Variabilität und technische Einsetzbarkeit biogener Keramikwerkstoffe und daraus hergestellter großformatiger Erzeugnisse aufzeigen. Ein hohes Anwendungspotenzial ist perspektivisch u.a. im Maschinen- und Anlagenbau, in der Energietechnik, dem Fahrzeugbau und der Optik zu erwarten, die aus Kostengründen pulvertechnologisch hergestellte keramische Produkte trotz hohen Leistungspotenzials heute nur eingeschränkt konstruktiv berücksichtigen.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung