



# Fraunhofer

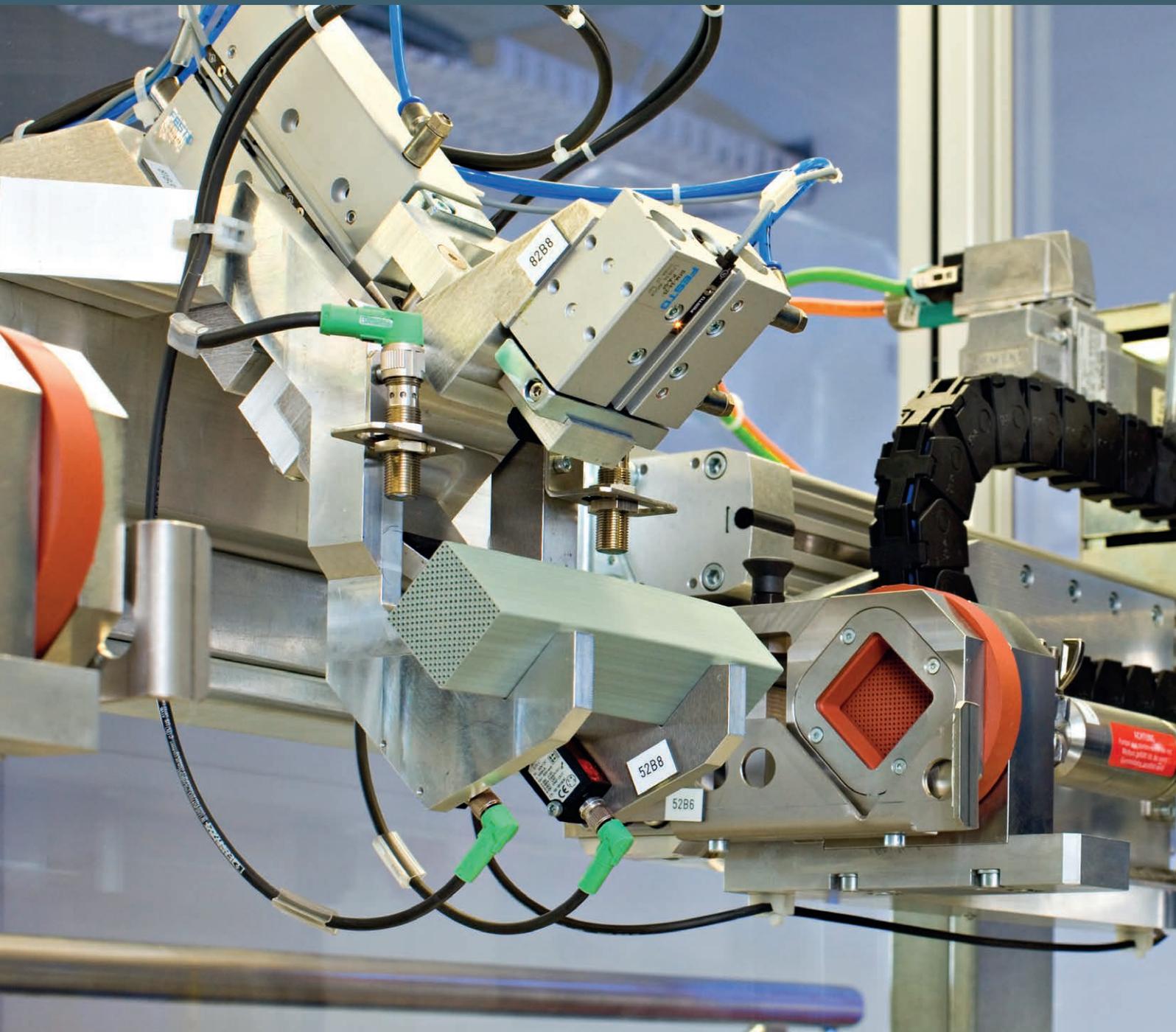
IKTS

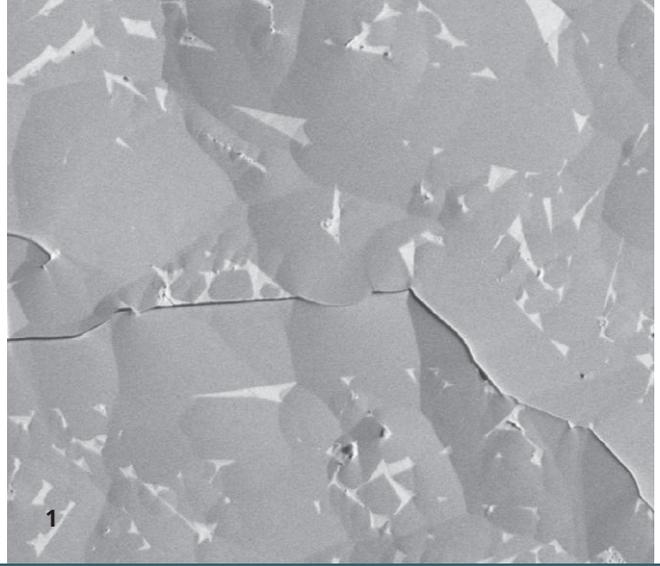
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR KERAMISCHE TECHNOLOGIEN UND SYSTEME IKTS



GESCHÄFTSFELD

## WERKSTOFFE UND VERFAHREN





# WERKSTOFFE UND VERFAHREN

Das Geschäftsfeld »Werkstoffe und Verfahren« des Fraunhofer IKTS bietet oxidische, nichtoxidische und silikatkeramische Werkstoffe sowie Verbundwerkstoffe, Gläser, Hartmetalle und Cermets. Ausgehend von kommerziell verfügbaren Rohstoffen oder präkeramischen Vorstufen werden diese Werkstoffe für konkrete Anwendungen qualifiziert. Sie sind die Voraussetzung für die Herstellung von applikationsgerechten keramischen Prototypen und Kleinserien, die auf Grundlage nachhaltiger Verfahrensentwicklungen erfolgt.

Neue Anwendungsfelder werden durch eine gezielte Verbindung von strukturellen und funktionellen Eigenschaften in keramischen Werkstoffen oder Keramik-Metall-Verbunden erschlossen. Solche Konzepte finden sich unter anderem in Hochtemperaturwerkstoffen, leitfähigen Keramiken, Leuchtstoffen, transparenten Keramiken, polykristallinen Schleifstoffen oder funktionellen Schichten wieder.

Das Fraunhofer IKTS beherrscht und optimiert pulvertechnologische Fertigungsverfahren auf modernstem Niveau, sei es im Hinblick auf höchste Reinheit oder auf größte Kosteneffizienz. Damit wird die Basis für eine industrienahen Werkstoff- und Verfahrensentwicklung geschaffen. In mehreren Technologielinien werden Komponenten und Bauteile hergestellt. Ein Hochskalieren zu kleineren und mittleren Serien auf industrietauglichen Maschinen ist hausintern möglich.

Das breite Leistungsspektrum der Formgebungsverfahren reicht von der Press-, Gieß- und plastischen Formgebung über generative Verfahren bis hin zu Multilayertechnologie und Direktdruckverfahren. Eine große Anzahl von Wärmebehandlungsverfahren sowie eine leistungsfähige Grün- und Finishbearbeitung runden das umfangreiche Kompetenzportfolio des Fraunhofer IKTS ab. Mit Beschichtungsverfahren, wie beispielsweise der chemischen Gasphasenabscheidung oder dem

thermischen Spritzen, lassen sich Oberflächeneigenschaften verändern und Bauteile den individuellen Anforderungen anpassen. Unsere Kunden können auch hier von geschlossenen technologischen Ketten profitieren, die eine Entwicklung vom Labor bis in den Pilotmaßstab ermöglichen.

Die Mitarbeiter verfügen zudem über langjährige Erfahrungen in der produktionsgerechten und kundenspezifischen Auslegung von Bauteilen sowie in der Charakterisierung der Werkstoffe und Herstellungsprozesse. Hierzu zählt auch die Versagens- und Schadensanalyse von Bauteilen und die Beratung zum Einsatz keramischer Werkstoffe. Das Leistungsangebot umfasst darüber hinaus die Erstellung von Fertigungskonzepten sowie die Bewertung von Produktionsprozessen unter den Aspekten Kosten, Qualitätssicherung und Energieeffizienz. Bei Einführung innovativer Technologien und der Realisierung neuer Produkte kann das Fraunhofer IKTS seine Partner bis zur Überführung in die Produktion begleiten.



# KOMPETENZEN

## Werkstoffentwicklung

Werkstoffentwicklung am Fraunhofer IKTS bedeutet überwiegend Weiterentwicklung, Optimierung und Veredelung kommerziell verfügbarer keramischer Rohstoffe für den jeweiligen Anwendungsfall. Das Wissen um das Zusammenspiel von keramischen Rohstoffen, Additiven und ihres Sinterverhaltens ist essentiell, um das Gefüge hinsichtlich der gewünschten Eigenschaften gezielt einzustellen. Innovative Werkstoffe erfordern in vielen Fällen auch die chemische Synthese der Phasen oder die Verwendung von chemischen Vorläuferverbindungen. Das Fraunhofer IKTS nutzt die Vielfalt dieser Precursoren, um sie zu Funktionsmaterialien in Form von Schichten, Nanopartikeln oder Bulkmaterialien umzuwandeln.

## Pulvertechnologie und Zwischenprodukte

Das Fraunhofer IKTS stellt maßgeschneiderte Pulver für keramische und metallische Werkstoffe oder Verbundmaterialien her. Ziel sind homogene Produkte mit wohldefinierten Eigenschaften wie Pressverhalten, Fließeigenschaften und Struktur sowie elektrische, magnetische oder katalytische Funktionen. Auf der Basis des Anforderungsprofils werden Pulver und

Additive ausgewählt, homogenisiert, zerkleinert, klassiert und als Suspension, Trockenmischung oder Granulat konfektioniert. Laborergebnisse lassen sich dabei anhand bewährter Routinen in den Pilotmaßstab übertragen. Zahlreiche Materialien sind am Fraunhofer IKTS in Form von Pasten und Tinten für Beschichtungstechnologien wie Sieb-, Gravur-, Inkjet- oder Aerosoldruck verfügbar. Dazu werden die Pulver entsprechend der Anwendung ausgewählt, in Suspensionen überführt und deren technologisches Verhalten während der Schichtbildungsprozesse optimiert.

## Formgebung

Das Fraunhofer IKTS erarbeitet Fertigungskonzepte basierend auf nahezu allen Möglichkeiten der keramischen Formgebung. Pulvertechnologische Verfahren wie uniaxiales und isostatisches Trockenpressen werden am IKTS auf hohem Niveau und mit hohem Durchsatz betrieben und ständig weiterentwickelt. Der 1K- und 2K-Spritzguss sowie Mikrospritzguss als thermoplastische Formgebung wird insbesondere für neuartige Werkstoffkombinationen genutzt. Mit dem 3D-Druck lassen sich hauptsächlich kleine und mittlere Stückzahlen realisieren. In voller Bandbreite ist die Extrusion vertreten, um unter

### Anwendungsbereiche

Oxid-keramik	Nichtoxid-keramik	Silikat-keramik	Faserverbundwerkstoffe	Hartmetalle	Precursor-keramik	Gläser und Lote	Beschichtungen	Sonder- und Funktionskeramiken
--------------	-------------------	-----------------	------------------------	-------------	-------------------	-----------------	----------------	--------------------------------

### Kompetenzen

Pulvertechnologie	Pressformgebung	Plastische Formgebung
Gießformgebung	Grünbearbeitung	Additive Verfahren
Dünnschichttechnologie	Dickschichttechnologie	Multilayertechnologie
Fasertechnologie	Wärmebehandlung und Sintern	Finishbearbeitung
Fügen	Upscaling	



anderem Multikanalelemente, Wabengeometrien und Röhren aus Struktur- und Funktionskeramiken herzustellen. Flächige keramische Halbzeuge, zum Beispiel für die Multilayerkeramik und keramische Mikrosystemtechnik, können mit der am Institut vorhandenen Foliengießtechnik auf höchstem Niveau hergestellt und weiterverarbeitet werden. Als besondere Kompetenz bietet das Fraunhofer IKTS die Verbindung zwischen keramischer Folientechnik und klassischen Verfahren wie dem Spritzguss an. Mit der Dickschichttechnik können Bauteile funktionalisiert werden. Abgerundet wird das Gebiet der Suspensionsformgebung mit innovativen Methoden wie Elektrophorese, Gelcasting oder Gefrier gießen. Alle Verfahren stehen grundsätzlich sowohl für Entwicklungsaufgaben als auch für Direktaufträge zur Verfügung.

### Wärmebehandlung und Sintern

Das Fraunhofer IKTS beherrscht die Modellierung und Untersuchung des Entbinderungs- und Sinterverhaltens von Werkstoffen und Bauteilen unter Nutzung modernster Messtechnik. Darauf aufbauend werden Wärmebehandlungsprozesse im Labor- und Technikumsmaßstab ausgelegt, durchgeführt und optimiert. Im Haus steht eine breite Palette von Anlagen für die Wärmebehandlung bis zu Temperaturen von 2500 °C bereit. Es kann unter unterschiedlichsten Atmosphären gearbeitet werden (Hochvakuum, oxidierend, inert, reduzierend), ebenso mit Sondergasen und druckunterstützten Verfahren (heißisostatisches Pressen, Gasdrucksintern, FAST/SPS, Heißpressen). Darüber hinaus werden spezielle Techniken wie Reaktionsbindung und Cofiring beherrscht.

### Grün- und Finishbearbeitung

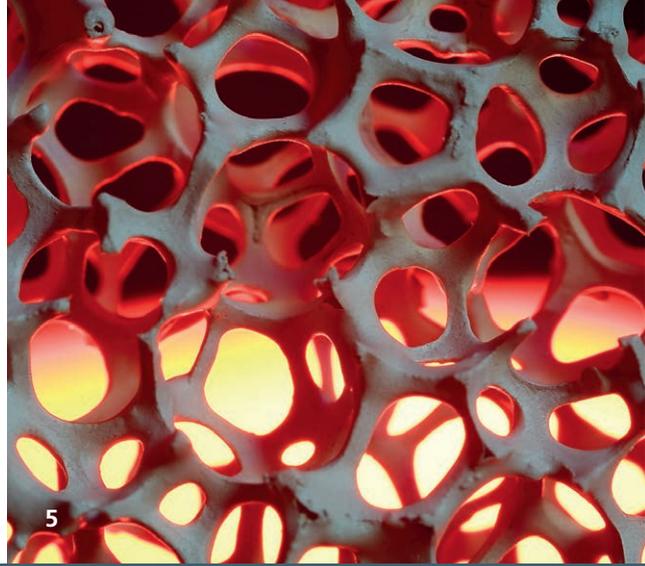
Im Bereich der Grün- und Finishbearbeitung werden wirtschaftliche Bearbeitungskonzepte für Zerspanung, Schleifen, Läppen und Polieren von keramischen Bauteilen

entwickelt und angeboten. Dies reicht von keramikgerechten Spann- und Handhabungstechniken bis zur Auswahl ultraharter Hochleistungsschneidstoffe samt zugehöriger Bearbeitungsparameter. Das Fraunhofer IKTS verfügt dazu über eine hochmoderne Anlagentechnik.

### Fügen

Keramische Komponenten erfüllen oft nur einen Teil der gewünschten Eigenschaftsmatrix im Bauteil oder System. Am Fraunhofer IKTS werden daher Technologien und Werkstoffe entwickelt, die eine stoffschlüssige Verbindung unterschiedlicher Materialien für eine gemeinsame Aufgabe oder Funktion ermöglichen. Das Spektrum reicht von thermisch zyklisierbaren Fügungen über vakuumdichte Durchführungen mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Isolatoren, die Metallisierung von Oxid- und Nitridkeramiken bis zu hochtemperaturstabilen Verbindungen für Carbid- und Nitridkeramiken. Eine besondere Rolle spielen kristallisierende Glaslote und Reaktivlote an Luft. Solche Fügeverbindungen werden häufig mit Hilfe von einfach applizierbaren Pasten und Grünfolien realisiert, die das Fraunhofer IKTS anwendungsgerecht liefert.

- 1 *Gefügebild einer Silicium-nitridkeramik für die Werkstoffoptimierung.*
- 2 *Technikum für 1K- und 2K-Spritzguss sowie Mikrospritzguss.*
- 3 *Prägen von keramischen Grünfolien.*
- 4 *Anlage zum Plasmaspritzen von Verschleißschutz-, Wärmedämm-, Antihaf-, Isolations- und Kontaktschichten.*



## WERKSTOFFE

### Oxidkeramik

- Aluminiumoxid, Zirkonoxid, Titanoxid
- ZTA- bzw. ATZ-Werkstoffe
- Mischoxide, Spinell, Perowskite, Yttrium-Aluminium-Granat
- Ferrite
- Borsuboxid

### Nichtoxidkeramik

- Siliciumnitrid, SiAlON
- Siliciumcarbid (SSiC, LPS-SiC, OBSC, RBSiC, NSiC, SiSiC, RSiC)
- Borcarbid, Bornitrid
- Aluminiumnitrid
- Superharte Werkstoffe (SiC/Diamant, Diamant, cBN-verstärkte Werkstoffe)
- Übergangsmetallcarbide und -boride (TiC, ZrC, TiB<sub>2</sub>)

### Silikatkeramik

- Cordierit, Mullit, Steatit
- Zeolithe

### Faserverbundwerkstoffe

- Oxidische und nichtoxidische CMC
- Kurz- und langfaserverstärkte Keramiken

### Hartmetalle

- Wolframcarbid-Cobalt, Mischcarbid-Hartmetalle
- Binderfreies Wolframcarbid
- Cermets

### Precursorkeramik

- Precursoren
- Oxidisch und nichtoxidisch polymerabgeleitete Keramik
- Polymerkeramik

### Gläser und Lote

- Kristallisierende Gläser
- Metallische und Aktivlote, Reaktivlote

### Beschichtungen

- Tinten und Pasten
- Dünnschichten
- CNTs
- Hartstoff- und Verschleißschutzschichten
- Oxidations- und Korrosionsschutzschichten
- Isolationschichten
- Katalysatoren und Washcoats

### Sonder- und Funktionskeramiken

- Poröse Keramiken
- Festkörper-Ionenleiter (z. B. Natrium-Beta-Aluminat)
- Thermoelektrika
- Low-Temperature Cofired Ceramics (LTCC)
- High-Temperature Cofired Ceramics (HTCC)
- Keramische Magnetwerkstoffe
- Bleifreie Piezokeramiken (Bariumtitanat, Kalium-Natrium-Niobat)
- Blei-Zirkonat-Titanat, Bleimagnesiumniobat-Bleititanat
- Piezoelektrische Faserkomposite

5 Offenzellige Schaumkeramik  
für Filter, Brenner, Reformer  
oder Solarreceiver.

# KURZPORTRÄT DES FRAUNHOFER IKTS

Das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS betreibt anwendungsorientierte Forschung für Hochleistungskeramik. Die drei Institutsteile in Dresden und Hermsdorf (Thüringen) formen gemeinsam das größte Keramikforschungsinstitut Europas.

Als Forschungs- und Technologiedienstleister entwickelt das Fraunhofer IKTS moderne keramische Hochleistungswerkstoffe, industrierelevante Herstellungsverfahren sowie prototypische Bauteile und Systeme in vollständigen Fertigungslinien bis in den Pilotmaßstab. Das Institut arbeitet in acht marktorientierten Geschäftsfeldern, um keramische Technologien und Komponenten für neue Branchen, neue Produktideen und neue Märkte jenseits der klassischen Einsatzgebiete zu demonstrieren und zu qualifizieren. Dazu gehören keramische Werkstoffe und Verfahren, Maschinenbau und Fahrzeugtechnik, Elektronik und Mikrosysteme, Energie, Umwelt- und Verfahrenstechnik, Bio- und Medizintechnik, Optik sowie die Material- und Prozessanalyse.

Der Institutsteil Materialdiagnostik erweitert das Forschungsportfolio um die Kompetenzen Werkstoffdiagnose und -prüfung. Die Prüfverfahren aus den Bereichen Akustik, Elektromagnetik, Optik, Mikroskopie und Strahltechnik tragen maßgeblich zur Qualitätssicherung von Produkten und Anlagen bei.

[www.ikts.fraunhofer.de](http://www.ikts.fraunhofer.de)



## KONTAKT

Geschäftsfeld  
Werkstoffe und Verfahren

Dipl.-Krist. Jörg Adler  
Fraunhofer-Institut für  
Keramische Technologien  
und Systeme IKTS  
Winterbergstraße 28,  
01277 Dresden  
Tel. +49 351 2553-7515  
joerg.adler@  
ikts.fraunhofer.de

TITELBILD *Pluggen von  
keramischen Waben.*