



GESCHÄFTSFELD

**BIO- UND
MEDIZINTECHNIK**



BIO- UND MEDIZINTECHNIK

Das Fraunhofer IKTS ist ein langjähriger Partner bei der Entwicklung medizinischer Implantate, chirurgischer Instrumente sowie neuester Verfahren zur Prüfung, Charakterisierung und Analytik in den Lebenswissenschaften.

Keramik, Biologie und Diagnostik – auf Grundlage dieser Kompetenzen begleitet das Fraunhofer IKTS die Entwicklung medizinischer und medizintechnischer Innovationen. Die Forschenden greifen dabei auf eine hervorragende technische Infrastruktur mit zertifizierten Laboren zurück. Qualitäts-, Kosten- und regulatorische Anforderungen sind zentrale Kriterien für die Forschungsarbeiten.

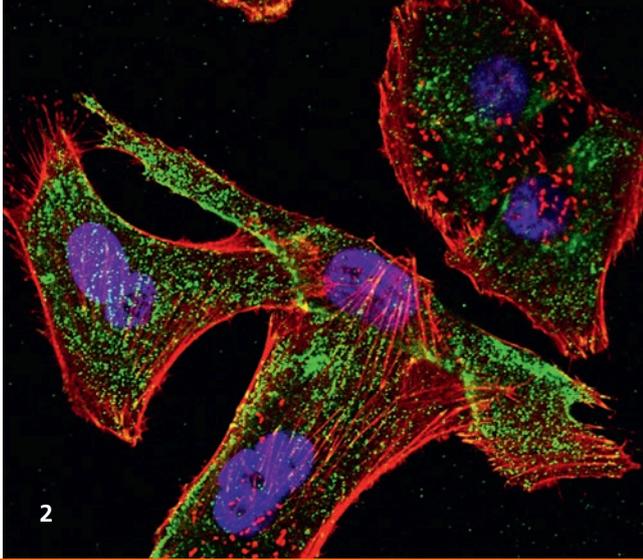
Am Institut arbeiten interdisziplinäre Teams aus den Bereichen Werkstoffwissenschaften, Immunbiologie und Diagnostik gemeinsam an bestehenden und neuen Generationen von Implantaten. Auf Basis kommerziell verfügbarer Materialien entwickeln die Wissenschaftler neue keramische Werkstoffe und Komponenten mit verbesserten mechanischen, ästhetischen und biologischen Eigenschaften.

Die Forschenden begleiten Projekte je nach Kundenwunsch von der Werkstoffentwicklung und -auswahl über die Formgebung und Funktionalisierung bis zur biologischen Beurteilung in vitro. Eine hochentwickelte Charakterisierung und Analytik rundet das Gesamtangebot für Partner aus Industrie und Wissenschaft ab. Dadurch können Entwicklungszeiten verkürzt und potenzielle Risiken bereits frühzeitig identifiziert werden. Umfassende Kompetenzen in der Bewertung keramischer Werkstoffe und Komponenten (z. B. hinsichtlich Partikeldesign, Gefügestruktur und Tribologie) erlauben zielgerichtete Verbesserungen von Struktur- und Eigenschaftsbeziehungen.

Im Fokus des Geschäftsfelds steht zudem die biologische Materialanalytik. Damit können weiterführende Aussagen zu Degradationsverhalten und Immunreaktionen unter In-vitro-Bedingungen getroffen werden. Die Forschenden setzen dabei eigens entwickelte Mess- und Prüfverfahren nicht nur für die interne Qualitätssicherung ein, sondern stellen diese auch als spezifische Service- und Systementwicklungen für Keramik und andere Werkstoffe zur Verfügung.

Um den Anforderungen einer weiter alternden Gesellschaft gerecht zu werden, betreibt das Fraunhofer IKTS Vorlauforschung mit dem Ziel, die Eigenschaften und die Funktionalität der nächsten Generation von Implantaten stetig zu optimieren.

Im Mittelpunkt stehen hier additive Fertigungsverfahren für patientenspezifische Medizinprodukte sowie die Funktionalisierung von Implantaten und Implantatoberflächen durch konstruktive, sensorische oder aktorische Elemente. Die Forschenden begleiten den Prozess dabei von der Untersuchung der technischen Machbarkeit bis zum validen reproduzierbaren Endprodukt. Dafür konzipieren und entwickeln sie sowohl die dafür notwendigen in-linefähigen Prüftechnologien als auch Analysesysteme für medizintechnische Anforderungen.



ANWENDUNGSBEREICHE

Implantatkeramiken

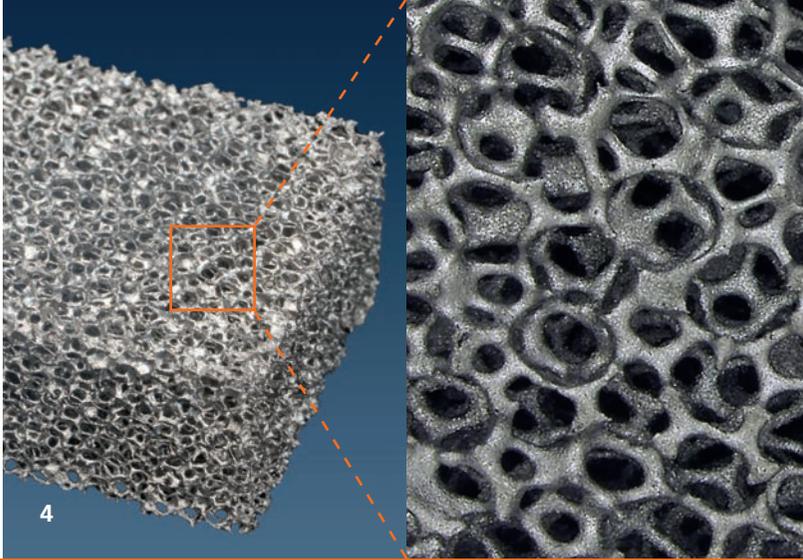
Die Forschenden am Fraunhofer IKTS entwickeln Aufbereitungs- und Formgebungstechnologien für oxidkeramische Werkstoffe und Siliciumnitrid für dentale und orthopädische Anwendungen. Alle Entwicklungen können durch Prototypen oder eine gezielte Skalierung in den industriellen Maßstab verwertet werden.

Ein Schwerpunkt bei dentalen und orthopädischen Implantaten aus Oxidkeramik liegt auf neuen Konzepten und Technologien zur Strukturierung der Keramikoberfläche im Formgebungsprozess, so dass eine Nachbearbeitung der gesinterten Keramik nicht mehr notwendig ist. Für anatomische dentale Restaurationen steht eine spezielle

TZ3Y-Keramik zur Verfügung, die eine erhöhte Transluzenz und Verschleißbeständigkeit und keine hydrothermale Alterung aufweist. Um die ästhetischen Anforderungen an Kronen bzw. Brückengerüste zu erfüllen, werden die dentalen Restaurationen mit einem Lithiumsilicat-Spray beschichtet, das mit dem TZ3Y-Gerüst einen sehr intensiven Haftverbund bildet.

Die Herstellung feinkörniger Dispersionskeramiken (ATZ, ZTA) gehört ebenfalls zum Leistungsangebot. Der IKTS-Standort in Hermsdorf ist zertifiziert nach ISO:2016 13485 für die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der oxidkeramischen Werkstoffe und Komponenten, Werkstoffverbünde und Herstellung von Halbfabrikaten für die Anwendung in der Medizintechnik.





Knochenersatz

Der menschliche Knochen besteht aus zahlreichen Makro-, Meso- und Mikroporen mit einem Durchmesser von 100 bis 700 μm . Diese Porosität ist besonders wichtig für die Stabilität und das Einwachsen von Zellen in den Knochen. Die Forschenden am Fraunhofer IKTS erzeugen mit unterschiedlichen Replika- und Platzhaltertechniken sowie Direktschäumverfahren Knochenersatzmaterialien mit definierten Porositäten. Eine unikale Art des Direktschäumens ist das sogenannte Gefrierschäumen. Es wird benutzt, um potenzielles Knochenersatzmaterial aus körperversandten Materialien wie Hydroxylapatit- oder Tricalciumpulver [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3$] herzustellen und damit auch den Abbau des künstlichen und den Wiederaufbau körpereigenen Materials zu erlauben. Bioinerte Materialien wie Al_2O_3 oder ZrO_2 sind auch für den Einsatz in langzeitstabilen Implantaten denkbar. Das Fraunhofer IKTS evaluiert und nutzt neue Verfahrensansätze wie die Additive Fertigung, um patientenspezifische biomimetische Knochenstrukturen zu schaffen.

Chirurgische Instrumente und Komponenten

Keramische Werkstoffe zeichnen sich neben Verschleißfestigkeit, Bioverträglichkeit und chemischer Inertheit auch durch eine gezielte Einstellbarkeit der elektrischen Leitfähigkeit aus. Dies ermöglicht kreative Ansätze für funktionalisierte chirurgische Instrumente sowie verschiedenste Komponenten der Medizintechnik: hochpräzise keramische Schneidmaterialien und Instrumente, die in einem Arbeitsschritt abklemmen und veröden, oder keramische Federn für Röntgengeräte. Keramische Werkstoffe beginnen ihre Vorteile dort auszuspielen, wo die Möglichkeiten anderer Materialien enden.

Diagnose-/Therapiesysteme und Charakterisierung

Verlässliche Standards (Standard Operating Procedures, SOPs) sind bei der Entwicklung neuer patientenspezifischer Implantate mit beispielsweise biofunktionalisierter Materialoberfläche unumgänglich. Nur so kann die biologische und immunologische Sicherheit sowie die Funktionalität der Materialien hinsichtlich ihres jeweiligen Einsatzes im Vorfeld beurteilt werden.

Das Fraunhofer IKTS entwickelt innovative In-vitro-Testmethoden sowie standardisierte Prüfsysteme. Neben der biologischen Untersuchung von Keramiken und anderen Implantatmaterialien analog der DIN EN ISO 10993, arbeiten die Forschenden an immunologischen Verträglichkeitstests. Die Übertragung experimenteller Testansätze in kundenspezifische, standardisierte Testverfahren gehört dabei zum Leistungsspektrum.

Zudem entwickeln die Forschenden in enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern innovative Analysetechnologien, Sensoren und Geräte, um biomedizinisch relevante Messgrößen zuverlässig und präzise zu erfassen.

- 1 *Patentiertes In-vitro-Testsystem für Biomaterialien.*
- 2 *Osteoblasten auf Siliciumnitrid (Actin/Vinculin/DAPI).*
- 3 *Beschichtete Zangenspitzen.*
- 4 *Titanschaum für Implantate.*
- 5 *3D-Visualisierung eines Zahns mittels Optischer Kohärenztomographie.*

KOMPETENZEN

Keramische Werkstoffe und Oberflächen

- Hochreine dichte oder poröse Biokeramik [Al_2O_3 , ZrO_2 (ATZ, ZTA, Y-TZP), $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, HAP, Si_3N_4]
- Offenzellige Schaumkeramik und Metallschäume
- Glas und Glaskeramik
- Oxid- und Nichtoxidkeramik mit gezielt einstellbaren elektrischen, thermischen, mechanischen und optischen Funktionalitäten
- Komposite und Werkstoffverbunde (porös/dicht, Metall/Keramik)

Technologien

- Pulver- und Schlickeraufbereitung, Granulatentwicklung
- Gieß-, Press- und (thermo-)plastische Formgebungsverfahren
- Schäumungs- und Abformtechnologien für zelluläre Strukturen
- CAD/CAM-Linie, additive Fertigungsverfahren (pulver- und suspensionsbasiert)
- Herstellung von Blanks und Preformen über Trockenpressen
- Musterserien Oxidkeramische Halbzeuge (zertifiziert nach EN ISO 13485:2016)
- Plasmabeschichtung und Sol-Gel-Verfahren
- Dickschicht- und Multilayertechnologien (komplette Linie für HTCC, LTCC)
- Dünnschichttechnologien (Thermal CVD, PECVD, Thermal ALD, PVD, LPD)
- Fügetechnologien für Keramik/Metall- und Keramik/Keramik-Verbindungen
- Heißisostatisches Verdichten/Post-HIP-Prozesse
- Mikro- und Oberflächenbearbeitung, Oberflächenfunktionalisierung (Inkjet- und Aerosoldruck, Diodenlaserarray-Nachbearbeitung)
- Biokompatible Aufbau- und Verbindungstechnik, medizinischer Gerätebau

Diagnose-/Therapiesysteme und Charakterisierung

- Bioelektrische, topographiebasierte, akustische und optische Messsysteme
- Biophysikalische Charakterisierung auf Nano-, Mikro- und Makroebene (TEM, SEM, AFM, AFAM, Raman)
- In-vivo- sowie In-vitro-Analyse- und Diagnosesysteme
- Plasmonische Sensorsysteme
- Biologische Beurteilung von Materialien (Medizinprodukten) analog DIN EN ISO 10993
- Differenzierungsassays
- Entwicklung und industrielle Implementierung von innovativen In-vitro-Testansätzen

6 *Dentalkeramik-Rohlinge aus Yttrium-stabilisiertem Zirkonoxid (Schlickerguss).*

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. Darüber hinaus umfasst das Forschungsportfolio die Kompetenzen Werkstoffdiagnose und -prüfung. Die Prüfverfahren aus den Bereichen Akustik, Elektromagnetik, Optik und Mikroskopie tragen maßgeblich zur Qualitätssicherung von Produkten und Anlagen bei.

Das Fraunhofer IKTS arbeitet in neun marktorientierten Geschäftsfeldern, um keramische Technologien und Komponenten sowie zerstörungsfreie Prüfverfahren für neue Branchen, Produktideen und 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, Zerstörungsfreie Prüfung und Überwachung, Wasser sowie die Material- und Prozessanalyse.

www.ikts.fraunhofer.de



KONTAKT

Geschäftsfeld
Bio- und Medizintechnik

Dr. Jörg Opitz
Fraunhofer-Institut für
Keramische Technologien
und Systeme IKTS
Maria-Reiche-Straße 2,
01109 Dresden
Tel. +49 351 88815-516
joerg.opitz@
ikts.fraunhofer.de

TITELBILD *Hybride
Fertigung komplexer Knochen-
strukturen.*