



Fraunhofer

IKTS

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR KERAMISCHE TECHNOLOGIEN UND SYSTEME IKTS



GESCHÄFTSFELD

UMWELT- UND VERFAHRENSTECHNIK





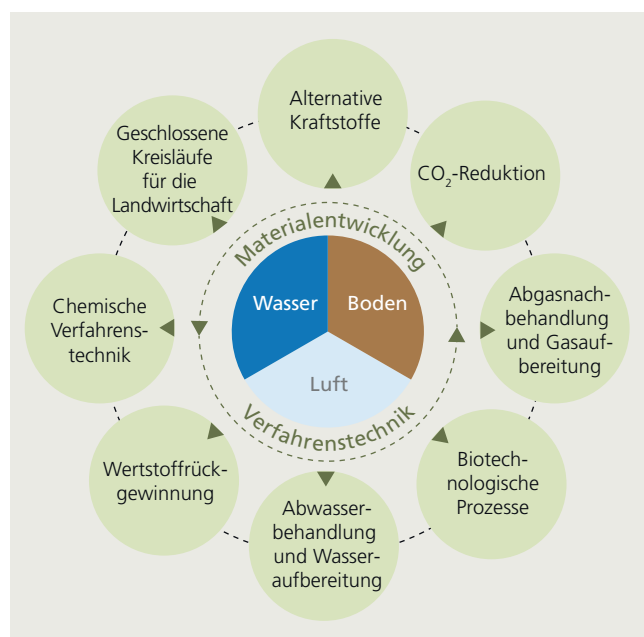
UMWELT- UND VERFAHRENSTECHNIK

Im Geschäftsfeld »Umwelt- und Verfahrenstechnik« bietet das Fraunhofer IKTS Werkstoffe, Technologien und Systeme, die die Umwandlung von Stoffen und Energie sicher, effizient, umwelt- und klimaschonend gestalten. Im Mittelpunkt stehen dabei Prozesse im Bereich konventioneller und Bioenergien, Strategien und Verfahren zur Boden-, Wasser- und Luftreinigung sowie zur Rückgewinnung von werthaltigen Rohstoffen aus Reststoffen. Viele Ansätze zielen dabei auf geschlossene Stoffkreisläufe.

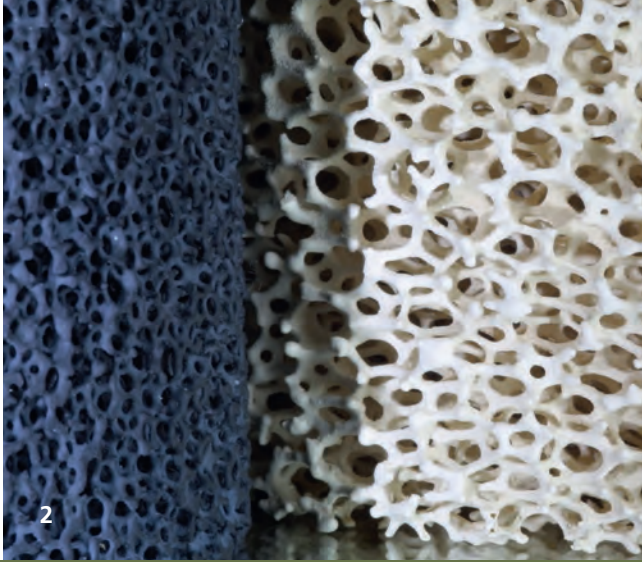
Das Fraunhofer IKTS gehört zu den weltweit führenden Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Stofftrenntechnik unter Verwendung keramischer Materialien. Werkstoff-, Technologie- und Verfahrensexpertise greifen ineinander und ermöglichen so komplexe verfahrenstechnische Systeme für energieeffiziente Trennverfahren, chemische Umsetzung und Wertstoffrückgewinnung. Keramische Membranen, Filter, Adsorbentien und Katalysatoren des Fraunhofer IKTS spielen eine zentrale Rolle bei Prozessen der Gasaufbereitung und Wasserbehandlung. Zudem werden keramische Membranverfahren mit innovativen Werkstoffen zu neuen Reaktor-konzepten kombiniert, um Prozesse in der chemischen Verfahrenstechnik effizienter zu gestalten.

Das Wissen um die Prozesstechnik zur Zerkleinerung, zum Aufschluss und Mischen biogener Substrate stellt eine weitere Kernkompetenz des Fraunhofer IKTS im Bereich der biochemischen und thermochemischen Biomassekonversion dar. Damit lassen sich landwirtschaftliche Reststoffe zu festen, flüssigen und gasförmigen Energieträgern effektiv umwandeln. Zudem können Nährstoffe aus Gülle, Mist und Gärprodukten abgetrennt und zu transport- und lagerfähigen Düngerprodukten mit definierten Eigenschaften verarbeitet werden.

In zahlreichen Labor- und Pilotanlagen werden fluidische, elektrochemische und thermomechanische Kenngrößen



für die Stofftransportvorgänge und Reaktionen modelliert, validiert und optimiert. Mit zahlreichen Laboren, Technika und den Applikationszentren für Membrantechnologie und Bioenergie verfügt das Geschäftsfeld über eine ausgezeichnete Infrastruktur, um Projekte verschiedenster Umfänge und Skalen realisieren zu können. Die Ergebnisse fließen direkt in Demonstrationsanlagen ein, die beim Kunden errichtet und durch das Fraunhofer IKTS betreut werden können.



ANWENDUNGSBEREICHE

Abwasserbehandlung und Wasseraufbereitung

Die Wasserreinigung insbesondere durch Abwasserreinigung ist ein zentrales Anliegen des Umweltschutzes. Hierbei konzentriert sich das Fraunhofer IKTS auf chemie- und biologiefreie Verfahren sowie integrierte Reaktorsysteme für die Behandlung von Ab- und Prozesswässern. Mit Hilfe von keramischen Membranen oder elektrochemischen und photokatalytischen Oxidationsverfahren lassen sich so Trinkwasser, kommunale und industrielle Prozesswässer, Bergbauwässer oder Geothermie-Tiefenwässer aufbereiten.

Abgasnachbehandlung und Gasaufbereitung

Viele technische Prozesse erzeugen Gasgemische, die gesundheits- und umweltschädliche Feinstaubpartikel und gasförmige Schadkomponenten enthalten. Für die Heißgasentstaubung und Partikelfiltration bietet das Fraunhofer IKTS offenporige, zelluläre keramische Formkörper und Membranen an. Nanoporöse Membranen erlauben beispielsweise die Abtrennung von Einzelkomponenten aus Gasgemischen. Einen weiteren Schwerpunkt bilden keramische Katalysatorträger und Katalysatoren für die Abgasreinigung. Als Alternative zu Edelmetallen weisen keramische Katalysatoren eine höhere thermische Stabilität auf. Außerdem tolerieren sie übliche, für Edelmetalle kritische Katalysatorgifte, wesentlich besser.

CO₂-Reduktion

Verschiedene Strategien zur Vermeidung (CDA) sowie Nutzung und Speicherung (CCU) von CO₂ bieten ein beachtliches Potenzial, um die festgelegten Klimaziele zu erreichen. Keramikbasierte Technologien zur Elektrolyse, CO₂-Abtrennung und Synthese höherwertiger Produkte (Fischer-Tropsch) können hierbei einen entscheidenden Beitrag leisten. Insbesondere in CO₂-intensiven Industriezweigen wie der Stahlindustrie

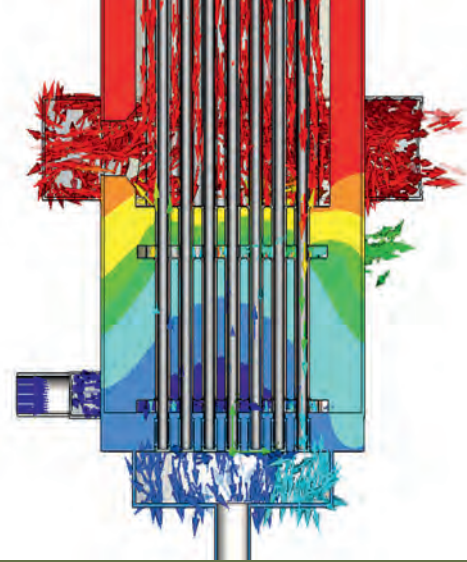
kann eine deutliche Reduzierung der Emissionen um bis zu 95 % erreicht werden, indem zur Reduktion von Eisenoxid Wasserstoff eingesetzt wird, der durch einen hocheffizienten Festoxidelektrolyseprozess erzeugt wird. Ein weiterer Ansatz zur Senkung von CO₂-Emissionen besteht in der Optimierung von industriellen Verbrennungs- und Oxidationsprozessen. Hier kann durch die Zuführung von Sauerstoff der Verbrauch an fossilen Energieträgern und somit der CO₂-Ausstoß reduziert werden. Um Sauerstoff kostengünstig zu gewinnen, entwickelt das Fraunhofer IKTS sauerstoffselektive Membranen und Sauerstoffgeneratoren.

Chemische Verfahrenstechnik

Stofftrennungen mit langlebigen keramischen Membranen sind energieeffizient und damit oft wirtschaftlicher als thermische Trenntechniken, Extraktions- und Adsorptionsverfahren, die in der chemischen Verfahrenstechnik häufig eingesetzt werden. Mit Membranen reduziert sich der Einsatz von Chemikalien zur Regenerierung von Adsorbentien oder Extraktionsmitteln. In der Reaktionstechnik lassen sich mit keramischen Membranen Edukte gezielt dosieren und Produkte entfernen. Hier befasst sich das Fraunhofer IKTS mit katalytisch aktiven Membranen und kombiniert diese mit Katalysatoren im Membranreaktor bzw. Membrankontaktor.

Alternative Kraftstoffe

Flüssige Kraftstoffe werden aufgrund ihrer hohen Energiedichte und einfachen Speicherung kurz- und mittelfristig ihre Bedeutung für die Mobilität behalten. Das Fraunhofer IKTS zeigt Wege auf, Erdöl als Basis der Kraftstoffherstellung abzulösen und alternative kohlenstoffhaltige Rohstoffe und Verbindungen zu nutzen. Dazu gehören Katalysatorsysteme sowie verfahrenstechnische Prozesse und Anlagen für die Kraft- und Wertstoffherstellung mit Hilfe von chemischen Syn-



thesen wie beispielsweise der Fischer-Tropsch-Synthese und unter Einbeziehung von Wasserstofftechnologien. Mit einer leistungsfähigen Modellierung und Simulation werden neue reaktionstechnische Konzepte entworfen und angeboten.

Wertstoffrückgewinnung

Die Wertstoffrückgewinnung aus Abwässern und flüssigen Prozessmedien und deren Bereitstellung für den Wirtschaftskreislauf tragen maßgeblich zum effizienten Umgang mit Ressourcen bei. Das Fraunhofer IKTS bildet die gesamte nasschemische Prozesskette vom Aufschluss aus Feststoffen über die Anreicherung durch membrangestützte Extraktionsverfahren bis hin zum Zielprodukt ab. Dabei kommen bevorzugt elektrochemische Prozesse aber auch Verfahrenskombinationen zum Einsatz. Umfangreiche Erfahrungen bestehen in der Gewinnung von Selten-Erd-Konzentraten aus sekundären Rohstoffquellen, in der Reindarstellung verschiedener Selten-Erd-Verbindungen sowie in der Gewinnung von Sonder- und Edelmetallen aus Schrotten oder Haldenmaterial. Eine nicht konventionelle Ressource stellen thermale Tiefenwässer dar, aus denen sich standortabhängig viele wichtige Rohstoffe extrahieren lassen.

Biotechnologische Prozesse

Das Fraunhofer IKTS liefert eine breite Palette an verfahrenstechnischen Lösungen für Bioenergietechnologien wie Desintegrations-, Misch- und Rührprozesse, um unter anderem auch lignocellulosehaltige Substrate für die Biogaserzeugung einsetzen zu können. Die Aufbereitung von Biogas wird mittels adsorptiven und Membranverfahren für die Methan-anreicherung, Biogastrocknung, Nährstoffrückgewinnung und Prozesswasseraufbereitung optimiert. Bei der Herstellung von Bioethanol setzt das IKTS bei der Verzuckerung, Entwässerung oder Substrataufbereitung auf organophile Pervaporations-

und Ultrafiltrationsmembranen. Viele dieser äußerst effizienten Verfahren können auch auf andere biotechnologische Gewinnungs- und Aufbereitungsprozesse übertragen werden.

Landwirtschaft

Aspekte wie Ressourceneffizienz, Effektivität von Antibiotika, Nachhaltigkeit der Bodeneigenschaften oder Grundwasserqualität gewinnen heute in der Landwirtschaft an Bedeutung. Die Basis für eine nachhaltige Art des Wirtschaftens liegt in der Behandlung und Nutzung von biomasse- und nährstoffhaltigen Reststoffen, die in der Landwirtschaft als Koppelprodukte entstehen. Diese werden so aufbereitet, dass sie als Dünger, Wasser und Energie wieder in den Produktionskreislauf eingeführt werden können. Dabei werden Stoffkreisläufe nicht isoliert betrachtet, sondern die komplexen Zusammenhänge werden mit Hilfe von Sensorsystemen automatisiert erfasst und analysiert, um die Produktivität durch optimierte Abläufe zu steigern und gleichzeitig Nachhaltigkeit zu erreichen. Das Fraunhofer IKTS bietet hierfür keramische Membranen, Filter, Adsorbentien, Katalysatoren, Sensoren und Energiespeicher an.

- 1 *Photokatalytische Abwasserbehandlung.*
- 2 *Offenzellige Schaumkeramiken zur Abwasserbehandlung und Abgasreinigung.*
- 3 *Keramikgeträgerte Katalysatoren zur industriellen Abgasreinigung.*
- 4 *Keramische Membranen in verschiedenen Rohrgeometrien.*
- 5 *Simulation des Stoff- und Wärmetransports in einem Membranmodul.*



KOMPETENZEN UND INFRASTRUKTUR

Keramische Membranen

- Poröse Träger in Rohr- und Scheibengeometrie
- Membranen von makroporös bis nanoporös
- Dichte, leitfähige und gemischtleitfähige Membranen

Poröse und zelluläre Keramiken

- Kornkeramiken und Extrudate mit engen Porengrößenverteilungen
- Offenzellige Schaumkeramiken mit hohen Porenvolumina > 90 %

Adsorbentien und Speichermaterialien

- Schicht- und Gerüstsilikate auf Basis natürlicher Rohstoffe
- Synthese von Zeolithen und Mischoxiden

Katalysatoren und Katalysatorträger

- Katalysatorentwicklung, -screening, -herstellung und -charakterisierung
- In Form von extrudierten Wabenkörpern, Schaumkeramiken, Membranen, Schüttungen

Elektroden

- Test von Elektrodenwerkstoffen
- Entwicklung funktioneller Schichten zum Korrosionsschutz

Infrastruktur

Teststände zum Prüfen von Membranen, Filtern, Adsorbentien und Katalysatoren (auch mobile für Versuche beim Kunden)

ATEX-konforme Membrananlagen für Lösemittelfiltration und -dampfpermeation

Zentrum für Smarte Landwirtschaft und Wassermanagement

Membranverfahrenstechnik und Partikelfiltration

- Membran- und Filterprüfung
- Entwicklung und Prototypenbau von Anlagen
- Verfahrensauslegung und Pilotierung

Prozesstechnik für biogene Substrate

- Verfahrensentwicklung und -auslegung zur Biomassebehandlung
- Prozesse zur Erzeugung fester, flüssiger und gasförmiger Energieträger
- Engineering von Biogasanlagen

Chemische Verfahrenstechnik

- Modellierung, Validierung und Optimierung von Stofftransport und Reaktion
- Entwicklung und Optimierung katalytischer Prozesse
- Automatisierung von verfahrenstechnischen Systemen

Elektrochemische Verfahrenstechnik

- Prozessentwicklung für Schadstoffabtrennung und Wertstoffrückgewinnung
- Entwicklung und Fertigung spezifischer Elektrolysezellen und Versuchsausrüstungen
- Aufbau und Betrieb von Versuchsanlagen bis zum technischen Pilotmaßstab

Mobiler Teststand für Expositionstests und elektrochemische In-situ-Untersuchungen in der Tiefen Geothermie

Applikationszentrum Membrantechnik

Applikationszentrum Bioenergie

6 Anlage zur dezentralen Erzeugung von Sauerstoff (10 Nm³ O₂/h).

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
Umwelt- und
Verfahrenstechnik

Prof. Dr. Ingolf Voigt
Fraunhofer-Institut für
Keramische Technologien
und Systeme IKTS
Michael-Faraday-Straße 1,
07629 Hermsdorf
Tel. +49 36601 9301-2618
[ingolf.voigt@
ikts.fraunhofer.de](mailto:ingolf.voigt@ikts.fraunhofer.de)

TITELBILD *Technikum zur
Erprobung von keramischen
Membranen für die Reinigung
und Aufbereitung von Wasser,
Lösemitteln und Gasgemischen.*