



Fraunhofer

IKTS

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR
KERAMISCHE TECHNOLOGIEN UND SYSTEME IKTS

ADDITIVE FERTIGUNG VON KERAMIK

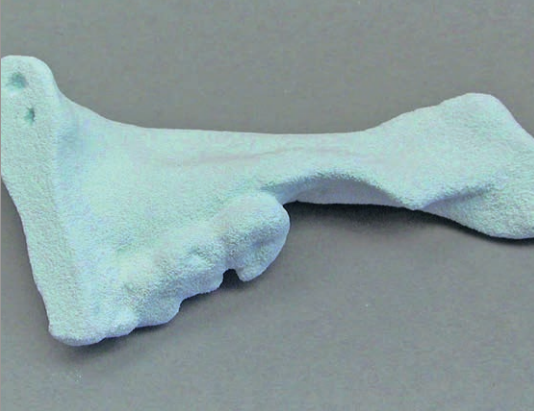


» ADDITIVE FERTIGUNGSVERFAHREN SIND BEREIT, IHREN PLATZ IN DEN FERTIGUNGSHALLEN NEBEN MEHRACHS-BEARBEITUNGSMASCHINEN UND SPRITZ-GUSSANLAGEN EINZUNEHMEN.« *Quelle: VDI*

ADDITIVE FERTIGUNG

Das Fraunhofer IKTS entwickelt Ausgangsstoffe, Verfahren und Systeme für die additive Fertigung hochleistungskeramischer und funktionsintegrierter Bauteile. Darüber hinaus bietet das Forschungsinstitut Technologien und Geräte für die In-line-Prozessüberwachung. Damit versteht es sich als kompetenter, innovativer Partner sowohl für Keramikhersteller und -anwender als auch für Entwickler und Hersteller von Anlagen für die additive Fertigung.

Additive Fertigungsmethoden gestatten Bauteile in einer geometrischen Komplexität herzustellen, die mit herkömmlichen keramischen Formgebungsverfahren nicht realisierbar sind, wie z. B. Komponenten mit komplexen inneren Kanälen. Ein wesentlicher Vorteil besteht weiterhin darin, dass es sich um werkzeugfreie Formgebungsmethoden handelt, womit auch individualisierte Einzelstücke oder Kleinserien ohne hohe Werkzeugkosten effizient gefertigt werden können. Neben der geometrischen Vielfalt bieten additive Verfahren auch die Möglichkeit, die Werkstoffzusammensetzung an jedem beliebigen Punkt des Bauteils zu variieren.

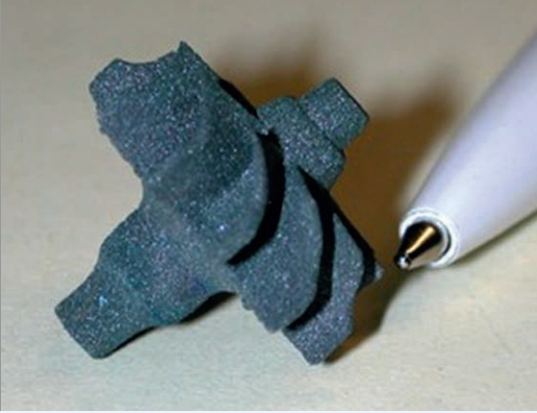


3D-PULVERDRUCK

Das bekannteste additive Verfahren ist der 3D-Pulverdruck (3DP). Über einen Druckkopf wird eine Flüssigkeit auf das Pulverbett dosiert und durch die Wechselwirkung zwischen Flüssigkeit, Pulver und Binder, der entweder in der Flüssigkeit oder im Pulver enthalten ist, die Pulverschicht punktuell verfestigt. Die Dichte der gedruckten Grünkörper ist verfahrensbedingt relativ gering. Somit wird das Verfahren für die Herstellung poröser Bauteile, wie z. B. bioaktive Keramikstrukturen aus Hydroxylapatit, Filter- und Katalysatorträgerstrukturen oder komplexe Keramikkerne und -formen, für den Feinguss genutzt. Die Bandbreite der verwendbaren Materialien ist groß – neben oxidischen und nichtoxidischen Keramiken lassen sich Gläser, Hartmetalle und Metalle in Pulverform verarbeiten.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Materialauswahl und Pulveraufbereitung zur Erzeugung eines Granulats mit hoher Rieselfähigkeit
- Keramikgerechte Bauteilkonstruktion
- Entwicklung von Bauteilen auf Basis eines handelsüblichen 3D-Pulverdruckers (Bauraumgröße: 350 x 250 x 200 mm, minimale Schichthöhe: 87 µm)

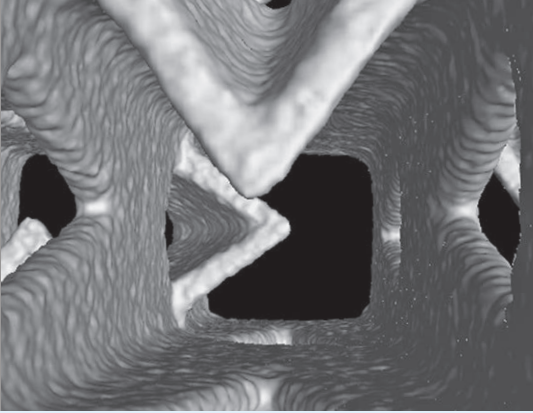


SELEKTIVES LASERSINTERN

Beim Lasersintern wird eine Pulverschicht mittels einer Rakel aufgebracht. Die selektive Verfestigung mit dem Laserstrahl kann zu einem dichten Werkstoffgefüge führen, wenn das Keramikpulver eine flüssigphasenbildende Komponente enthält (z. B. $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ -Mischung). Daneben ist das Lasersintern, wie alle anderen additiven Verfahren, auch allein für die Formgebung des keramischen Grünkörpers nutzbar. So können beispielsweise komplexe SiC-Bauteile hergestellt und mit den üblichen thermischen Nachbehandlungsschritten in SiSiC überführt werden. Die Werkstoffeigenschaften liegen dabei auf demselben Niveau, wie sie mit konventionellen Technologien (Pressformgebung, Grün- und Finishbearbeitung) erreicht werden können.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Materialauswahl und Pulveraufbereitung zur Erzeugung eines Granulats mit hoher Rieselfähigkeit
- Bauteilentwicklung
- SLS-Anlage mit CO_2 -Laser (Wellenlänge: 10,6 μm , Leistung: 100 W) und Faserlaser (Wellenlänge: 1,06 μm , Leistung: 3 bis 500 W), Bauraumgröße: 250 x 250 x 200 mm

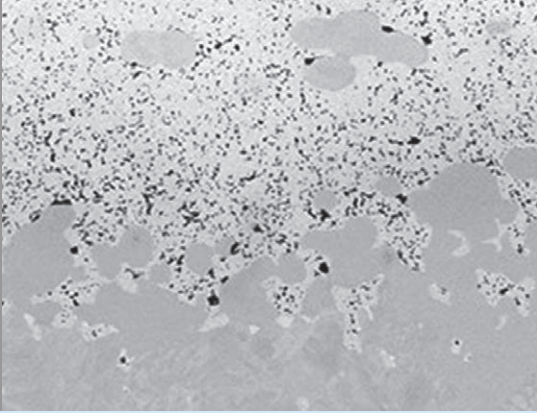


LITHOGRAPHIEBASIERTE KERAMIKFERTIGUNG

Ein speziell für die Keramik entwickeltes Verfahren ist die lithographiebasierte Fertigung (Lithography based Ceramic Manufacturing, LCM). Dabei wird die Aufbauplattform kopfüber in eine keramische Suspension getaucht und alle zu vernetzenden Bereiche mittels Licht einer definierten Wellenlänge gleichzeitig belichtet und verfestigt. Dies erhöht die Produktivität signifikant gegenüber einer punktförmigen Bestrahlung, wie sie bei der Stereolithographie erfolgt. Nach der Aushärtung wird das Bauteil um einen der Schichtdicke entsprechenden Betrag angehoben, neue Suspension aufgetragen und die nächste Schicht belichtet. Nach dem konventionell-thermischen Processing der Grünkörper können bei Al_2O_3 Dichten von mind. 99,4 % der theoretischen Dichte und für ZrO_2 mind. 99,0 % erreicht werden.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von lichthärtbaren Suspensionen aus kundenspezifischen Pulvern
- Bauteilentwicklung auf Basis kundenspezifischer CAD-Daten
- Beratungsleistung bei der Bauteilkonstruktion
- LCM-Anlage (Bauraumgröße: 76 x 43 x 150 mm, Schichthöhe: 25 μm bis 100 μm , laterale Auflösung: 40 μm)



THERMOPLASTISCHER 3D-DRUCK

Der Thermoplastische 3D-Druck (T3DP) ist die einzige additive Fertigungsmethode für Keramiken, die materialunabhängig und zum Aufbau mehrkomponentiger und/oder gradiertes Bauteile geeignet ist. Das Verfahren beruht auf der Verwendung von partikelgefüllten thermoplastischen Massen mit niedriger Schmelztemperatur (80–100 °C), welche mit einem beheizten Dispenser punktuell aufgetragen werden. Die Dispenseinheit bewegt sich über eine fest stehende Plattform und kann dabei in allen drei Raumrichtungen angesteuert werden. Beim Auftrag erstarrt die thermoplastische Masse an den gewünschten Stellen. Dadurch erfolgt die Verfestigung der Masse nahezu unabhängig von den physikalischen Eigenschaften der verwendeten Pulver. Es können mehrere Vorratsbehälter und Dispenseinheiten verwendet und somit unterschiedliche Materialien ortsaufgelöst in einem Bauteil abgeschieden werden.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung geeigneter thermoplastischer Suspensionen aus kundenspezifischen Pulvern
- Materialauswahl für Mehrkomponentensysteme und Entwicklung schwindungsangepasster thermoplastischer Massen
- Entwicklung von Co-Sinterrouten
- Bauteilentwicklung auf Basis kundenspezifischer CAD-Daten



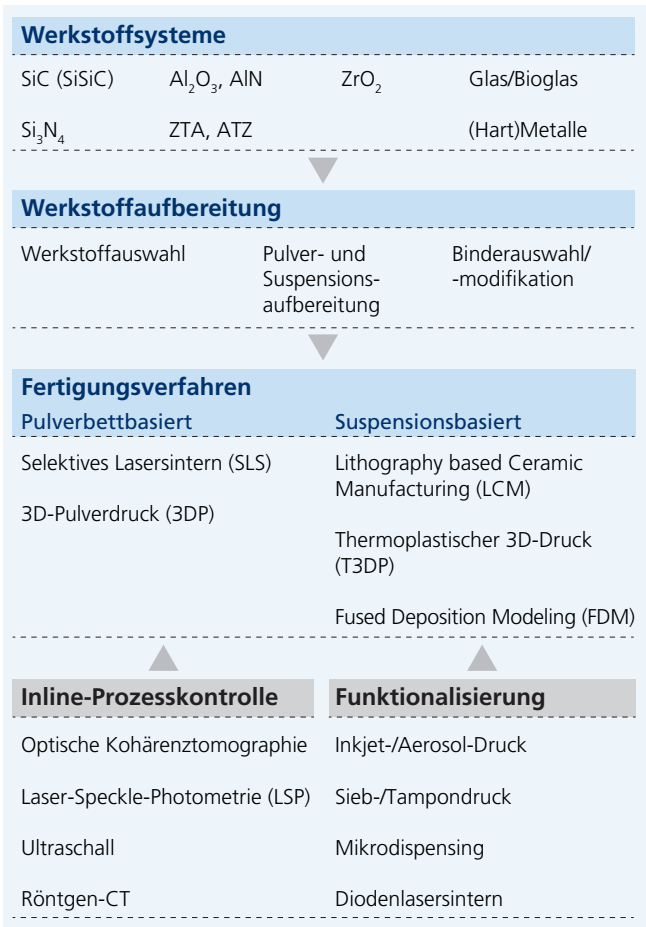
FUNKTIONALISIERUNG VON 3D-KOMPONENTEN

Digitale Druckverfahren sind der Schlüssel, um komplexe 3D- oder freigeformte Komponenten mit funktionellen Strukturen wie Leiterbahnen, Widerständen, Heizleitern oder Sensoren zu beschichten. Hierfür werden verschiedene Mikroextrusions- und Dispensverfahren sowie die Ink- und Aerosol-Jet-Technologie genutzt. Letztere ist dafür in besonderer Weise geeignet, da durch Verdüsung, d. h. Aerosolisierung eine Vielzahl partikelfreier bzw. -haltiger Tinten, selbst feinste Strukturen im Mikromaßstab appliziert werden können. Neben einkomponentigen Aerosoltinten auf Basis gefällter Metallpartikel bieten mehrkomponentige Suspensionen ein besonderes Potenzial, da deren Eigenschaften, Haftfestigkeiten und Ausdehnungsverhalten durch spezielle Glasphasen auf verschiedene Substratmaterialien angepasst werden können.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Herstellung ein- und mehrkomponentiger druckbarer Funktionstinten im Sub- μm -Bereich
- Druck von Schichtdicken zwischen 3 bis 20 μm auf 3D-Objekten bei 20 bis 50 μm Breite
- Anwendungsspezifische Lösungen aus Leitungs-, Widerstands-, Heizer-, Isolationstinten für verschiedene Substrate

KOMPETENZEN





KONTAKT

Formgebung und Additive Fertigung

Dr.-Ing. Tassilo Moritz

tassilo.moritz@ikts.fraunhofer.de

3D-Pulverdruck

Dr. rer. nat. Hans-Jürgen Richter

hans-juergen.richter@ikts.fraunhofer.de

Selektives Lasersintern

Dr.-Ing. Matthias Ahlhelm

matthias.ahlhelm@ikts.fraunhofer.de

Lithographiebasierte Keramikfertigung/ Thermoplastischer 3D-Druck

Dipl.-Ing. Uwe Scheithauer

uwe.scheithauer@ikts.fraunhofer.de

Funktionalisierung von Komponenten

Dr.-Ing. Markus Eberstein

markus.eberstein@ikts.fraunhofer.de

Hybride Mikrosysteme

Dr.-Ing. Uwe Partsch

uwe.partsch@ikts.fraunhofer.de

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.

Das Fraunhofer IKTS arbeitet in acht 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, Optik sowie die Material- und Prozessanalyse.