



WZR ceramic solutions befasst sich bereits seit 2004 mit der Additiven Fertigung keramischer Bauteile. Ziel von WZR ist es, dem zukünftigen Anwender alle Materialien, die notwendigen Prozesse und Parameter bis hin zur Schulung der Mitarbeiter bereitzustellen.

Dr. Wolfgang Kollenberg, Geschäftsführer der WZR ceramic solutions GmbH

KERAMIK UND ADDITIVE MANUFACTURING

Die Additive Fertigung erschließt mit Kunststoffen und Metallen immer mehr Anwendungsgebiete und hat inzwischen einen hohen Bekanntheitsgrad in der Öffentlichkeit erreicht. Demgegenüber scheinen sich die Verfahrensmöglichkeiten der Keramik nur in engsten Kreisen abzuspielen. Keramische Werkstoffe treten zwar in der öffentlichen Wahrnehmung selten auf – abgesehen von Porzellan, Sanitärkeramik oder Fliesen –, sie sind jedoch bei fast allen technischen Prozessen von großer Bedeutung. **Ansichten von Dr. Wolfgang Kollenberg**



Als Strukturkeramik kommen sie in besonders abrasiven und/oder korrosiven Umgebungen zum Einsatz, ihre Biokompatibilität prädestiniert Keramiken für Implantate in der Medizin, bei allen Hochtemperatur- und Schmelzprozessen finden Feuerfest-Keramiken eine Anwendung. Funktionskeramiken sind in der Elektronik unverzichtbar als Isolatoren, Halbleiter, Kondensatoren, Sensoren oder auch Piezoaktoren.

Aufgrund dieser weitreichenden Anwendungsgebiete ist es selbstverständlich, dass auch für Keramiken die additive Formgebung neue Möglichkeiten eröffnet.

Prozesskategorien der Additiven Fertigung

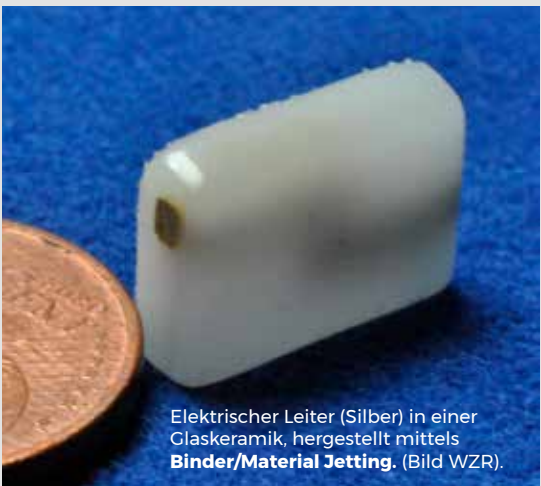
Die Palette der unterschiedlichen Verfahren in der Additiven Fertigung lassen sich aufgrund des Aufbaus in zwei Gruppen unterteilen – wie in der Tabelle ersichtlich.

Prozesskategorien der Additiven Fertigung		
	Aufbau durch	
Zustand des Ausgangsmaterials	Selektive Verfestigung	Selektive Abscheidung
Flüssigkeit/Paste	Vat Photopolymerization	Material Extrusion
		Material Jetting
Pulver	Binder Jetting	
	Directed Energy Deposition	
	Powder Bed Fusion	
Festkörper	Sheet Lamination	



Gießkern, hergestellt mittels **Binder Jetting**. (Bild: WZR)

Die Verfahren, die heute für Keramiken zum Einsatz kommen, sind in dieser Tabelle farbig hinterlegt. All diesen Verfahren ist gemeinsam, dass sie lediglich der Formgebung dienen. Keramische Bauteile müssen in jedem Fall einer finalen Wärmebehandlung (Sinterung) unterzogen werden. Erst durch diesen Prozessschritt entsteht aus keramischen Partikeln ein mechanisch stabiler Verbund. Die damit verbundene Schwindung muss bereits bei der Formgebung als Aufmaß berücksichtigt werden. >>



Elektrischer Leiter (Silber) in einer Glaskeramik, hergestellt mittels **Binder/Material Jetting**. (Bild WZR).



links Designobjekt, hergestellt mittels **Material Extrusion** (Bild: WZR)

rechts Probenträger, hergestellt mittels **Vat Photopolymerization**. (Bild: Steinbach AC)

WZR ceramic solutions befasst sich bereits seit 2004 mit der Additiven Fertigung keramischer Bauteile. Dabei umfassen die Arbeiten die gesamte Prozesskette von der Auswahl geeigneter Rohstoffe und Additive, über die Erprobung und Optimierung von Anlagen bis hin zur kundenspezifischen Entwicklung von Bauteilen. Ziel von WZR ist es, dem zukünftigen Anwender alle Materialien, die notwendigen Prozesse und Parameter bis hin zur Schulung der Mitarbeiter bereitzustellen.

_ Binder Jetting

In den ersten Jahren stand bei WZR das Binder Jetting im Fokus der Arbeiten. Bei diesem Verfahren wird auf die jeweilige Pulverlage lokal ein Binder aufgedruckt. Die Pulverlagen sind zwischen 50 und 100 µm dick, es werden Piezo-Druckköpfe eingesetzt, die auch in der Fliesenindustrie bereits Anwendung finden. Besonderes Augenmerk ist auf die Auswahl der Pulver zu legen: Fließfähigkeit, Packungsdichte und Sinteraktivität sind nur einige der zu beachtenden Parameter. Im Gegensatz zu anderen Additiven Verfahren, sind beim Binder Jetting keine Stützstrukturen notwendig; das ungebundene Pulver übernimmt die Stützfunktion und kann nach der Entnahme des Formkörpers aus dem Pulverbett problemlos entfernt werden. Binder Jetting ist insbesondere für die Fertigung großer keramischer Bauteile geeignet.

Zusätzlich zum Binder können über den Druckkopf auch feinste Partikel aufgedruckt werden. Dadurch kann das Gefüge signifikant verdichtet werden, lokale Gefügeverstärkungen sind möglich, mit metallischen Partikeln können Leiterbahnen direkt beim additiven Aufbau in eine isolierende Keramik eingebracht werden.

_ Material Extrusion

Angeregt durch 3D-Extruder zur Verarbeitung von Ton, die seit einigen Jahren am Markt sind, befasst sich WZR

auch mit diesem – der Material Extrusion zuzurechnenden – Verfahren, um oxidische und nichtoxidische Keramiken zu fertigen. Zur Verarbeitung werden den Pulvern organische Plastifizierer zugegeben. Die plastische Masse wird durch eine Düse extrudiert und der entstehende Strang wird durch die Bewegung der Düse abgelegt. Die Stränge sind auch nach dem Sintern auf der Oberfläche zu erkennen und stellen ein Merkmal dieses Verfahrens dar. Auflösung und geometrische Freiheiten sind zwar limitiert, aber aufgrund der geringen Anlagenkosten ist diese Technik für zahlreiche Anwendungen interessant.

_ Photopolymerisation

Die höchsten Ansprüche an Präzision, Dichte und mechanischer Festigkeit erfüllen Bauteile, die mittels Photopolymerisation hergestellt werden. Dieser, auch als Stereolithographie bekannte Prozess, war das erste – bereits 1984 zum Patent angemeldete – additive Verfahren. Hier werden flüssige Photopolymere in einem Bad gezielt durch lichtaktivierte Polymerisation ausgehärtet. Im Falle der Keramik dienen die Photopolymere als Träger, dazwischen sind keramische Partikel dispergiert. Vor dem Sintern der Keramik müssen die organischen Bestandteile durch eine gesonderte thermische Behandlung entfernt werden. Dieses Verfahren ist primär auf die Herstellung kleiner keramischer Bauteile begrenzt.

_ Auswahl des optimalen Verfahrens

Diese drei Verfahren – weitere sind in der Entwicklung – ermöglichen die Additive Fertigung keramischer Bauteile in einem sehr weiten Spektrum. Jedes Verfahren hat Vorteile – aber auch limitierende Faktoren. Dies abzuwägen und dem Anwender das für ihn optimale Verfahren mit allen notwendigen Prozessschritten bereitzustellen, ist die Aufgabe, die WZR ceramic solutions übernimmt.

www.wzr.cc • **formnext** Halle 3.1, Stand G20