

Neues Verfahren für keramische Multi-Material-Bauteile im 3D-Druck

Direct Inkjet Printing | Immer mehr additive Fertigungsverfahren für keramische Werkstoffe erlangen durch das stetige Weiterentwickeln der Materialien und Prozesse ihre industrielle Reife. Neu ist, dass nun auch Inkjet-basierte Verfahren zur Herstellung dichter keramischer Bauteile kommerziell zur Verfügung stehen.



Multi-Color-Logo aus Zirkonoxiden in unterschiedlichen Farben. Es lassen sich sowohl scharfe als auch fließende Materialübergänge erzeugen

(Bild: Rauschert Heinersdorf-Pressig)



Additiv gefertigte Okklusalfäche eines Backenzahnes in gebranntem Zustand

(Bild: Rauschert Heinersdorf-Pressig)

Das Inkjet-Verfahren Direct Inkjet Printing (deutsch: direktes Tintenstrahldrucken) ermöglicht es, eine wasserbasierte, keramische Tinte mittels Druckköpfen auf ein Substrat aufzutragen. Anschließend lässt sich die gedruckte Schicht kontrolliert trocknen, sodass der flüssige Bestandteil der Tinte verdunstet und das keramische Material zurückbleibt. Durch das Drucken vieler Schichten aufeinander entstehen 3-dimensionale Objekte, die anschließend gebrannt werden. Für die Herstellung geometrisch komplexer Bauteile werden Stützstrukturen aus einem Material gedruckt, welches beim Sintern rückstandsfrei „ausbrennt“. Das tropfenweise Auftra-

gen des Materials ermöglicht eine Auflösung von 45 µm in der Druckebene bei Schichtdicken von 5 µm.

Bei den bereits seit Jahren etablierten Photopolymerisationsverfahren (Stereolithographie, VPP) weisen die Bauteile nach dem Drucken einen hohen Gehalt an Polymeren von bis zu 25 Gew.-% auf. Um voll-keramische Bauteile herzustellen, muss die Organik zunächst in einem separaten Prozessschritt, der sogenannten Entbinderung, aus dem gedruckten Grünkörper entfernt werden. Bei der Entbinderung werden die organischen Bestandteile analog zum keramischen Spritzgussverfahren thermisch zersetzt. Dieser Prozessschritt ist sowohl zeit- als auch energieintensiv und erfordert aufgrund der Freisetzung umweltschädlicher Verbrennungsprodukte eine thermische Nachverbrennung der Abgase.

Im Gegensatz dazu sind beim Direct Inkjet Printing nur maximal 5 Gew.-% an organischen Bestandteilen enthalten. Somit ist ein Vergleich mit schlickergegossenen oder gepressten Grünkörpern gegeben. Durch die Verwendung von Wasser als Dispergiermittel entstehen bei der

Trocknung keinerlei schädliche Emissionen. Der geringe Anteil an Organik macht eine Integration des Entbinderungsschrittes in den Ofenbrand möglich, wodurch Zeit und Kosten gespart werden können.

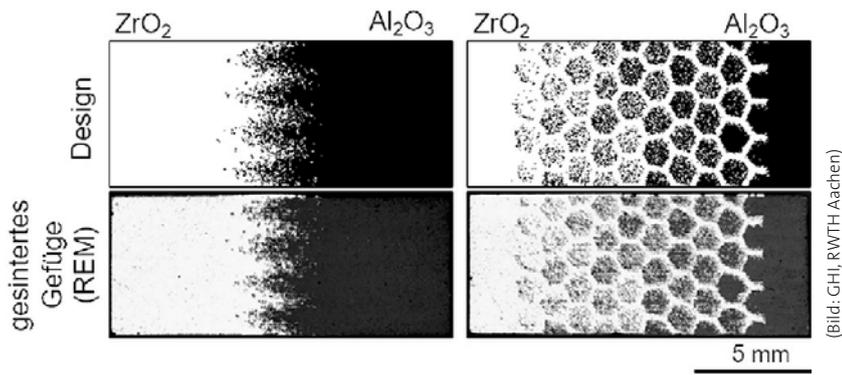
Verschiedene Drucktinten sind miteinander kombinierbar

Im Rahmen medizinischer Einsatzmöglichkeiten spielen ferner die verwendeten Werkstoffe eine entscheidende Rolle. So setzt die Medizintechnik bevorzugt Zirkonoxid (ZrO_2) oder Aluminiumoxid (Al_2O_3) ein. Von Vorteil ist hier vor allem ZrO_2 , welches im Rahmen vieler klinischer Studien in positiver Weise mit körpereigenem Gewebe reagiert hat. Eben jene keramischen Materialien (ZrO_2 und Al_2O_3) ließen sich im Verlauf der letzten Jahre erfolgreich in verdruckbare Suspensionen überführen und bieten somit eine Grundlage für Produktentwicklungen im Bereich der Medizintechnik.

Hierbei liegt der entscheidende technische Vorteil des Direct Inkjet Printing darin, dass die Chance besteht, Multi-Material-Bauteile mit einer höheren Präzision im Vergleich zu anderen additiven Fertigungsver-

IHR STICHWORT

- Additive Fertigung
- Direktes Tintenstrahldrucken
- Herstellung von Multi-Material-Bauteilen
- Verschiedene optische Effekte möglich



Komplexe Multi-Material Übergänge von Zirkonoxid (weiß) zu Aluminiumoxid (schwarz)

verfahren herzustellen – insbesondere innerhalb der Druckebene. Wenn mehrere Druckköpfe zum Einsatz kommen, lassen sich, wie beim Mehrfarben-Tintenstrahl-druck auf Papier, verschiedene Drucktinten mit scharfen und/oder fließenden Übergängen miteinander kombinieren.

Um die technischen Möglichkeiten des Direct Inkjet Printing zu demonstrieren, wurden komplexe fließende Übergänge zwischen einer Zirkonoxid- (weiß) und Aluminiumoxidkeramik (schwarz) entworfen und erfolgreich gedruckt. Ein direkter Vergleich zwischen der Vorlage und dem gedruckten Objekt offenbart Folgendes bei der Herstellung von Multi-Material-Bauteilen: Eine hohe Gestaltungsfreiheit sowie Präzision des Direct Inkjet Printing. Dadurch sind Kombinationen aus einer elektrisch isolierenden Keramik und einem funktionalen, elektrisch leitfähigen Material möglich. Somit lassen sich auch Bauteile mit einer integrierten elektrischen Funktionalität produzieren.

Mögliche Anwendungen hierfür schaffen endoskopische Instrumente – beispielsweise für die Hochfrequenz-Chirurgie – bei denen elektrisch leitende und isolierende Materialien auf engstem Raum kombiniert werden müssen. Zudem ermöglicht das Direct Inkjet Printing künftig geometrisch komplexe Durchführungen, beispielsweise für Herzschrittmacher.

Farbliche Gestaltungsfreiheit für die Dentaltechnik

Des Weiteren erlaubt das Direct Inkjet Printing unter Verwendung entsprechender Werkstoffe optische Effekte wie verschiedene Farben oder Farbverläufe. So können Zirkonoxide in den vier Farben weiß, gelb, pink und grau sowohl mit scharfen als auch fließenden Materialübergängen auf eine Weise vereint werden, die sich mit keinem anderen Fertigungsverfahren weltweit realisieren lassen. Diese farbliche Gestaltungsfreiheit bietet interessante Einsatzmöglichkeiten

in der Dentaltechnik. So kann etwa eine patientenspezifische Farbgebung von Dentalrestaurationen in hoher Qualität verwirklicht werden.

Das patentierte Direct Inkjet Printing wurde am Institut für Gesteinshüttenkunde der RWTH Aachen entwickelt. Im Jahre 2020 hat die Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH eine exklusive Lizenz des Verfahrens übernommen. Mit Rauschert steht nun ein etabliertes Industrieunternehmen hinter dem Verfahren, welches Kompetenzen entlang der gesamten keramischen Prozesskette aufweist, von der Material- und Prozessentwicklung bis hin zum Sintern und der Nachbearbeitung. Ziel ist es, in Kooperation mit strategischen Partnern zum einen die Materialpalette zu erweitern und zum anderen die nächste Druckergeneration zu entwickeln. Damit ist es in Zukunft möglich, das Direct Inkjet Printing als ein industriell einsetzbares 3D-Druckverfahren für dichte Keramiken zu etablieren. ■

Alexander Kremer und Anna Schardt
Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH
Sven Kriegseis
Institut für Gesteinshüttenkunde,
RWTH Aachen

www.rauschert.com

Auf der Messe Formnext: Halle 12.1, Stand B01