

3D-Druck von Keramik mittels Mikroextrusion

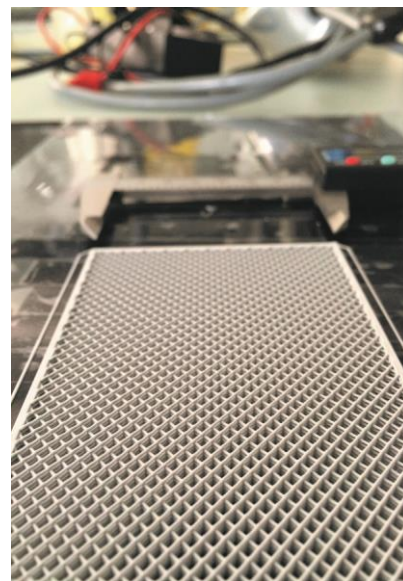
Der 3D-Druck von Keramiken mittels Mikroextrusion ermöglicht die Fertigung von komplexen Strukturbauteilen. Das verwendete System beruht auf dem FDC-Verfahren (Fused Deposition of Ceramics) mit dem Unterschied, dass das Ausgangsmaterial statt als Filament in Pulverform vorliegt. Nach dem Aufschmelzen des Keramik- / Polymer-Pulvers wird das Material als Filament durch eine Düse extrudiert und das Bauteil schichtweise aufgebaut. Ein Komposit aus Aluminiumoxidpulver mit Dispergierhilfsmittel und polymerer Binderkomponente wurde für Parameterstudien an einer zu einem 3D-Drucker modifizierten CNC-Fräse verwendet.

Um eine möglichst glatte, fehlerfreie Oberfläche zu drucken, wurden diverse Parameter getestet. Es wurde der Binderanteil variiert, die Materialzuführung optimiert sowie diverse Versuche mit Hard- und Softwareparametern gemacht. Durch das Senken des Binderanteils konnte die Extrudiertemperatur gesenkt werden. Dies ermöglichte zusätzlich eine erleichterte thermische Entbinderung und eine Verringerung des Sinterschwundes. Die Implementierung einer kontinuierlichen Materialförderung erlaubte ein mehrstündiges Drucken ohne manuellen Eingriff und eine Erhöhung der Druckstabilität. Die Untersuchung diverser Parameter hat gezeigt, dass der Druck, die Extrudiertemperatur, die Layerhöhe und der vorgegebene Düsendurchmesser die grössten Einflüsse auf die Druckqualität haben. Der Polymeranteil von Grünkörpern wurde mittels definiertem Temperaturprofil ausgebrannt, wobei nur bei dünnen Wandstärken und bei porösen Körpern riss- und blasenfreie Bauteile erreicht werden konnten. Um das Potential für keramische Strukturbauteile mit maximaler Festigkeit bei möglichst geringem Gewicht zu untersuchen, wurden Probekörper mit unterschiedlichen Infillstrukturen gedruckt, gesintert und anschliessend mittels 4-Punkt-Biegeversuch Festigkeitswerte ermittelt. Die Ergebnisse haben aufgrund der Probleme beim Entbindern und der daraus folgenden Schwächung der Bauteile nur bedingte Aussagekraft. Auf Basis all dieser Untersuchungen wurden diverse Demonstrationsobjekte gedruckt. Zudem wurden erste Untersuchungen mit neuen Extrudierdüsen durchgeführt. Eine quadratische und vor allem eine schmalere Düse zeigten vielversprechende Ansätze hinsichtlich struktureller Auflösung. Um zukünftig noch komplexere Bauteile drucken zu können, ist es unumgänglich, eine sogenannte Rückzugsfunktion sowie den Einsatz von Stützstrukturen zu implementieren.



Diplomierende
Christian Bernet
Philipp Ledergerber

Dozent
Dirk Penner



Gedruckter Keramik-Filter mit
definierter Infillstruktur