

## Keramikdrucker V2.0

Im Bereich der Additiven Fertigung lassen sich mit dem FDC-Verfahren (Fused Deposition of Ceramics) keramische Bauteile herstellen. Als Ausgangsstoff für den Druckprozess dient ein pulverförmiges Komposit aus Keramik und Kunststoff. Das Komposit wird aufgeschmolzen, durch eine Düse extrudiert und als Bauteil schichtweise aufgebaut. Der so entstandene Grünling wird danach thermisch entbindert und gesintert. Die vorliegende Arbeit behandelt die Entwicklung eines 3D-Keramikdruckers hinsichtlich höherer Prozesssicherheit, gesteigerter Druckqualität und der Möglichkeit, mehrere Druckköpfe bedienen zu können.

Auf Basis des FDM-3D-Druckers (Fused Deposition Modeling) „Velleman K8200“ wurde ein komplett neuer Drucker entworfen, der den gestellten Anforderungen entspricht. Der Druckkopf, welcher den Druck von Keramik-Kunststoff-Pulver mittels Pulverförderung und Extrusion möglich macht, wurde mit Hilfsmitteln wie CAD und FEM-Analyse (Finite-Element-Methode) neu entwickelt. Die Steuerung musste für die neuen Features des Druckers erweitert werden. Schliesslich wurde der Druckkopf mit dem modifizierten 3D-Drucker als Gesamtsystem getestet und verifiziert. Diverse Referenzbauteile konnten gedruckt werden.

Es hat sich gezeigt, dass die Pulverförderung bei einer Arbeitstemperatur von 100 °C prozesssicher abläuft. Der Unterbruch des Druckprozesses wird entweder mit Zurückdrehen oder Zurückziehen der Extruderschnecke im Druckkopf ermöglicht. Das Zurückziehen der Extruderschnecke mit einem Hubmagneten erwies sich als leistungsfähiger und dynamischer. Es konnte eine Abhängigkeit des gemessenen Schmelzedrucks zur Druckgeschwindigkeit aufgezeigt werden. Je höher die Druckgeschwindigkeit ist, desto höher muss dementsprechend die Kraft des Hubmagneten sein. Die Druckqualität konnte vor allem für komplexe Bauteile, bei denen der Druckprozess zwingend unterbrochen werden muss, gesteigert werden. Ein weiterer grosser Vorteil ist die Ansteuerung des Extrudermotors mittels der Wegplanung im Gegensatz zur konstanten Druckregelung des alten Druckers. Dies bringt eine Verbesserung sowohl in der Druckqualität als auch in der Handhabbarkeit des Druckers mit sich und ermöglicht die einfache Variation der Layerhöhe, der Extrusionsbreite sowie der Druckgeschwindigkeit. Die Möglichkeit, einen zweiten Druckkopf zu bedienen, ist vorgesehen. In diesem Fall muss die Firmware für die Ansteuerung der Heizung und Schrittmotoren des zweiten Druckkopfs angepasst werden.



Diplomierende  
Simon Furrer  
Jan Züllig

Dozent  
Stephan Koll



Der 3D-Keramikdrucker 2.0 wurde in dieser Arbeit entwickelt, hergestellt und in Betrieb genommen.



Dieser Keramik-Rundfilter mit einem Durchmesser von 25 mm wurde mit einer Layerhöhe von 0.3 mm gedruckt.