

Herstellung keramischer Bauteile mittels Rapid Prototyping

Ziel dieser Arbeit war die Weiterentwicklung des Aufbaus einer FDC-Technik, einer Methode des Rapid Prototypings, unter Verwendung eines Keramik/Polymerkomposits. Aufbauend auf den Erkenntnissen vorangegangener Arbeiten bezüglich der Kompositformulierung und unter Einsatz des vorhandenen Druckkopfes (Miniatur-Extruder) soll ein funktionsfähiger 3D-Drucker erstellt werden, der die Herstellung kompakter keramischer Bauteile ermöglicht. Zusätzlich sollen Untersuchungen zu idealen Entbinderungsprogrammen durchgeführt und die gesinterten Bauteile charakterisiert werden.

Basierend auf der Literatur sowie verschiedener TGA- und DSC-Analysen wurde das Entbinderungsprogramm durch Versuche mit gepressten Komposit-Proben optimiert. Für die Weiterentwicklung des Druckkopfes zum 3D-Drucker wurde eine Fräsmaschine angeschafft, welche die XYZ-Bewegung und damit die Herstellung von dreidimensionalen Bauteilen ermöglichte. Des Weiteren wurden Versuche bezüglich eines automatischen Materialförderungssystems unternommen, um einen konstanten Materialfluss und somit eine reproduzierbare Bauteilqualität zu erreichen. Die Charakterisierung der Bauteile wurde mittels Mikroskopie und Dichtebestimmung vorgenommen.

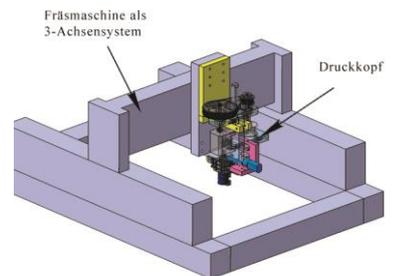
Anhand der angeschafften Fräsmaschine und des vorhandenen Druckkopfes konnte erfolgreich ein funktionsfähiger 3D-Drucker für keramische Bauteile erstellt werden. Ebenso konnte der schichtweise Aufbau anhand von CAD-Modellen zu realen Bauteilen ermöglicht werden. Für die Materialzufuhr wurde eine Schneckenförderung entwickelt und realisiert. Die Kompositformulierung bestand aus Aluminiumoxid, Ethylvinylacetat (EVA) und Stearinsäure.

Untersuchungen bezüglich der Optimierung des Entbinderungsprogramms zeigten, dass sich für den gewählten Keramik/Polymerkomposit drei je zweistündige Haltephasen bei 150 °C, 270 °C und 370 °C sowie eine geringe Heizrate von 10 °C/h zwischen 150 °C und 500 °C bewähren. Die nach der Entbinderung resultierende Al₂O₃-Keramik wurde bei 1500 °C während 3 h gesintert. Die Dichte der untersuchten Bauteile konnte auf 3.12 g/cm³ ermittelt werden. Der Längenschwund wurde zu 24.9 % bestimmt. REM-Aufnahmen zeigten, dass aufeinander gedruckte Stränge vollständig versintert sind. Ebenso zeigten die Untersuchungen teilweise grosse und tiefe Poren im Zentrum der extrudierten Stränge, was auf Extrusionsfehler schliessen liess. Es wurden erfolgreich Bauteile verschiedener geometrischer Komplexität (z.B. Filter) hergestellt.

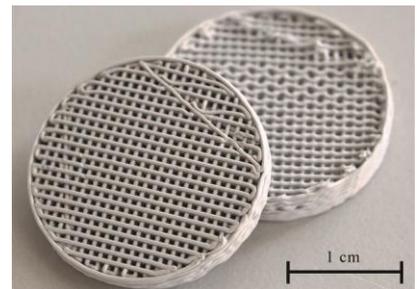


Diplomierende
Ramona Vetterli
Livia Zumofen

Dozent
Dirk Penner



CAD-Modell des 3D-Druckers



Anhand der FDC-Technik gedruckte Bauteile, die zukünftig z.B. als Filter eingesetzt werden könnten