

Entwicklung eines 5-Achsen 3D-Druckers

Fused Filament Fabrication zur Funktionalisierung von konventionell gefertigten Kunststoffbauteilen

Diplomand



Daniel Aeschbacher

Ausgangslage: Durch den Einsatz von additiver Fertigung ist es möglich, Bauteile mit einem hohen Grad an Funktionsintegration herzustellen. Der FFF-Prozess (Fused Filament Fabrication, auch FDM) nutzt dabei verschiedenen thermoplastische Kunststoffe in Form von Filamenten, wie z.B. kurzfaserverstärkten Werkstoffe, elektrisch leitende Werkstoffe oder thermoplastische Elastomere (TPE). Ein interessantes Anwendungsfeld ist deshalb das nachträgliche Bedrucken von konventionell gefertigten Kunststoffbauteilen, welche z.B. durch Spritzguss hergestellt wurden. Das Bedrucken solcher Bauteile mithilfe von herkömmlichen 3D-Druckern ist jedoch aufgrund der geometrischen Gegebenheiten nur in Einzelfällen möglich. Im Rahmen dieser Arbeit soll ein 5-Achsen 3D-Drucker entwickelt und realisiert werden, welcher das Aufdrucken von thermoplastischen Werkstoffen in Form von Filament auf konventionell gefertigte Kunststoffbauteile mit z.T. komplexer Geometrie ermöglicht. Durch die 5-Achsen-Kinematik soll ein flächennormales Bedrucken von konkav und konvex geformten Bauteilen ermöglicht werden.

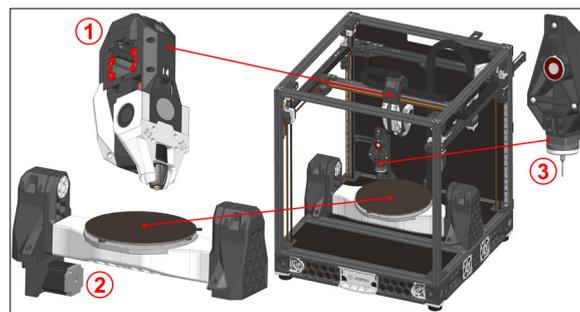
Vorgehen: Vergleichbare industrielle Anwendungen nutzen einen 6-Achsen Roboterarm mit angebaudem Extruder. Aufgrund der dafür nötigen finanziellen Ressourcen wurde auf diesen Ansatz verzichtet. Stattdessen wurde ein open-source Bausatz eines herkömmlichen 3D-Druckers als Grundlage für einen 5-achsigen Aufbau verwendet. Konkret wurde ein "Voron 2.4r2 350mm" ausgewählt, um durch das zusätzliche Hinzufügen von zwei Drehachsen die benötigte Kinematik zu erreichen. Folgende Modifikationen wurden erarbeitet:

- Zwei zusätzlichen Drehachsen.
- Modularer Druckkopf mit hoher geometrischer Bewegungsfreiheit.
- 3D-Tastensystem zur Lagebestimmung der zu bedruckenden Teile im Bauraum.
- Überarbeitung der kompletten Betriebselektronik zur Ermöglichung der 5-achsigen Kinematik.

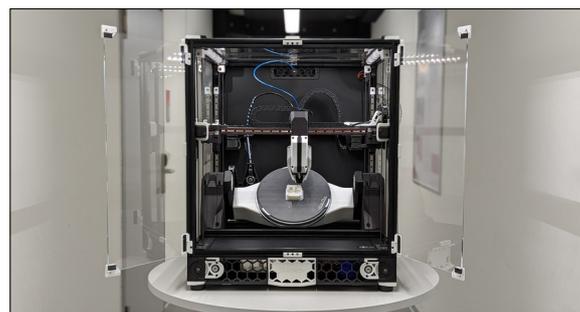
Ergebnis: Zur maximierten Nutzung des vorgegebenen Bauraumes und der visuellen Zugänglichkeit, wurde der Drucker mit der Hauptdrehachse parallel zur X-Achse (AC-Konfiguration) konzipiert. Durch die Kombination der beiden Drehachsen ist somit eine Zugänglichkeit der Oberseite, sowie sämtlichen Seitenfächern eines Objektes möglich. Der bewegliche Bauraum beläuft sich auf $\varnothing 220\text{mm} \times 180\text{mm}$, wobei die A-Achse (Schwenkbrücke) von -90° bis 110° und die C-Achse (Drehtisch) 360° kontinuierlich rotieren kann. Der Drehtisch ermöglicht durch ein gleichmässiges Lochbild den Aufbau verschiedener Spannmöglichkeiten, um Bauteile zu fixieren. Für reinen 5-achsigen 3D-Druck kann dank einer Drehdurchführung eine beheizte Bauplattform

montiert werden. Das 3D-Tastensystem kann als zusätzliches Werkzeug automatisch aus dem Lagerplatz an den Druckkopf gekoppelt werden, um mit verschiedenen Tastzyklen die entsprechenden Koordinaten zu ermitteln. Die Firmware der Druckersteuerung wurde für eine möglichst effiziente und sichere Nutzung entsprechend konfiguriert und mit diversen Makro-Programmen versehen. Erste Testdrucke im 3- und 5-achsigen Bereich verifizierten die mechanische und elektronische Funktionsfähigkeit des Systems. In weiteren Schritten kann durch die Nutzung von open-source oder kommerziell erhältlicher 5-Achs-Slicing Software das Knowhow im Bereich des 5-achsigen 3D-Drucks weiter ausgebaut werden.

CAD-Modell Drucker inkl. entwickelten Komponenten:
1: Druckkopf, 2: AC-Trunnion, 3: 3D-Taster
Eigene Darstellung



5-Achsen 3D-Drucker in ausgearbeiteter Form
Eigene Darstellung



Einfacher Demodruck anhand bedruckter Zylindermantelfläche
Eigene Darstellung



Referent

Daniel Omidvarkarjan

Korreferent

Florian Gschwend,
Geberit International
AG, Jona, SG

Themengebiet

Produktentwicklung,
Konstruktion und
Systemtechnik,
Fertigungstechnik