

3D-Druck mit Mono-Extruder – Filamentwechsel innerhalb einer Z-Ebene/ Druckschicht

„Wer meint, dass es schon Alles gibt, wird nie etwas erfinden.“

YouTube liefert viele Treffer unter dem Stichwort „3D Druck Farbe“, was das große Interesse an farbigen Modellen unterstreicht. Die folgenden Beiträge fand ich besonders interessant:

- „Anycubic Filament wechsel. So muss das sein!“ von Sehertest
<https://www.youtube.com/watch?v=UlnzHKKKe2w>
- „Wie geht Multi-Color-Druck mit Cura und dem Anycubic i3 Mega?“ von LUVIMA
<https://www.youtube.com/watch?v=jUtyo5rJ3u0>

Sie waren der Ausgangspunkt für meine Beschäftigung mit dieser Thematik.

3D-Farbdruck – Technischer Stand

3D-Drucker mit Mono-Extruder erlauben einen Filamentwechsel und somit den Farbwechsel zwischen vollständigen Schichten/Layern, wenn zuvor Druckpausen in den Gcode eingefügt wurden. Dadurch kann ein Modell mit farbigen Bändern und oben oder unten mit einer andersfarbigen Schicht versehen werden. Die mehrfarbige Gestaltung der Ober- oder Unterseite des Modells ist nicht möglich.

Übliche Slice-Programme arbeiten mit einer starren Zuordnung von Z-Wert und Layer-Nummer des Modells bei der Erzeugung des Gcodes. Es ist nicht möglich, einem Layer an der Ober- oder Unterseite des Modells oder dazwischen mehrere Farbbereiche zuzuordnen, weil nur ein Z-Wert verfügbar ist.

Lösung des Problems – Layer-Splitting durch Z-Offset

Die hier vorgestellte Methode für den 2D/3D-Farbdruck mit Mono-Extruder-Druckern setzt bereits bei der CAD-Konstruktion des Modells an. Alle geplanten Farbbereiche auf der Ober- oder Unterseite des Modells werden getrennt zu Volumenkörpern gleicher Dicke extrudiert (ein oder mehrere Layer dick), aber mit einem – um die Dicke des Volumenkörpers – zunehmenden Abstand zur Zeichnungsebene versehen (Z-Offset). Diese „eingeschobenen“ Farbbereiche verschieben alle weiteren Zeichnungselemente nach oben. Das Modell „expandiert“ quasi. Dadurch hat jeder Farbbereich nun seinen eigenen Z-Wert, so dass im Slicer eine eindeutige Nummerierung möglich ist. Im Falle extrudierter Kreissektoren eines Vollkreises (Torte) würde unser Modell einer Wendeltreppe gleichen, bei der die Stufen lückenlos aufeinander folgen. Die CAD-Konstruktion wird wie üblich als STL-Datei exportiert und im Slicer in Gcode umgewandelt.

Vorteil

Bei dieser Methode der Aufteilung eines Layers in mehrere Farbbereiche mit definierten Z-Offsets erlangen diese den Status eines „normalen“ Layers. Eine zusätzliche Erfassung/ Beschreibung der XY-Geometrie der Farbbereiche ist nicht erforderlich, da sie im Slicer erfolgt.

Nachteil

Der Gcode muss allerdings noch bearbeitet werden, um die aus der CAD-Konstruktion stammenden Z-Offsets „heraus zu rechnen“. Dadurch erhalten alle Farbbereiche des gesplitteten Layers wieder die gleiche, also ihre ursprüngliche Z-Höhe. Dieser Vorgang wird im Folgenden als „Nivellierung“ bezeichnet.

Nivellierung

Rechnerisch bedeutet Nivellierung die Korrektur der Z-Werte der Gcode-Datei durch „Herausrechnen“ der Z-Offsets aus der Gcode-Datei.

Modelltechnisch entspricht dies dem Zusammendrücken der „expandierten“ Farbbereiche, so dass sie ihren ursprünglichen Platz im Schichtaufbau des Modells wieder einnehmen (2D). Dadurch kann das Modell später ohne „Lufteinschlüsse“ gedruckt werden. Die Farbbereiche liegen nun wieder nebeneinander und bilden gemeinsam den „mehrfarbigen“ Layer. Weil die Farbbereiche unterschiedliche Layer-Nummern haben, kann man zwischen ihnen später Druckpausen für den Filamentwechsel einfügen und die gewünschten Farbwechsel innerhalb einer Z-Ebene vornehmen.

Ob dies ist nun ein „echter“ Filamentwechsel innerhalb eines Layers, oder zwischen zwei oder vielen Layern mit dem gleichen Z-Wert ist, ist für das Druckergebnis nebensächlich; es ist allenfalls von akademischem Interesse!

Anmerkung: Wenn die Farbbereiche mehrere Layer dick sind, erhalten die Layer ja ohnehin schon verschiedene Layernummern, so dass dies kein besonderes Problem darstellt; die Treppeinstufen wären höher und der Abstand zwischen den Pausen für die Filamentwechsel wäre ebenfalls größer, zum Beispiel nach jedem zweiten, dritten... Layer.

Technische Umsetzung

Die Nivellierung durch manuelle, rechnerische Korrektur der Z-Werte ist zwar bei sehr kleinen Dateien denkbar, jedoch bei größeren Gcode-Dateien (mehrere 100.000 Zeilen) kaum praktikabel. Die Druckpausen können bei nivellierten Gcode-Dateien, genau wie bei „normalen“ Gcode-Dateien, manuell per Plugin im Slicer eingefügt werden.

Beide Aufgaben, die Nivellierung und das Einfügen der Druckpausen, lassen sich mit der hierfür entwickelten Anwendung „**Stauffurter3DeColor**“ (SFT3DeColor) sehr komfortabel erledigen.

Sie verarbeitet Gcode-Dateien des Slicers Ultimaker Cura 4.8.0 ff und wurde ursprünglich für den 3D-Drucker „Anet A8 Plus“ mit der Steuerungssoftware „Repetier-Host“ entwickelt. Mit dem Startformular erfolgt die Nivellierung und mit dem zweiten Formular das Einfügen der Druckpausen in den Gcode. Dabei diente das **Cura-Plugin „Filament Change i3Mega“** für die Druckpause als Vorbild. Das Bordbedienteil des Anet A8 Plus unterstützt den Filamentwechsel während der Druckpause des Plugins (Pausenbefehl „G4“). In den zeitlichen Ablauf des Bordbedienteils kann man nicht eingreifen; die Extrudertemperatur läuft bis auf 240°C hoch, und die Pause dauert deshalb ziemlich lange.

Der schon länger bekannte Pausenbefehl „@pause“ ermöglicht eine optimale Kontrolle über den manuellen Filamentwechsel. Der Drucker bleibt im Pausenmodus, bis man den Filamentwechsel und die Spülung mit Hilfe der Extrudersteuerung im Repetier-Host erledigt hat, und dann „Druck fortsetzen“ wählt. Das klappt auch mit dem Einstiegsmodell „Anet A8“.

Hinweis: Beim Slicen der STL-Datei des 3D-Modells muss in Cura ein Druckerprofil der Anet-Reihe (Anet A8, Anet A8 Plus, Anet ET4, Anet ET5) eingestellt sein. Der Gcode, der von ein und derselben STL-Datei, aber von verschiedenen Slicern und mit verschiedenen Druckerprofilen erzeugt wird, weist Unterschiede auf. Dadurch können, speziell bei der Nivellierung, Fehler entstehen.

Die fertig bearbeitete Gcode-Datei, nivelliert und mit Druckpausen versehen, wird auch von anderen Druckern akzeptiert!

Am einfachsten gestaltet sich der Filamentwechsel bei einem Drucker mit Direkt-Extruder, zum Beispiel dem „Sovol SV01“ (bei deaktiviertem Filamentsensor).

Anwendungsmöglichkeiten

Transparente Drucke analog Glasmalerei, Schilderdruck, gedruckte „Intarsien“, Beschriftung von Skalen, Hobbybereich, Modellbau, Modellbahn, Mosaik, Cartoons