

Drucken in der dritten Dimension

Welche Fehler im 3D-Druck auftreten können und warum nicht jeder Filament-Typ gleich verarbeitet werden kann.

Von Titus Tauro

Der 3D-Druck weist einige Analogien mit klassischen Druckverfahren auf – schließlich geht es auch bei ihm zunächst einmal darum, an den richtigen Stellen die korrekte Menge des gewünschten Materials auszubringen. Beim 3D-Druck ist dieses jedoch keine Druckfarbe oder Tinte im Sinne von CMYK. Zudem ist ein 3D-Druck in der Regel nicht nach wenigen Druckdurchgängen fertig, sondern wird schichtweise fortgesetzt, bis das gewünschte Bauteil vorliegt. Meist schließt sich noch eine Nachbearbeitung an, deren Umfang vom genauen Fertigungsverfahren und der geforderten Oberflächengüte abhängt.

Trotz einer Vielzahl verschiedener additiver Fertigungsverfahren und 3D-druckbarer Werkstoffe benötigt man nach wie vor eine druckbare Datei und einen 3D-Drucker, um etwas additiv herstellen zu können. Vorhandene Druckdaten sind gegebenenfalls noch für den Drucker aufzubereiten oder anzupassen. Neben Druckern, die nur wenige Einstellungen erlauben beziehungsweise erfordern, gibt es auch welche, an denen viele Parameter angepasst werden können. Viele Einstellmöglichkeiten zu haben, ist zunächst einmal gut; daraus ergeben sich jedoch auch viele potenzielle Fehlerquellen, die zu unbefriedigenden

Ergebnissen führen können, wie folgender Praxisfall zeigt.

Ein Hersteller hatte ein TPU-Filament mit einer neuen Rezeptur entwickelt und beauftragte das SID, dieses auf dessen Eignung für das FDM-Verfahren zu testen. Es sollte die Verdruckbarkeit des Materials überprüft und ein detailliertes Materialprofil erstellt werden. Das Filament hatte einen Durchmesser von 2,85 mm und war für die Verarbeitung mit einem Bowden-Drucksystem vorgesehen. FDM (Fused Deposition Modeling) ist das gebräuchlichste 3D-Druck-Verfahren.

Sorgfältige Kalibrierung nötig

TPU (Thermoplastisches Polyurethan) ist flexibel, haltbar, vielseitig und lässt sich dehnen und biegen, ohne dabei zu brechen, weshalb es bei 3D-Druckern beliebt ist. Seine hohe Beständigkeit gegenüber Chemikalien, Ölen und Abrieb prädestiniert es für industrielle Anwendungen. Da TPU in verschiedenen Härtegraden erhältlich ist, können Anwender die für ihre Anforderungen passende Flexibilität wählen.

Das Drucken von weichem TPU erfordert jedoch andere Einstellungen als das Drucken starrer Werkstoffe. Damit das Filament gleichmäßig extrudiert

wird, gut auf dem Druckbett haftet und die einzelnen Schichten miteinander verbunden bleiben, ist eine sorgfältige Kalibrierung notwendig.

TPU ist hygroskopisch. Hygroskopizität ist die Fähigkeit von Stoffen, Feuchtigkeit aus ihrer Umgebung zu binden. Zur Vermeidung feuchtigkeitsbedingter Druckfehler sollte das TPU-Filament mindestens sechs Stunden vor Druckbeginn in einer Trockenbox gelagert werden. Filament-Reste sollten entweder ebenfalls in einer Trockenbox gelagert oder zusammen mit Trockenmitteln wie Kieselgel luftdicht verpackt werden.

Für eine ordnungsgemäße Extrusion und Schichthaftung ist die Drucktemperatur entscheidend. Für das Drucken von TPU sind Werte zwischen 220 und 260 °C üblich. Eine zu niedrige Temperatur kann zu unzureichender Extrusion und schlechter Schichtbindung führen. Eine zu hohe Temperatur kann Fadenziehen und Tropfen verursachen. Häufig ist eine Temperatur von etwa 230 °C geeignet, aber je nach TPU-Filament kann dieser Wert variieren.

Die richtige Bett-Temperatur ist wichtig, um eine gute Haftung der ersten Schicht zu gewährleisten, was für den gesamten Druck relevant ist. Ist sie zu niedrig, haftet das Filament möglicher-

weise nicht richtig, was zu Verzug oder Ablösung während des Druckprozesses führen kann. Für TPU wird ein auf etwa 40 bis 60 °C beheiztes Bett empfohlen.

Typische Druckgeschwindigkeiten für TPU liegen zwischen 15 und 40 mm/s. Durch dessen Flexibilität kann das Drucken von TPU mit hohen Geschwindigkeiten zu Problemen wie unzureichender Extrusion oder Filament-Krümmung führen. Bei geringeren Geschwindigkeiten kann der Extruder das Filament effektiver verarbeiten, der Filamentfluss wird besser kontrolliert, Probleme wie Überspringen oder Verstopfungen werden verhindert, wodurch die Druckqualität steigt.

Die Einzugs-Einstellungen sind besonders wichtig, um Fadenziehen und Tropfen zu vermeiden, die bei TPU häufig auftreten. Verglichen mit starren Filamenten erfordert das elastische TPU kürzere Retraktionsdistanzen und höhere Retraktionsgeschwindigkeiten. Oft sind eine Retraktionsdistanz von 1 bis 2 mm und eine Retraktionsgeschwindigkeit von 20 bis 30 mm/s effektiv. Mit diesen Einstellungen wird das Filament gerade genug zurückgezogen, um Fadenziehen zu verhindern, ohne Verstopfungen oder unzureichende Extrusion zu verursachen.

Die Untersuchungen ergaben, dass das getestete TPU-Filament für eine Verarbeitung im FDM-Verfahren geeignet ist. Neben dem detaillierten Materialprofil gab das SID Empfehlungen zu Einstellungen, mit denen sich qualitativ hochwertige Drucke gewährleisten lassen. Werden diese eingehalten, weist der fertige 3D-Druck die gewünschte Festigkeit und Flexibilität sowie eine hohe Oberflächengüte auf.

Autor Titus Tauro ist Mitarbeiter am Sächsischen Institut für die Druckindustrie (SID). Das Institut ist eine gemeinnützige industriennahe Forschungseinrichtung, deren Aufgabe in der Unterstützung sowie in der Weiterentwicklung der Druckbranche besteht.

Filamentaufbau im 3D-Druck



Beispiel eines guten 3D-Drucks



Beispiel eines schlechten 3D-Drucks