



Bauteil mit Stützstruktur.

# Materialentwicklung für den 3D-Druck von Kunststoffen

Bei verschiedenen additiven Fertigungsverfahren, wie der Vat-Photopolymerisation (VPP), dem Binder Jetting (BJT) und dem Liquid Additive Manufacturing (LAM), werden Harze eingesetzt, die als Flüssigkeit appliziert werden und anschließend in Gegenwart eines Triggers (UV-Strahlung, Wärme oder Feuchtigkeit) reaktiv zum festen 3D-Bauteil aushärten. Auch bei der Verarbeitung von Filamenten im Fused Filament Fabrication (FFF)-Verfahren ist der Einsatz von Reaktivharzen möglich, wie aktuelle Forschungsergebnisse des Fraunhofer IFAM zeigen. Hierbei werden thermoplastisch verarbeitbare, feste Epoxidharze zu Duromeren vernetzt, welche sich hinsichtlich ihrer thermomechanischen Eigenschaften und Medienbeständigkeit besonders auszeichnen.

## Kompetenz des Fraunhofer IFAM

Ein Schwerpunkt des Fraunhofer IFAM ist die Entwicklung reaktiver Harzformulierungen für den 3D-Druck. Hierbei steht neben den finalen Bauteileigenschaften die Abstimmung zwischen Druckprozess und Material im Fokus der Arbeiten.

- Rezepturenentwicklung auf Basis von Epoxiden, Acrylaten, Polyurethanen und Silikonem
- Einstellung von rheologischen und thermomechanischen Eigenschaften
- Abstimmung zwischen Reaktivität der Formulierung und Verfahrensparametern für den Druckprozess

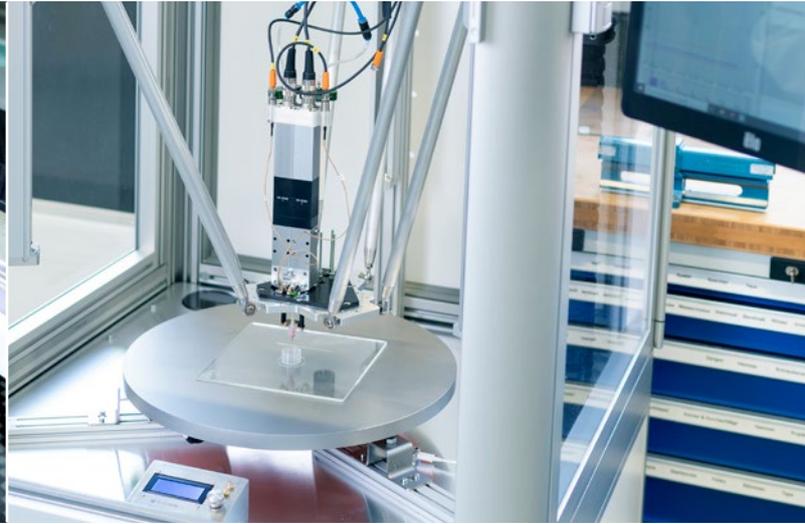
## Vat-Photopolymerisation

Die Vat-Photopolymerisation steht für eine Gruppe von additiven Fertigungsverfahren, bei denen Objekte schichtweise durch selektives Aushärten von flüssigem Harz in Gegenwart von UV-Strahlung erzeugt werden.

Das bekannteste Verfahren dieser Gruppe ist die Stereolithografie (SLA), bei der die Härtung der einzelnen Schichten mit einem UV-Laser erfolgt. Das Fertigungsverfahren zeichnet sich durch eine hohe Genauigkeit, eine sehr gute Oberflächenqualität und physiologische Verträglichkeit aus. Daher wird es vielfach in Medizinprodukten eingesetzt. Das Verfahren ist auch für andere Bereiche geeignet, bei denen es auf hohe Präzision ankommt, wie z. B. beim Formenbau für den Feinguss oder den Polymerspritzguss.

## Formulierung von UV-Harzen

- UV-reaktive (Meth-) Acrylate und Epoxidharze
- Einstellung gewünschter Materialeigenschaften (Schlagzähigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Temperaturbeständigkeit, etc.)



### Fused Filament Fabrication

Bei dem weit verbreiteten Fused Filament Fabrication Verfahren (FFF, FDM) wird ein thermoplastischer Kunststoffaden (Filament) in einem beheizten Druckkopf aufgeschmolzen und schichtweise auf eine Bauplattform appliziert. So können mit wenig Aufwand komplexe dreidimensionale Bauteile aus einer CAD-Datei erzeugt werden. Für das Verfahren werden verschiedene Thermoplast-Filamente eingesetzt. Mit Standardmaterialien wie z. B. Polylactid (PLA) oder Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) lassen sich jedoch keine beständigen und dauerhaft belastbaren Bauteile herstellen. Daher arbeitet das Fraunhofer IFAM an neuen Materialien für das FFF-Verfahren.

#### Formulierungsentwicklung für FFF

- Reaktive Filament-Materialien auf Basis von Epoxidharzen und Polyurethanen, für die Fertigung von vernetzten, temperatur- und medienbeständigen Bauteilen

### Binder Jetting

Beim Binder Jetting (BJT) wird ein Bindemittel auf ein pulverförmiges Ausgangsmaterial appliziert, um Pulverbereiche selektiv zu verkleben. Durch wechselweises Aufbringen mehrerer Schichten von Pulver und Binder wird ein 3D-Bauteil erzeugt. Bei dem Verfahren ist kein Stützmaterial nötig, da das Bauteil während des Druckprozesses vom unbenetzten Pulver gehalten wird. Die gedruckten Bauteile sind jedoch meist nicht besonders stabil, da

die Zwischenräume nicht vollständig infiltriert werden oder der Binder im gedruckten Bauteil nicht die gewünschte Steifigkeit aufweist. Bei der Verwendung von metallischen Pulvern werden die Bauteile daher nachträglich gesintert und vom Binder befreit. Bei polymeren oder anorganischen Pulvern werden die im Bauteil verbliebenen Hohlräume häufig nachinfiltriert.

#### Forschungs- und Entwicklungsthemen

- 1K-Systeme, die z. B. durch UV-Strahlung aktiviert werden können
- 2K-Systeme, bei denen Harz und Härter nacheinander oder simultan appliziert werden

### Liquid Additive Manufacturing

Das Verfahren Liquid Additive Manufacturing (LAM) basiert auf der Applikation von flüssigen oder pastösen Reaktivpolymeren. Dabei erfolgt ein schichtweiser Aufbau des Bauteils, ähnlich dem FFF-Verfahren. Die Härtung erfolgt durch Wärme (z. B. Infrarotstrahlung), UV-Strahlung oder der Reaktion mit Luftfeuchtigkeit. LAM eignet sich für die Herstellung von flexiblen Materialien wie z. B. Dichtungen oder Bauteilen für den orthopädischen und medizinischen Bereich.

#### Formulierungsentwicklung für LAM

- 1K-Systeme (Polyurethane, Acrylate), die durch UV-Strahlung oder Luftfeuchtigkeit aushärten
- 2K-Systeme (Polyurethane, Epoxidharze und Silikone)

Links: Fused Filament Fabrication.

Rechts: Liquid Additive Manufacturing.

**Fraunhofer-Institut  
für Fertigungstechnik  
und Angewandte  
Materialforschung IFAM**  
Klebtechnik und  
Oberflächen

Wiener Straße 12  
28359 Bremen

Institutsleiter  
Prof. Dr. Bernd Mayer

Kontakt

Klebstoffe und  
Polymerchemie  
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lühring  
Tel. +49 421 2246-494  
andreas.luehring@  
ifam.fraunhofer.de

© Fraunhofer IFAM