

Polymer-3D-Druck in Spritzgussqualität

Hochqualitative Bauteile mit optimierten mechanischen Eigenschaften und hervorragender Oberflächenqualität aus dem 3D-Drucker

Immer kürzere Produktlebenszyklen und der Trend zur Produktindividualisierung verlangen eine zunehmende Flexibilität bei der Herstellung und Entwicklung neuer Produkte. Durch den 3D-Druck von Kunststoffteilen in höchster Qualität erreicht die Industrie eine größtmögliche Flexibilität. Der herkömmliche 3D-Druck bietet zwar die Möglichkeit komplexe Prototypen herzustellen, schafft es aber nur annähernd, die Gestalt realitätsnah abzubilden. Die ästhetischen und vor allem die mechanischen Produkteigenschaften, wie etwa Oberflächenrauigkeit, Schlagzähigkeit und Biegefestigkeit, bleiben noch weit hinter jenen von Spritzgussteilen zurück.

Bei generativer Fertigung (GF-Verfahren), zu welcher der 3D-Druck gehört, werden nicht nur die Geometrie, sondern gleichzeitig die Materialeigenschaften während des Herstellungsprozesses realisiert. Mit heutigen GF-Verfahren lassen sich 3D-CAD-Daten direkt in ein physikalisches Bauteil umsetzen.

Zielsetzung

Die Forschungsgruppe am Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie der TU Wien rund um Prof. Jürgen Stampfl hat sich auf die Entwicklung von neuen Materialien und darauf abgestimmten 3D-Druckern spezialisiert. Neben der Verarbeitbarkeit von hochviskosen Kunststoffen und keramischen Schlickern steht dabei die Optimierung der Oberflächenqualität und der mechanischen Eigenschaften im Vordergrund. Ihr Ziel ist es, selbst äußerst komplexe 3D-Geometrien ressourcenschonend – also ohne Materialabfall – herstellen zu können. Dies ermöglicht die Erzeugung von Prototypen, Einzelteilen und Kleinserien, die in ihren Eigenschaften den nach herkömmlichen Fertigungsverfahren erstellten Produkten entsprechen. Damit gelänge es, in einer Prozesskette frühestmöglich Design- und Funktionsfehler zu erkennen und nachträgliche Änderungen sowie damit verbundene Kosten zu umgehen. Vorrangig verfolgt das Team die Verarbeitung von hochviskosen und schlagzäh



3D-gedruckte Polymerstrukturen

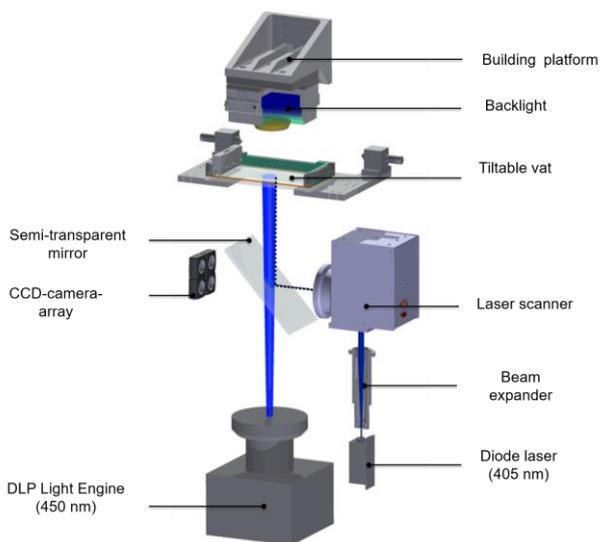
Polymeren, wie sie im industriellen Spritzguss üblich sind (z.B. ABS), aber bisher für den 3D-Druck noch nicht verfügbar waren.

Lösungsansatz

Die von der TU Wien entwickelten 3D-Drucker basieren auf einem eigens entwickelten, stereolithografischen Verfahren (SLA) – also auf der Aushärtung des Materials durch Licht. Damit können unter anderem zähe Polymere, Keramiken und biologisch abbaubare Polymere verarbeitet werden. Hierfür dient ein photosensitives Harz, welches ein festes Polymer bildet, sobald es Licht ausgesetzt wird. Der Drucker nutzt die Technologie der dynamischen Maskenbelichtung mittels DLP-Projektion (Digital Light Processing), die auch eine Adaptierung der Wellenlängen zulässt. Während bisher die gesamte auszuhärtende Struktur in einer Fläche simultan belichtet wurde, ermöglicht eine neue Entwicklung die Kombination mit einem Laser, der Flächen anstatt der DLP-Projektion zusätzlich abrastern kann. Der große Vorteil des SLA gegenüber anderen GF-Verfahren besteht in der hohen Auflösung, die durch den Einsatz des Lasers zusätzlich erhöht wird.

Bisher konnten lediglich Duroplaste, zum Beispiel (Meth-)Acrylate und Epoxide, verarbeitet werden, die

jedoch vergleichsweise unelastisch und daher für viele Anwendungen ungeeignet sind. Durch die Modifikation des Harzsystems gelingt es nun, die thermomechanischen Eigenschaften von industriell eingesetzten Polymeren (z.B. ABS) und auch deren Schlagzähigkeit zu erreichen oder sogar zu übertreffen. Diese Forschung an der TU Wien wurde gefördert von dem Programm EU Horizon 2020 als Projekt Nr. 633192 (ToMax).

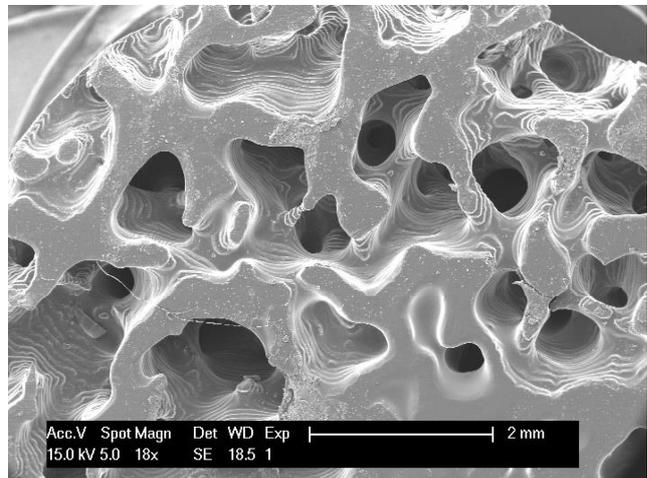


Von der TU Wien entwickelter 3D-Drucker

Ergebnisse

Mit der an der TU Wien eigens entwickelten SLA-Anlage können neben unterschiedlichen Keramiken, wie Aluminiumoxid, Zirkonoxid, Bioglass® und Tricalciumphosphat, erstmals hochviskose Polymere einwandfrei gedruckt werden. Die Anlage ermöglicht es, zelluläre Strukturen mit Wandstärken von 100 µm bei einer Auflösung von weniger als 20 µm umzusetzen. Bauteile mit hoher Festigkeit bei gleichzeitig hoher Bruchdehnung (z.B. Schnappverbindungen) lassen sich ebenso erzeugen wie gummiartige (z.B. Dämpferelemente). Im Vergleich zu herkömmlichen SLA-Materialien wurde die Schlagzähigkeit mit 40 kJ/m² und die Bruchdehnung mit 40 % sowie auch die Wärmeformbeständigkeit beträchtlich verbessert.

Diese neue Technologie stellt eine viel versprechende Alternative zum herkömmlichen Polymerspritzguss für die Herstellung von mechanisch hochbelasteten Bauteilen dar. Gleichzeitig bietet sie eine größere geometrische Gestaltungsfreiheit sowie eine höhere Ressourceneffizienz.



Scaffold – zelluläre Polymerstruktur

Die verwendete SLA-Anlage lässt ein Bauvolumen von 144 × 90 × 160 mm zu und erlaubt die Erzeugung von Bauteilen mit einer lateralen Auflösung von 15 µm bei Schichtdicken zwischen 15 und 100 µm.

Vorteile

- Herstellung von Präzisionsbauteilen mit hoher Auflösung möglich
- Bauteile aus 3D-druckbaren Polymerwerkstoffen mit erhöhter Schlagzähigkeit
- Hohe Fertigungsgeschwindigkeit durch Einsatz des DLP-Verfahrens
- Ressourcenschonende Fertigung komplexer Geometrien mit bester Qualität direkt aus CAD-Dateien
- Material- und energieeffiziente sowie kostenschonende Realisierung voll funktionsfähiger Einzelstücke
- Herstellung unterschiedlicher Einzelstücke oder Kleinserien in werkzeugloser Parallelfertigung
- Fertigung von Produkten mit ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften – ähnlich der Serienproduktion mit Spritzguss, aber ohne deren jeweilige Werkzeugkosten

Kontakt

ao. Univ.-Prof. Dr. Jürgen Stampfl
 TU Wien – Institut für Werkstoffwissenschaft und
 Werkstofftechnologie
 www.tuwien.ac.at
 +43 1 58801 30862
 juergen.stampfl@tuwien.ac.at