

› Verkürzung der Entwicklungszeit durch seriennahe Prototypen

Materialentwicklung für den 3D-Druck

Im Entwicklungsprozess können viele Funktionstests an Prototypen nicht durchgeführt werden, da die in den 3D-Druckprozessen verwendeten Kunststoffe nicht den Serienwerkstoffen entsprechen und somit die Materialeigenschaften nicht dargestellt werden können. Der Einsatz seriennaher Kunststoffe würde zur Absicherung der Bauteileigenschaften einen wesentlichen Beitrag liefern.

Das IWK entwickelt seit mehreren Jahren fachbereichsübergreifend Materialien für die schmelzebasierte additive Fertigung mit Extrusionsverfahren wie Fused Filament Fabrication (FFF), auch bekannt als Fused Deposition Modelling (FDM), oder für das Arburg Kunststoff Freiformen (AKF) auf dem Freeformer. Beide Technologien haben im Gegensatz zu anderen 3D-Druck-Verfahren den Vorteil für kundenspezifische Lösungen Serienmaterial einzusetzen, sei es als Filament oder direkt als Granulat. Das Ziel verschiedener Projekte ist es daher, bestehende Serienmaterialien aus der Kunststoff verarbeitenden Industrie auf ihre Eignung in der Additiven Fertigung zu testen und gegebenenfalls auch dafür zu modifizieren.

Anwendungsspezifische Filamentproduktion

Im Vergleich zu pulverbettbasierten Verfahren, wie Lasersintern (SLS) oder das HP Multijet Fusion (MJF), welche sich aufgrund ihrer effizienten Bauraumausnutzung besser für die Umsetzung von Serien eignen, wurden FFF-Verfahren lange nur für die günstige Realisierung von Anschauungsmustern in der Produktentwicklung verwendet. Mittlerweile hat sich die FFF-Technologie aber stark weiterentwickelt. Schon lange werden damit nicht mehr nur Prototypen umgesetzt. Aufgrund technisch ausgereifteren Maschinen und eines wachsenden Materialspektrums können heute diverse technische Kunststoffe bis zu Hochleistungskunststoffen (z.B. PEEK), Biopolymere oder auch faser- und metallgefüllte Kunststoffe (MIM) verarbeitet werden. Auch können damit Zweikomponentenbauteile oder Bauteile mit metallischen oder elektronischen Einlegern realisiert werden.



Bild 1: Spritzgegossene Sonnenbrillen (blau) und Prototyp aus Originalmaterial hergestellt im AKF-Verfahren.

Für die FFF-Verarbeitung steht am IWK eine Filament-Extrusionsline zur Verfügung, worauf Kunststoffe zu Filamenten verarbeitet werden können. Das IWK nutzt die Anlage zur Abmusterung von Materialien der Industrie für spätere Drucktests, wie auch zur Entwicklung von neuen eigenen Filamenten. So entstand vor einigen Jahren die IWK eigene Filamentmarke Creamelt, unter deren Namen zwei Materialien für Standard-FFF-Drucker angeboten und vertrieben werden. Das eine Material Creamelt PLA-HI ist ein schlagzähmodifiziertes PLA, welches sich sehr gut für die Umsetzung von schlagresistenten Bauteilen bei Raumtemperatur eignet. Das zweite Material ist ein zu 100 % aus recycelten Skischuhen bestehendes Thermoplastisches Elastomer (TPU), welches gummielastische Eigenschaften aufweist und unter dem Namen Creamelt TPU-R angeboten wird. Creamelt TPU-R wurde im Juni 2018 als Winner des erstmals vergebenen German Innovation Awards 2018 ausge-

zeichnet. Nach dem Materialica Gold Award 2017 im vergangenen Jahr ist dies bereits die zweite Auszeichnung, mit der das Material prämiert wurde.

Vergleich 3D-Druck und Spritzgießen

Ziel eines durch die Innosuisse geförderten Projektes mit fünf Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen ist die Herstellung vorgegebener Bauteile aus insgesamt 13 verschiedenen Serienkunststoffen. Die mechanischen Eigenschaftswerte dieser Bauteile hergestellt in additiven Fertigungsverfahren werden mit denjenigen aus dem Spritzgießverfahren verglichen. Im Rahmen des Projekts werden die Prozessführung und Prozessstabilität für das FFF- und AKF-Verfahren für die kundenspezifischen Materialien in einem ersten Schritt an einfachen Bauteilgeometrien und Prüfkörpern experimentell untersucht und evaluiert. Die Prozessparameter wer-

den für jedes Material für die beiden Verfahren optimiert, damit die Prototypen aus Serienkunststoffen bewertet werden können. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Probekörperuntersuchungen wurden die Prozessparameter an den Demobauteilen der Unternehmen umgesetzt und auf ihre Eigenschaften hin geprüft (Bild 1).

Die aktuell verstärkte Diskussion von Umweltthemen in Zusammenhang mit Kunststoffen erhöht das Interesse an Biokunststoffen. 3D gedruckte Bauteile aus Biopolymeren für die Verpackungsindustrie und die Medizintechnik werden daher ebenfalls zunehmend interessanter. In einer internen Studie wurde PLA (Creameit PLA-HI) verwendet aufgrund der guten mechanischen Eigenschaften, Bioabbaubarkeit und Biokompatibilität. Anhand von genormten Prüfkörpern hergestellt im FFF- und AKF-Verfahren sowie im Spritzgiessen wurden die mechanischen Eigenschaften verglichen. Es wurden verschiedene Parameter variiert, unter anderem wie in Bild 2 dargestellt der Schichtaufbau (0°; 45°; 90°) sowie die Düsentemperatur. Die Ergebnisse zeigen, dass die Werte nahe an den Serienprozess Spritzgiessen herankommen und die Streubreite gering ist. Ähnliche Resultate ergeben sich für Zugfestigkeit und Bruchdehnung, lediglich die Schlagzähigkeit fällt deutlich hinter dem Spritzgiessen ab.

Lösliche Stützmaterialien

Die Umsetzung von komplexen Bauteilen mit Überhängen erfordert bei den oben genannten 3D-Drucktechnologien den Einsatz von Stützmaterialien. Diese müssen materialspezifisch einerseits den Schmelzetemperaturen des Baumaterials standhalten, andererseits auf den verschiedenen Polymertypen haften und

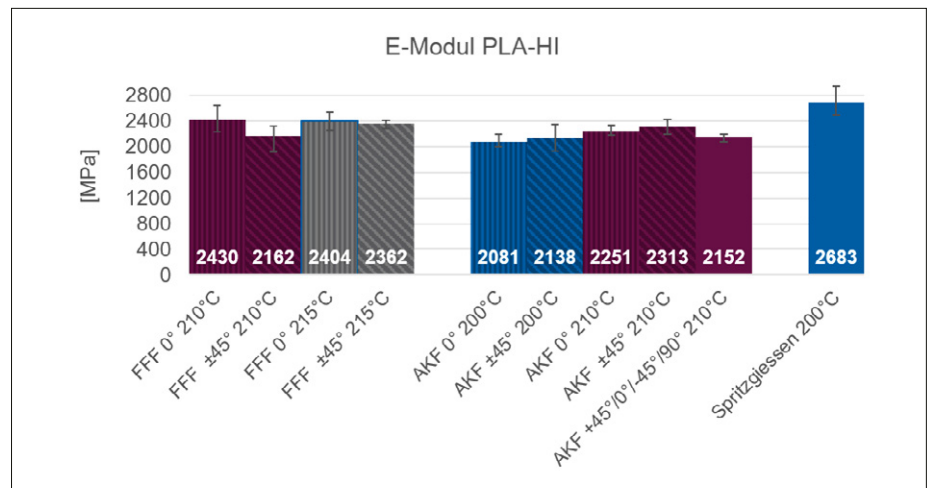


Bild 2: Vergleich des E-Moduls 3D-Druck und Spritzgiessen.

möglichst schwindungs- und verzugsfrei verarbeitbar sein. Auch müssen sie anschliessend wieder rückstandsfrei entfernt werden können, ohne dass die Bauteiloberfläche beeinträchtigt wird. Nicht jedes Stützmaterial funktioniert also mit jedem Baumaterial. Kommt ein neues Baumaterial hinzu muss die Haftung zu bereits vorhandenen Stützmaterialien überprüft oder gegebenenfalls ein neues Stützmaterial gefunden oder entwickelt werden. Auch hier bringt das IWK seine Compoundierkompetenzen ein. Für den Freeformer arbeitet das IWK zusammen mit der Firma Arburg an der Entwicklung und Optimierung von wasserlöslichen Stützmaterialien. Das IWK kümmert sich hierbei um die Compoundierung und wasserlose Granulierung der Materialien und hilft beim Testen und Auswerten der Rezepturen.

Richtiger Einsatz von 3D-Druckverfahren

Als Ergänzung zu den klassischen Kunststoffverarbeitungsverfahren, für individualisierte Serien- und Einzelbauteile sowie

zur raschen Umsetzung von Prototypen und Funktionsmustern in der Produktentwicklung sind additive Fertigungstechnologien längst etabliert. Der rasant wachsende Markt aufgrund der Vielfalt an neuen bzw. optimierten Materialien und Drucktechnologien ist allerdings sehr unübersichtlich. Das IWK bietet Unternehmen Unterstützung bei der Auswahl der geeigneten Technologie für die kundenspezifische Anwendung. Interessierten Firmen bietet jeweils das jährlich im September stattfindende Rapperswiler Kunststoff-Forum einen Einblick in die Forschungsbereiche und eine gute Möglichkeit mit dem IWK in Kontakt zu treten.

Kontakt

IWK Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung
 Prof. Daniel Schwendemann, Leiter Fachbereich Compoundieren und Extrusion
 Oberseestrasse 10
 CH-8640 Rapperswil
 +41 222 4770
 iw@hsr.ch
 www.iwk.hsr.ch

color *technik*

Masterbatch und Compounds



www.colorteknik.swiss