

4.10 Fraunhofer LBF: Polymerisierbare Drucktinten für den porenarmen 3D-Druck und Piezo-Aktoren mit SLM-Gehäuse

In einer Vielzahl von Projekten wird am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF an der Weiterentwicklung additiver Fertigungstechnologien bzw. an deren Anwendung im Kontext der direkten Produktfertigung gearbeitet. Im Rahmen seiner Dissertation hat Christoph Kottlorz 2013 ein Projekt zur Entwicklung polymerisierbarer Tinten und schnell löslicher Pulver für den 3D-Druck (Three Dimensional Printing 3D-P) beschrieben. Trotz des einfachen Verfahrensprinzips, der Ähnlichkeit zu konventionellen 2D-Druckern und der Möglichkeit zur parallelen Verwendung mehrerer Druckdüsen werden die Potenziale des 3D-Drucks für die Herstellung von Kunststoffteilen in kleiner Serie noch nicht vollständig genutzt. Die Gründe sind vielfältig und werden insbesondere auf die Porosität der Bauteile und geringe mechanische Festigkeit zurückgeführt. Ziel des Projektes war deshalb, die Entwicklung neuer Materialsysteme für den Druck porenarmer Körper mit deutlich erhöhter Festigkeit.

Im Projekt wurden sowohl neue Tinten auf der Basis von radikalisch polymerisierbaren Monomeren erprobt als auch die schnelle, aber kontrollierte Polymerisierbarkeit mit neuen Pulvermischungen getestet. Bei der Polymerisation der Monomertinte kam ein Zwei-Komponenten-Initiatorsystem zum Einsatz. Das Pulver bestand zu einem großen Anteil aus einem weichen Elastomer und zu einem kleinen Anteil aus hartem Polymethylmethacrylat (PMMA). Die besten Ergebnisse wurden mit HEMA (Hydroxyethylmethacrylat) als polymerisierbarem Monomer erzielt. Beim 3D-Druck konnten die Poren in der Pulverschüttung durch eine entsprechend hohe Tintenmengen gefüllt werden, die Porosität wurde deutlich verringert. Dadurch konnten erstmals porenarme und mechanisch stabile Prüfteilgeometrien mit hinreichender Transluzenz durch 3D-Drucken hergestellt werden. Im Praxistest wurde eine ähnliche Festigkeit und Dehnbarkeit festgestellt wie beim Spritzguss vergleichbarer industrieller Polymere.

Ein anderer Forschungsbereich des Fraunhofer LBF zielt auf die Entwicklung adaptiver Systeme ab, um fortgeschrittene Methoden der Strukturmechanik und Signalverarbeitung und unter Einbeziehung neuartiger Aktoren und Sensoren zu ermöglichen. Zur Herstellung widerstandsfähiger Gehäuse für Piezo-Aktoren eignen sich Verfahren der Massenfertigung wie das Spritzgießen bislang nicht. Wissenschaftler des Fraunhofer LBF haben deshalb die Verwendung additiver Techniken angestrebt und in einem Projekt den Bau eines monolithischen Gehäuses für einen Piezo-Stapelaktor durch selektives Laserschmelzen (SLM) erfolgreich getestet.

Beim SLM wird Metallpulver durch einen Laserstrahl auf seine Schmelztemperatur erhitzt und die einzelnen Partikel miteinander verschmolzen. Auf diese Weise waren die Fraunhofer Forscher in Zusammenarbeit mit dem Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) der TU Darmstadt in der Lage, ein dichtes und widerstandsfähiges Gehäuse zu erzeugen und die Eigenschaften individuell an die jeweilige Aufgabe anzupassen. Mit dem Verfahren konnte der Großteil des Aufwandes für den Werkzeugbau eingespart und die Herstellungskosten des komplexen Bauteils in kleiner Stückzahl spürbar gesenkt werden. Als Aktor wählten die Forscher einen im Handel erhältlichen piezokeramischen Stapelaktor in den Abmaßen 7 x 7 x 32 Millimeter und mit einer maximalen Blockierkraft von zwei Kilonewton bei maximaler Dehnung von 45 Mikrometer.

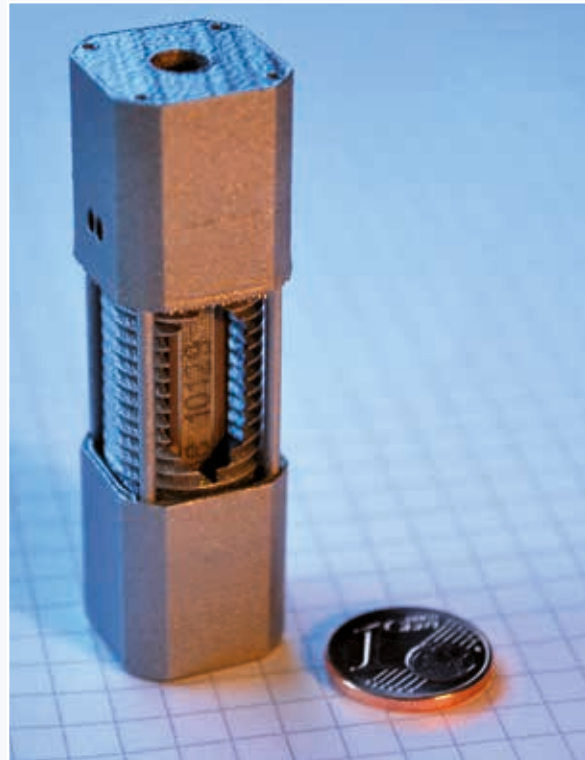
Die größte Herausforderung bestand darin, den Piezoaktor während des additiven Fertigungsprozesses in das entstehende Gehäuse zu integrieren. Dazu wurde der Vorgang des schichtweisen Laserschmelzens unterbrochen, der Aktor eingesetzt und der Prozess weiter fortgeführt. Dabei musste die Erhitzung des Pulverbetts beachtet werden. Die Prozesstemperaturen wirkten sich anschließend positiv aus. Denn die sich nach Abkühlung einstellende thermische Schrumpfung führte zu einer mechanischen Vorspannung des Aktors im Inneren, was sich vorteilhaft auf die Antriebsleistung auswirkte, ohne die hermetische Abdichtung zu beeinträchtigen.

Laut Professor Dr. Tobis Melz, Leiter des Fraunhofer LBF, eröffnen generative Fertigungsverfahren zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten und damit optimierte Topologien von Produkten. Am Fraunhofer LBF wurden Druckmaterialien entwickelt, die mittlerweile ähnliche Festigkeiten und Dehnbarkeiten ermöglichen wie beim konventionellen Spritzguss. Zusätzlich wurde zusammen mit dem Fachgebiet PTW der TU Darmstadt von Herrn Professor Abele ein Verfahren zur generativen Fertigung von gehausten Piezostapelaktoren patentiert, welches ganz neue Einsatzmöglichkeiten zum Beispiel für die Schwingungsminderung und das sogenannte Energy Harvesting erlaubt.

Kontakt

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz (Institutsleiter, komm.)
Bartningstr. 47, 64289 Darmstadt
Telefon: +49 (0)6151 705-252
E-Mail: info@lbf.fraunhofer.de
www.lbf.fraunhofer.de



Piezo-Stapelaktor, der in einem SLM-gefertigten monolithischen Gehäuse untergebracht ist (Quelle: Fraunhofer LBF)