



## Biopolymere für den 3D-Druck – komplett natürlich und biologisch abbaubar

Dr. Kristin Protte

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

In den letzten Jahren hat die Technologie der additiven Fertigung, bekannter als 3D-Druck, große Zuwächse verzeichnet. Ein Großteil der verdruckten Materialien sind Kunststoffe, mit denen viele Non-sense-Produkte wie Einmal-Sonnenbrillen gedruckt werden und die zur weltweiten Müll- und CO<sub>2</sub>-Problematik beitragen, wie das Umweltbundesamt in seiner Studie zu den Umweltfolgen des 3D-Drucks feststellte.

Alternative, aus biologischem Material hergestellte Kunststoffe können dieses Problem nicht lösen, da sie nicht vollständig abbaubar sind und ihre Herstellung energieintensiv ist. Zugleich fallen in der Agrar- und Forstwirtschaft große Mengen an bisher ungenutzten, abbaubaren Biopolymeren an, die das Potenzial haben, nicht-biologische Polymere zu ersetzen.

Einige Biopolymere wie Cellulose wurden bereits im 3D-Druck eingesetzt. Jedoch müssen chemische Bindemittel wie Formaldehyd zugegeben werden, um mechanische Eigenschaften ähnlich denen von Kunststoffen zu erreichen, wodurch die Endprodukte nicht mehr biologisch abbaubar sind.

### Stabil durch Chitin aus Krabbenschalen

Das Forscherteam am Fraunhofer IPA um Dr. Kristin Protte und Dr. Oliver Schwarz befasst sich daher mit der Entwicklung von Herstellungsverfahren verdruckbarer Biopolymermaterialien, die komplett biologisch abbaubar sind und ihre Stabilität durch Einsatz vernetzender Enzyme erhalten. Der Fokus liegt auf dem Einsatz angepasster Enzymsysteme, mit denen ein robuster Herstellungsprozess etabliert werden kann. Ein erstes Projekt befasst sich mit der

Vernetzung von Chitin, das aus Krabbenschalen gewonnen wird.

Nach einer Vorbehandlung mit heißer Lauge geben die Wissenschaftler Laccasen (Enzyme, die in vielen Pilzen, Pflanzen und Mikroorganismen vorkommen und deren Vertreter u.a. Gerbstoffe oxidieren können) und natürliche Gerbstoffe, sogenannte phenolische Verbindungen, zu den vorbehandelten Chitinpartikeln. Dabei werden die Gerbstoffe auf der Oberfläche der Partikel gebunden, die dann untereinander weitere stabile Bindungen ausbauen können. Die nun einsetzende Kettenreaktion können die Wissenschaftler besser kontrollieren, wenn sie die Partikel in eine Matrix aus Gelatine geben.

Der abschließende Aushärtungsprozess wird durch ein weiteres Enzym, die Transglutaminase, die die Gelatine vernetzt, beschleunigt. Entsprechend der gewählten Kombinationen aus Enzym- und Substratkonzentrationen sowie Prozesstemperaturen konnte das Fraunhofer IPA mechanische Eigenschaften ähnlich denen von Kunststoffen erhalten.

### Einsatz des Biopolymers Lignin

Neben Chitin wird auch der Einsatz von Holzpartikeln aus Bruch- und Laubholz als Rohstoff für den 3D-Druck untersucht. Zentrales Polymer für die enzymatische Vernetzung ist Lignin, ein komplexes Makromolekül, das als Stützstruktur in pflanzlichen Zellwänden fungiert und für seine hohe mechanische Stabilität bekannt ist. Als Schutz gegen vorzeitigen Abbau dienen natürliche Schichten, sogenannte Coatings, die ebenfalls am IPA entwickelt werden. Weitere Projekte zu anderen Biopolymeren sind in Vorbereitung.

Durch eine enge Kooperation mit dem Zentrum für Additive Produktion am Fraunhofer IPA können zukünftig innovative Fertigungswege und Drucktechnologien für den Einsatz der abbaubaren Druckmaterialien entwickelt und so neue Wege im Bereich der additiven Fertigung beschritten werden.

Ziel aller Forschungsprojekte ist es, Kunststoffprodukte mit einer mittleren Lebensdauer von ca. zwei Jahren ersetzen zu können. Durch Verzicht auf chemische Bindemittel und Coatings sind diese gedruckten Objekte komplett natürlich und biologisch abbaubar.

### Biologische Transformation: 3D-Druck wird biointelligent

Wer nachhaltig produzieren will, kommt um das Vorbild der Natur nicht herum. Bei ihr gibt es keine Abfälle. Was vergeht, wird zum Baustein für neues Leben. Modell ist die Kreislaufwirtschaft. Wer nach den Prinzipien der Natur produziert und wirtschaftet, nutzt immer mehr Materialien, Strukturen, Prozesse und Organismen der Natur in der Technik. Die Produktion wird biologisch transformiert. Ziel dieser Biologischen Transformation ist letztlich das „biointelligente System“, das große Datenmengen einbezieht und regenerativ, kostengünstig und hochflexibel arbeitet. Die Forschung an Biopolymeren für den 3D-Druck von Kristin Protte und Oliver Schwarz entwickelt Herstellungsverfahren für natürliche, biologisch abbaubare Druckmaterialien. Sie ist ein wichtiger Schritt in Richtung **biointelligenter 3D-Druck**.