

3DFabBio

Tailor-made 3D fabricated products from bio-based, renewable raw materials

Programm / Ausschreibung	Produktion der Zukunft, 16. AS Produktion der Zukunft 2016 CHINA CAS	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.01.2017	Projektende	31.12.2019
Zeitraum	2017 - 2019	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	3D printing, sustainability, low-migration photoinitiators, stereolithography, two-photon-lithography		

Projektbeschreibung

Das Ziel des Projekts ist die Etablierung einer neuen Klasse an bio-basierten, auf nachwachsender Chemie aufbauenden Formulierungen für Lithographie-basierte additive Fertigungstechnologien (licht-basierte 3D Druckverfahren). Die zurzeit kommerziell erhältlichen Formulierungen für Lithographie-basierte additive Fertigungstechnologien (L AMTs) basieren hauptsächlich auf petrochemischen Produkten, die ursprünglich für Beschichtungen in der Lackindustrie entwickelt wurden, z.B. (Meth)Acrylat-Monomere und Oligomere. Trotz des schlechten Rufs der (Meth)Acrylate, aufgrund ihrer gesundheitsgefährdenden Eigenschaften (beispielsweise bekamen sie den Titel „Allergen des Jahres 2012“ verliehen von der amerikanischen Gesellschaft für Kontaktdermatitis) besetzt dieser Typus von lichterhärtbaren Harzen den überwiegenden Marktanteil. Eine weitere kritische Komponente in gegenwärtig angewendeten Formulierungen ist der Photoinitiator, der die Vernetzungsreaktion, ausgelöst durch Licht, startet. Stand der Technik im Bereich der Photoinitiatoren sind kleine Moleküle, welche grundsätzlich migrationsanfällig sind. Beispielsweise wurden im Jahre 2005 in vier europäischen Ländern Spuren von Isopropylthioxanthon (ITX), ein häufig angewendeter Photoinitiator, in Babymilch gefunden. Es wurde ermittelt, dass das ITX aus der lichtgehärtenden Tinte der Milchpackungen stammte.

Die Motivation für dieses Projekt ist es diese drei Probleme der 3D Druckindustrie zu lösen, (1) die Nicht-Nachhaltigkeit und die gesundheitlichen Bedenken bezüglich (2) (Meth)Acrylaten und (3) Photoinitiatoren. Grundlage für die neu entwickelten L-AMT Systeme werden lichterhärtende Harze sein, die auf Biopolymeren, Lignin und Hyaluronsäure, basieren, welche mit lichtvernetzbaaren Gruppen modifiziert wurden. Lignin ist ein Abfallprodukt der Zellstoffindustrie und aus diesem Grund besonders interessant als Rohstoff. Um die Schädlichkeit der Komponenten zu verringern, werden die giftigen (Meth)Acrylate durch wenig giftige Gruppen ersetzt, z.B. durch Vinylester oder durch ungesättigte Fettsäuren, welche die Nachhaltigkeit weiter betonen. Ein anderes wichtiges Ziel des Projekts ist die Entwicklung migrationsstabiler Photoinitiatoren, um weitere gesundheitliche Bedenken zu verringern. Das wird erreicht werden durch die chemische Anbindung der Photoinitiatoren an makromolekulare Komponenten, durch polymere Photoinitiator-Konzepte oder durch chemische Einbindung der Gruppen in das entstandene Netzwerk und eine damit verbundene Immobilisierung. Fortschrittliche Fertigungsmethoden werden daraufhin mit zwei verschiedenen Verfahren des L-AMT ausgeführt, (1) der Stereolithography von den hoch-viskosen bis pastösen Formulierungen in einem neuen und innovativen industriellen Aufbau, um die flexible Produktion von maßgeschneiderten Bauteilen zu demonstrieren, und (2) die Zwei-Photonen-Lithographie in einem experimentellen Aufbau,

um die überragende Auflösung ($\approx 1\ \mu\text{m}$) dieser Vorreitertechnologie zu nutzen.

Abstract

The aim of the project is to establish a new class of bio-based, renewable formulations for lithography-based additive manufacturing technologies (light-based 3D-printing). Currently commercially available lithography-based additive manufacturing technology (L-AMT) formulations are mainly based on petrochemical products originally developed for coatings in the paint industry, e.g. (meth)acrylate monomers and oligomers. Although (meth)acrylates are notorious owing to their hazardous properties (e.g. they were awarded with the title “allergen of the year 2012” by the American Contact Dermatitis Society), these types of photo-curable resins still occupy a major share of the market. Another critical component of current formulations is the photoinitiator, that starts the crosslinking reaction triggered by light. State of the art photoinitiators are small molecules, which are prone to migration, e.g. in 2005 traces of isopropyl thioxanthone (ITX) (a common photoinitiator) were discovered in baby milk in four countries in Europe – it was found that ITX leaked out from the photo-cured ink of the milk cartons.

The motivation of this project is to solve the following three problems of the current 3D printing industry, (1) the non-sustainability, and the hazardous chemistry of (2) (meth)acrylic resins and (3) photoinitiators. Foundation of the new developed L-AMT system will be photo-curable resins based on biopolymers, lignin and hyaluronic acid, which are modified with photo-crosslinkable groups. Lignin is a waste product of the pulp industry and therefore esp. interesting as starting material. In order to decrease the harmfulness of the components, toxic (meth)acrylate groups will be replaced by low-toxic groups, e.g. vinyl esters or unsaturated fatty acids, which further underlines the sustainability. Another important objective of the project is to develop low-migration photoinitiators to decrease further health concerns. This will be accomplished by chemically bonding of photo-sensitive groups to macromolecular components, by polymeric photoinitiator concepts or by chemically incorporating them into the final networks, thus to achieve immobilization of these groups. Advanced manufacturing will be carried out by two types of L-AMTs, (1) stereolithography of the highly viscous to paste-like formulations in a new and highly innovative industrial setup to demonstrate the flexible production of tailor-made products, and (2) two-photon-lithography in an experimental setup to employ the superior resolution ($\approx 1\ \mu\text{m}$) of this cutting-edge technology.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien Institut für Angewandte Synthesechemie

Projektpartner

- Cubicure GmbH