

Selbstreinigende und -abbauende Polymere

Enzyme in Kunststoffe einbinden

Kunststoffe werden in der Regel bei deutlich über einhundert Grad Celsius verarbeitet. Solchen Temperaturen halten Enzyme üblicherweise nicht stand. Forschenden am Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP ist es jetzt gelungen, Enzyme in Kunststoffe einzubauen, ohne dass die Enzyme dabei ihre Aktivität verlieren. Dadurch sind etwa selbstreinigende Materialien oder Anti-Schimmel-Oberflächen möglich.



Herstellung einer durch Beigabe von Enzymen biofunktionalisierten Folie im Verarbeitungstechnikum in Schwarzheide © Fraunhofer IAP

Materialien, die sich selbst reinigen, Anti-Schimmel-Oberflächen besitzen oder sich sogar selbst abbauen können, sind nur einige Beispiele dafür, was möglich wird, wenn es gelingt, aktive Enzyme in Kunststoffe einzubinden. Doch damit die enzyspezifischen Eigenschaften auf die Materialien übertragen werden können, dürfen die Enzyme beim Einbau in den Kunststoff nicht geschädigt werden. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Fraunhofer IAP haben dafür im Rahmen des Projekts „Biofunktionalisierung/Biologisierung von Polymermaterialien

lied BioPol“ eine Möglichkeit entwickelt. Seit Sommer 2018 läuft das Projekt in Kooperation mit der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg. Gefördert wird es vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg.

„Dass es uns nicht um die Produktion von biofunktionalisierten Kunststoffen im Labormaßstab geht, war von Anfang an klar. Wir wollten direkt groß einsteigen, um zu zeigen, dass die technische Herstellung möglich ist“, fasst Dr. Ruben Rosencrantz, Leiter der Abteilung biofunk-

tionalisierte Materialien und (Glyko)Biotechnologie am Fraunhofer IAP, die Ziele des Projekts zusammen. Schon jetzt, nach ungefähr der Hälfte der Laufzeit, zeigen sich große Erfolge: Sowohl im Hinblick auf die Enzyme selbst als auch auf den Verarbeitungsprozess ist die Einbindung von Enzymen gelungen.

Höhere Temperaturstabilität durch anorganische Träger

Die Suche nach einer Möglichkeit, die Enzyme zu stabilisieren, führte die

Forschenden zur Verwendung von anorganischen Trägern. Diese stellen eine Art Schutzrüstung für das Enzym dar, erklärt Rosencrantz: „Wir verwenden beispielsweise anorganische Partikel, die sehr porös sind. Die Enzyme binden an diese Träger, indem sie sich in die Poren einlagern. Auch wenn dadurch die Beweglichkeit der Enzyme eingeschränkt ist, bleiben sie weiterhin aktiv und halten deutlich höheren Temperaturen stand.“ Rosencrantz betont jedoch, es gebe keinen allgemein gültigen Stabilisierungsprozess: „Jedes Enzym ist anders. Welcher Träger und welche Technologie für dessen Beladung am geeignetsten ist, bleibt enzymabhängig.“

Stabilisierte Enzyme auch im Inneren von Kunststoffen

Die Forschenden suchten gezielt nach einer Möglichkeit, die stabilisierten Enzyme nicht nur auf der Oberfläche des Kunststoffs aufzutragen, sondern sie direkt in den Kunststoff einzuarbeiten. „Das ist zwar deutlich schwieriger, aber so können auch Abnutzungerscheinungen an der Materialoberfläche der Funktionalität der Kunststoffe nichts anhaben“, erklärt Thomas Büsse, der das institutseigene Verarbeitungstechnikum für Biopolymere in Schwarzheide leitet.

Um im Weiterverarbeitungsprozess ein optimales Materialergebnis zu erhalten, müssen die stabilisierten Enzyme in der heißen Kunststoffschmelze schnellstmöglich verteilt werden, ohne dass dabei die Krafteinwirkung und die Temperaturen zu hoch werden. Das ist eine Gratwanderung. Mit den erzielten Ergebnissen zeigt sich Büsse jedoch zufrieden: „Wir haben ein Verfahren entwickelt, das sich sowohl für Biokunststoffe als auch für klassische erdölbasierte Kunststoffe wie Polyethylen (PE) eignet. Zusätzlich zeigen unsere



Die Enzyme werden zunächst an anorganische Träger gebunden. Die auf diese Weise stabilisierten Enzyme können dann in die Kunststoffschmelze eingebracht werden, ohne ihre Eigenschaften zu verlieren. © Fraunhofer IAP

Untersuchungen, dass stabilisierte Enzyme nach der Einarbeitung in den Kunststoff nochmals höheren thermischen Belastungen gewachsen sind, als sie es vor der Verarbeitung waren. Das erleichtert den Einsatz der Enzyme und sämtliche Prozessschritte in erheblichem Maße.“

Selbstreinigende Kunststoffe sind erst der Anfang

Bisher haben sich die Forschenden am Fraunhofer IAP vor allem mit Proteasen beschäftigt, was die Wahl des Enzyms betrifft. Diese können andere Eiweiße spalten. Der mit ihnen funktionalisierte Kunststoff erhält dadurch eine selbstreinigende Wirkung. Rohre aus solchen Materialien könnten dadurch beispielsweise weniger leicht zuwachsen oder verstopfen. Aber auch andere Enzyme werden systematisch getestet. Die Kooperationspartner an der BTU Cottbus-Senftenberg setzen

sich beispielsweise verstärkt mit Enzymen zum Kunststoffabbau und zum Abbau von giftigen Substanzen auseinander.

Erste funktionalisierte Kunststoffgranulate, Folien und Spritzgusskörper wurden bereits hergestellt. Dass die darin eingearbeiteten Enzyme weiterhin aktiv sind, haben die Forschenden nachgewiesen. Im nächsten Schritt wird nun die Alltagstauglichkeit in verschiedenen Anwendungen getestet und weiter optimiert. Rosencrantz und Büsse sind optimistisch – und haben bereits eine Patentanmeldung für ihre Forschung eingereicht. ■

Service

Digitalversion

Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/onlinearchiv



Das 1x1 der Kunststoffe:
www.kunststoffe.de/basics



© Fotolia.de | Coprid | tanatat