

Schaumstruktur eines Polybutylen-succinats.

Bild: Fraunhofer IAP

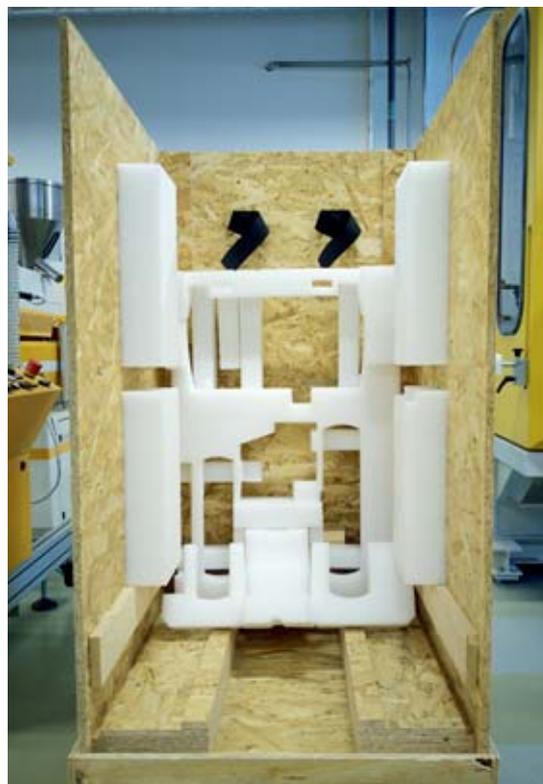
Geschäumter Biokunststoff PBS für Leichtbau, Isolierwerkstoffe und Verpackungsmittel

Schau(m) an, es geht...

Flexible, niedrigdichte Schäume aus Biokunststoffen im Extrusionsverfahren herzustellen war bisher industriell noch nicht möglich. Im Verarbeitungstechnikum Biopolymere des Fraunhofer IAP wurde in einem Projekt die Eignung von PBS-basierten Biokunststofftypen für Schaumanwendungen erforscht und weiterentwickelt.

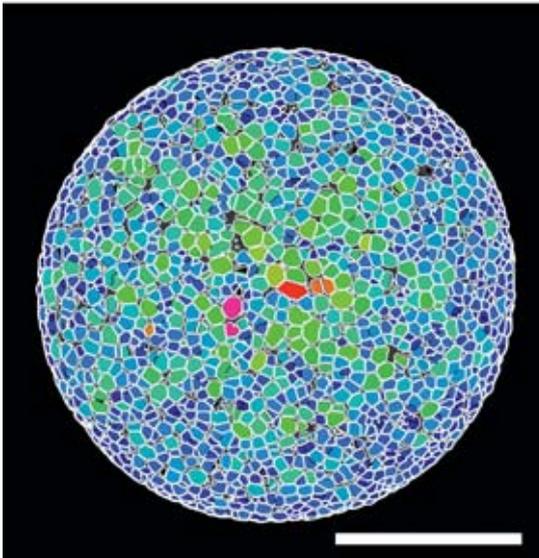
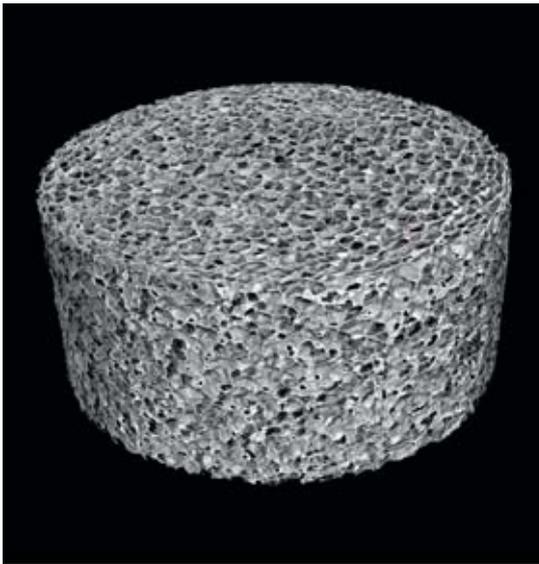
Geschäumte Kunststoffe sind aus Gründen der Isolierenden Wirkung, der Gewichtsreduktion von Bauteilen und der Materialeinsparung in Produktionsprozessen aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Im Transportsektor und der Baubranche helfen sie, die Energieeffizienz zu verbessern sowie Schall- und Lärmbelastungen zu reduzieren. Leichtbauelemente im Fahrzeugbau, Dämmstoffe für den Bausektor oder Verpackungsmittel für den Schutz hochwertiger Produkte sind nur einige Beispiele.

Neben den konventionellen, petrochemisch basierten Kunststoffen besteht ein wachsender Bedarf an Kunststoffen, die entweder aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden (biobasiert) oder unter dem Einfluss der Umwelt schadstofffrei abgebaut werden (bioabbaubar). Hintergrund für den wachsenden Bedarf ist die zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit gelangende Situation rund um die Thematik Kunststoffe in der Umwelt. Aber auch das Fortschreiten des Klimawandels spielt eine Rolle. Die Kunststoffverarbeiter sind gezwungen, sich darauf einzustellen und vorzubereiten. Darum gibt es einen dringenden Bedarf an Lösungen für neue Materialien und Verarbeitungsverfahren. Derartige Biokunststoffe werden heute schon als Folien, Schalen, Becher oder andere Verpackungsmittel eingesetzt, zwar noch mit geringem Marktanteil (0,5 bis 1 %), aber mit kontinuierlichen, jährlichen Steigerungen. Im Zuge der damit einhergehenden Materialentwicklungen rücken weitere Anwendungsfelder wie das der Schaumherstellung in den Fokus.



Transportkiste mit Stoßschutz aus PE-Kunststoffschaum im Verarbeitungstechnikum Biopolymere Schwarzheide.

Bild: Fraunhofer IAP

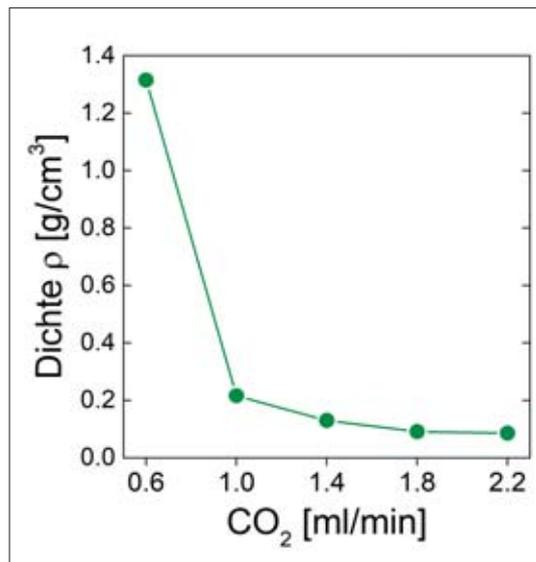


Computertomographische Aufnahme (oben) und die farbocodierte Darstellung der lokalen Porengröße in einem CT-Schnittbild (unten). Maßstab: 7,5 mm. *Bild: BAM*

Deshalb ist die Forschung wichtig

Erst seit wenigen Jahren wird an den prozessseitigen und materialspezifischen Grundlagen für geschäumte Biokunststoffe geforscht und dementsprechend ist fundiertes Anwendungswissen nur in beschränktem Umfang verfügbar. Aus den bisherigen Einsatzgebieten ist jedoch unmittelbar ersichtlich, dass zum Teil erhebliche Materialverbesserungen notwendig sind, die das Fließ- und Dehnverhalten der Kunststoffschmelze (die Schmelzefestigkeit), Blasenbildung und -wachstum sowie das Erstarrungsverhalten betreffen. Um beispielsweise das Fließverhalten, also die scherraten- und temperaturabhängigen Viskositäten zu kontrollieren, müssen die Molekulargewichte und die Kettenarchitekturen angepasst und optimiert werden. Für die Schaumextrusion sind hohe Viskositäten der Polymer-schmelze, aber auch ein ausgeprägtes Scherverdünnungsverhalten vorteilhaft.

Das Eigenschaftsprofil der geschäumten Biokunststoffe wird weiter optimiert.



Dichte von im Extrusionsverfahren hergestellten PBS-Schäumen in Abhängigkeit von der Dosierung des Treibmittels CO₂.

Bild: Fraunhofer IAP

So leicht sind Bioschäume

Hier setzt das Projekt X-Bio-P am Fraunhofer IAP an. Seit August 2020 wurde die Eignung von Kunststofftypen auf Basis von Polybutylensuccinat (PBS) für das Extrusionsschäumen im anwendungsnahen Maßstab erforscht und weiterentwickelt. In der eigens dafür um einen Schmelzekühlmischer erweiterten Extrusionslinie im Schwarzheider Verarbeitungstechnikum für Biopolymere wird CO₂ als nachhaltiges Treibmittel eingesetzt. Mit neu entwickelten Materialrezepturen und einer gezielten Temperatur- und Druckführung sind die Schaumqualitäten präzise und kundenspezifisch einstellbar. Mitteldichte und selbst niedrigdichte Schäume mit spezifischen Dichten im Bereich von 0,3 bis unter 0,1 g/cm³ wurden mittels Extrusionsschäumen realisiert. Für Schaumdichten im Bereich 0,5 g/cm³ bis 1 g/cm³ können alternativ auch chemische Treibmittel eingesetzt werden. Diese PBS-Schäume sind damit der Klasse der hochdichten Schäume zuzuordnen. Mit entsprechender Verfahrensführung können für bestimmte Produkte die gewichtsspezifischen Nachteile des biobasierten Polyesters PBS gegenüber den Polyolefinen wie PE ausgeglichen oder sogar verbessert werden. PBS hat eine Ausgangsdichte von 1,25 g/cm³ und liegt damit etwas niedriger als PET mit 1,38 g/cm³.

In den mechanischen Eigenschaften ähneln die Schäume aus PBS denen auf Basis von Polyethylen, eine beispielhafte Anwendung für einen LDPE-Schaum ist im Bild auf Seite 50 gezeigt. Die PBS-Schäume sind etwas härter. So wurde eine Shore A Härte von 47 für die niedrigdichten PBS-Schäume der Dichte 0,09 g/cm³ auf der geschlossenenporigen Schaumoberfläche gemessen. Für das Referenzmaterial aus LDPE wurde hier ein Shore A Wert von 17 erzielt. Der Unterschied zwischen beiden Schäumen ist auf die aktuell noch höhere Schaumdichte und das höhere E-Modul der PBS-Materialien zurückzuführen. Ungeschäumtes PBS hat einen E-Modul im Bereich von 500 bis 600 MPa.

In Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin wurde die Mikrostruktur der Schäume mittels Computertomogra-



Brennbarkeitsuntersuchung an flammgeschütztem PBS-Schaum.

Bild: Fraunhofer IAP

phie untersucht (CT). Die aus den CT-Aufnahmen bestimmten mittleren Porengrößen liegen bei 440 µm Durchmesser. Die mittleren Wanddicken der Schaumporen bei 60 µm. Die CT-Untersuchungen erlauben weitere Verbesserungen oder produktspezifische Anpassungen des Verfahrens.

Wie die Entwicklungen weitergehen

Das IAP-Team bleibt hier aber nicht stehen. „Schäume müssen auch die brandschutzrechtlichen Vorgaben erfüllen können“, erläutert Thomas Büsse, Leiter des Verarbeitungstechnikums in Schwarzheide. „Wir haben erstmalig Flammenschutzmittel in den PBS-Schäumen eingesetzt. Mit dem Erreichen der Brandschutzklasse V0 im UL94-Test sind wir hoch zufrieden. Ein herzlicher Dank hierfür auch an unsere Kollegen rund um Dr. Arne Schirp am Fraunhofer WKI in Braunschweig, die die Untersuchungen engagiert durchgeführt haben.“ Zudem bietet das eingesetzte phosphorhaltige Flammenschutzmittel ebenso Vorteile in puncto Toxizität und Verträglichkeit mit der Umwelt. Im Brandfall werden hier keine hochgiftigen Dioxine freigesetzt, wie es bei den günstigeren halogenhaltigen Flammenschutzmitteln der Fall sein kann. Noch basieren die phosphorhaltigen Flammenschutzmittel auf kommerziellen, nicht biobasierten Produkten.

Mit einem zusätzlichen, deutlichen Wachstum an geschäumten Biokunststoffen ist zu rechnen, wenn die PBS-basierten Materialien und ihre Eigenschaften gezielt angepasst werden. Vor allem die Vielfalt an PBS-Typen mit hoher Schmelzfestigkeit ist entscheidend. Auch hierfür werden am IAP derzeit mit Hochdruck die Möglichkeiten in der PBS-Synthese ausgebaut, um weitere Anwendungsbereiche und größere Mustermengen zu adressieren. ●

Dank

Die Wirtschaftsregion Lausitz fördert das Projekt X-Bio-P innerhalb des Modellvorhabens „Unternehmen Revier“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und nutzt die Kompetenzen am Fraunhofer IAP, um anschließend ein industrielles Verbundvorhaben regionaler Unternehmen zu initiieren.



Autoren:

- Dr. Jens Balko, Projektleiter am Fraunhofer IAP in Schwarzheide.
- Thomas Büsse, Leiter Verarbeitungstechnikum für Biopolymere am Fraunhofer IAP in Schwarzheide.
- Jens Kunkel, Kunststoffingenieur am Fraunhofer IAP in Schwarzheide.
- Dr. Andreas Kupsch, wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin.
- Frank Wieder, wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin.

Kontakt:

- Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP), Verarbeitungstechnikum Biopolymere, Schwarzheide
jens.balko@iap.fraunhofer.de

Biologisch abbaubare Kunststoffgrundmaterialien

Grafe entwickelt Masterbatches für heimkompostierbare Kunststoffprodukte

Grafe, Blankenhain, arbeitet derzeit an der Entwicklung von PHBV-Projekten. Dabei handelt es sich um einen zu Hause kompostierbaren, ungiftigen, biokompatiblen Kunststoff, der auf natürliche Weise von Bakterien hergestellt wird. Der Kunststoff stellt eine gute Alternative für viele nicht biologisch abbaubare, synthetische Polymere dar.



Bild: Grafe

Neben den Schwierigkeiten der aktuell angebotenen Biopolymere, in Bezug auf Verarbeitung, Eigenfarbe und Tempera-

turbeständigkeit, ist eine andere große Herausforderung deren Ein- und Überfärbung mittels spezifischer Masterbatches. Sowohl das Kunststoffgrundmaterial als auch die Zusatzstoffe sollen einen möglichst geringen Einfluss auf die Umwelt haben und biologisch abbaubar sein, um Zertifizierungsziele zu erreichen. Hierfür orientiert sich das

Unternehmen an der EN 13432, wodurch die Pigmentauswahl und deren Konzentration stark begrenzt werden. Aus diesem Grund sind besonders sehr brillante Farben die aktuelle Herausforderung. Dennoch ist es dem Entwicklungsteam gelungen, beispielsweise das dunkle Grundmaterial von Kaffeekapseln zu überfärben. ●