

Kombiniert zu höherer Nachhaltigkeit

Materialüberblick Bioschäume

Bioschäume kombinieren die Vorteile von Biokunststoffen und Polymerschäumen. Doch welche Kunststoffe und Schaumverfahren stehen für deren Herstellung gegenwärtig überhaupt zur Verfügung? Ein Überblick über den aktuellen Stand bei Bioschäumen.



© Adobestock; Freshidea

Bioschäume sind Polymerschäume aus Biokunststoff. Doch was heißt das genau? Der Begriff Biokunststoff unterliegt keiner genauen Definition und umfasst damit Materialien in einem weiten Bereich. Zu dieser Werkstoffgruppe zählen sowohl erdöl- als auch biobasierte Kunststoffe, die biologisch abbaubar sind, sowie Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe, die nicht biologisch abbaubar sind. Petrobasierte biologisch abbaubare Kunststoffe sind z. B. Polyvinylalkohole oder Polycaprolactone. Ausgangsmaterialien für biobasierte Kunststoffe können u. a. Stärke, Zucker, Cellulose, Proteine oder Lignin sein. Immer häufiger werden auch sogenannte Drop-in-Lösungen eingesetzt. Bei diesen werden erdölbasierte durch nachwachsende Rohstoffe in der Produktion ersetzt, wodurch z. B. Bio-Polyethylen (PE) oder Bio-Polypropylen (PP) mit im Vergleich zu gewöhnlichen

Polyolefinen ähnlichen Eigenschaften entstehen [1].

Seit ca. 2008 besteht ein zunehmendes Interesse an Biokunststoffen. Durch die Verbesserung der Gebrauchseigenschaften konnten erste Biopolymere auch für technische Anwendungen z. B. in der Automobil- und Textilindustrie eingesetzt werden [1]. Das spiegelt sich auch in aktuellen Marktzahlen wieder. Während die weltweite Produktionskapazität von Biokunststoffen im Jahr 2013 noch bei 1,6 Mio. t/a lag, konnte 2018 schon eine Produktion von 2,1 Mio. t/a verzeichnet werden. Diese soll laut Vorhersagen bis 2023 weiter auf 2,3 Mio. t/a wachsen [2,3,4]. Eine Steigerung der Produktionskapazität könnte die Marktpreise der Biokunststoffe schrittweise senken. Das könnte zu einer größeren Bereitschaft von Unternehmen für den Einsatz von Biokunststoffen führen.

Nach DIN 7726 werden Polymerschäume wie folgt definiert: „Schaumstoff ist ein Werkstoff mit über die gesamte Masse verteilten Zellen, offen, geschlossenen oder beides, und einer Rohdichte [...], die niedriger ist als die der Gerüstsubstanz.“ Ein Kunststoffmaterial kann auf verschiedene Weisen aufgeschäumt werden, beispielsweise durch Schaumextrusion, Schaumspritzgießen, dem Partikelschaumverfahren oder etwa dem Polyurethanschaumverfahren. Dabei entstehen unterschiedliche Schaumstrukturen und -dichten.

Geringeres Gewicht und reduzierter Ressourcenverbrauch

Das Aufschäumen des Materials bringt viele Vorteile mit sich. Die geringe Dichte des Schaums verringert das Gewicht des Bauteils erheblich und Rohstoffe werden

eingespart. Beispielsweise hat kompaktes Polystyrol (PS) eine Dichte von ungefähr 1050 kg/m^3 . Aus 1 kg PS kann somit 1 m eines rechteckigen kompakten Profils mit den Abmessungen $1 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ (Höhe \times Breite) hergestellt werden. Durch eine Reduzierung der Dichte auf 500 kg/m^3 ist es möglich, 2 m des Profils herzustellen und dessen Gewicht zusätzlich um die Hälfte zu senken. Wird durch das Aufschäumen des Materials eine Senkung der Dichte auf 100 kg/m^3 erzielt, können mit dem gleichen Rohstoffeinsatz sogar 10 m des Profils hergestellt werden. Das Gewicht von 1 m des Profils verringert sich von 1 kg bei kompaktem Material auf $0,1 \text{ kg}$ beim Schaummaterial. Polymerschäume weisen gute gewichtsspezifische mechanische Eigenschaften auf und haben zudem sehr gute Isolationseigenschaften. Durch den Einsatz von Polymerschäumen wird demnach die Ressourceneffizienz deutlich erhöht und es entsteht eine verbesserte Ökobilanz.

Interesse an Bioschäumen wächst

Anwendungen für Partikelschäume sind vielseitig. Sie kommen u.a. zum Einsatz als technische Formteile, Kühl- und Transportverpackungen, hochwertige Formteile in der Automobilindustrie sowie als Produkte für die Bauindustrie, wie z.B. Dämmplatten. Mit der Schaumextrusion können etwa Flaschen, Schalen, Profile, Flach- und Blasfolien sowie diverse Platten und Schaumkernrohre hergestellt werden. Schäume aus Polyurethan (PUR) werden hauptsächlich im Bausektor z.B. zur Abdichtung, als Dämmstoff, bei Möbeln und Matratzen eingesetzt.

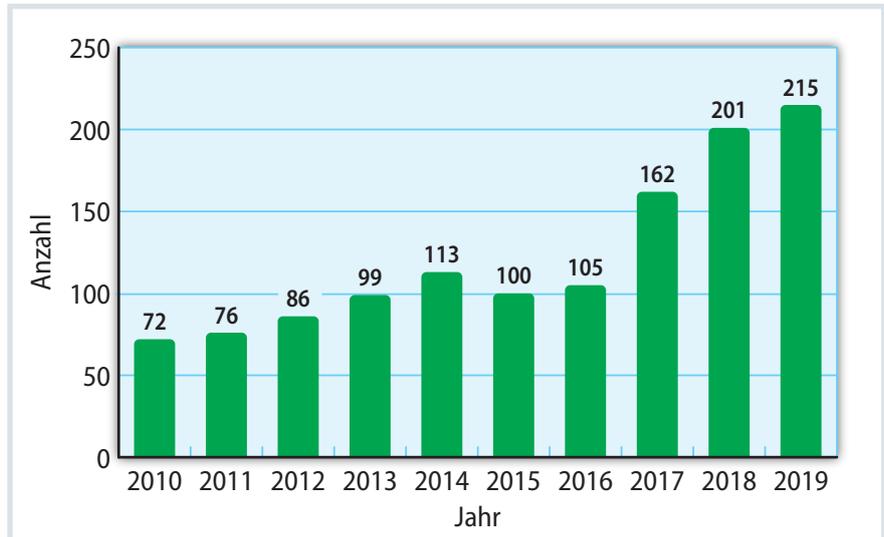


Bild 1. Ergebnisse für Suchen nach „biofoam“ bei Google Scholar: Seit 2017 steigt die Anzahl der Resultate deutlich an. Quelle: SKZ; Grafik: © Hanser

Bioschäume vereinen die Vorteile eines Polymerschums mit denen eines Biokunststoffs und sind daher überaus vielfältig. Egal ob die Bioschäume biologisch abbaubar sind oder nur als Drop-in-Lösung fungieren, die endlichen fossilen Rohstoffquellen werden in jedem Fall geschont. Ist die biologische Abbaubarkeit des Bioschums gegeben, besteht eine weitere Möglichkeit, anfallenden Müll zu verwerten. Falls Bioschäume in die Umwelt gelangen, ist zeitnah ein biologischer Abbau der Abfälle zu erwarten. Das wird durch die große Oberfläche bei gleichzeitig geringer Dicke zusätzlich gefördert. Dadurch kann tendenziell auch die Entstehung von Mikroplastik eingedämmt werden.

Das Interesse an Bioschäumen ist in den letzten Jahren durchgehend ge-

wachsen. Das zeigt etwa die zunehmende Anzahl an im Internet einsehbaren Publikationen zu diesem Thema. Die Suche nach „biofoam“ bei Google Scholar liefert etwa seit 2010 eine deutlich ansteigende Menge an Suchergebnissen (**Bild 1**). Deutlich zugenommen hat das Interesse ab 2017. Das ist sicherlich auch auf die zunehmende Diskussion rund um Recycling und Mikroplastik zurückzuführen. Ein Blick in aktuelle und bereits abgeschlossene Forschungsarbeiten zeigt die Vielfalt der Bioschaumthemen im Bereich der öffentlichen Forschung.

In einem im Oktober 2019 gestarteten 2-jährigen Forschungsprojekt entwickelt das SKZ in Würzburg zusammen mit dem Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe der Universität Bayreuth WPC-Rezepturen (Wood Plastic Composite) für 100 % biobasier- ➤

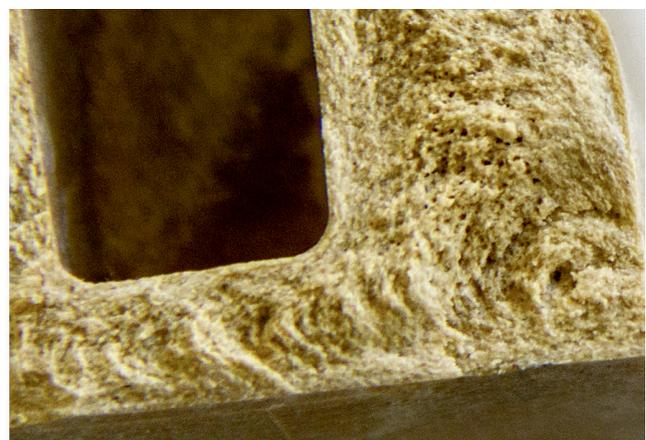


Bild 2. Das SKZ arbeitet gemeinsam mit dem Unternehmen Langmatz am Schäumen von WPC-Compounds (Schaumstruktur links). Dafür wurde ein physikalischer Schaumextrusionsprozess entwickelt. Die Schäume sollen u.a. für Kabelschachtbauteile zum Einsatz kommen (rechts) © Langmatz

te Polymerschäume sowie den dazugehörigen Schaumextrusionsprozess (**Bild 2**). Das Ziel des Forschungsprojekts ist die Entwicklung von geschäumten WPC-Platten auf Basis von Bio-PE und Polylactid (PLA). Der Holzanteil soll zwischen 30 und 60 Gew.-% betragen. Die Dichte der WPC-Schaum-Profile soll auf 500 bis 800 kg/m³ reduziert werden, was dem Niveau von Span- und Faserplatten entspricht.

WPC-Platten aus vollständig biobasierten Schäumen

Dafür werden WPC-Compounds auf Basis biobasierter Polymere erzeugt, deren Schäumbarkeit im Anschluss durch Batch-Schäumversuche im Autoklaven ermittelt wird. Schließlich werden geeignete Compounds als kompakte sowie als Schaumplatten durch physikalisches Schäumen in einem kontinuierlichen Extrusionsprozess hergestellt. Dabei sollen die Platten definiert kalibrierte Profilloberflächen aufweisen. Nach erfolgreich abgeschlossenem Projekt soll ein Einsatz der biobasierten geschäumten WPC-Platten aufgrund ihrer natürlichen Optik und Haptik sowie ihrer isolierenden Eigenschaften im Möbelbau und als Leichtbauelement im Bausektor erfolgen. Die im Projekt entwickelten WPC-Platten sind sowohl ressourcenschonend als auch umweltfreundlich.



Bild 3. Das biobasierte EPS Styropor BMB wird für Thermocon-Kühlboxen von Schaumplast verwendet. Diese kamen u.a. beim Transport von Corona-Impfstoffen zum Einsatz © Schaumplast

Schaumstoffe werden oft nur als kurzlebige Verpackungen eingesetzt. PLA ist ein biologisch abbaubarer und zugleich biobasierter Kunststoff. Daher ist PLA sehr gut für die Substitution von konventionellen Polymerschäumen durch Bioschäume geeignet. Es entstehen neue Entsorgungsmöglichkeiten für den anfallenden Verpackungsmüll und fossile Rohstoffquellen werden geschont. Allerdings hat PLA eine geringe Schmelzeständigkeit, eine langsame Kristallisationskinetik und ist anfällig für hydrolytischen Abbau. Das erschwert die Herstellung von Extrusionsschäumen deutlich. Um PLA im Extrusionsverfahren aufzuschäu-

men, muss es modifiziert werden. Daran wurde in öffentlich geförderten Projekten bereits erfolgreich geforscht. Chemische Modifikatoren, u.a. Epoxide und Peroxide, deren reaktive Wirkung in der Schmelze zu Kettenverlängerung, Verzweigung und Vernetzung führt, ermöglichen eine Erhöhung des Molekulargewichts. Dadurch konnte die Schmelzeständigkeit von PLA erhöht und die Schäumbarkeit im Extrusionsprozess realisiert werden [5,6].

CA fit für den Schäumprozess machen

Neben PLA ist auch Celluloseacetat (CA) ein vielversprechender Biokunststoff, der biobasiert und biologisch abbaubar ist. CA besitzt mit PS vergleichbare Eigenschaften. Die Herstellung eines Extrusionsschaums aus dem Polymer unterliegt allerdings einigen Herausforderungen, weil CA zu einer sehr hohen Wasseraufnahme neigt. Aus diesem Grund kann es bei nicht ausreichender Vortrocknung zum hydrolytischen Zerfall während der Extrusion kommen. Dennoch gelang es in einem öffentlich geförderten Projekt, geschäumte Folien zu extrudieren. Nachteilig an den Folien ist die relativ schlechte Oberflächengüte. Zur Verbesserung der Oberflächengüte wurden deswegen einerseits chemische Co-Treibmittel eingesetzt und andererseits die geschäumten Folien nach Verlassen des Werkzeugs durch eine externe Kontaktkühlung geführt [7]. Durch Variation des Co-Treibmittels sollte außerdem eine Verbesserung des Extrusionsverhaltens sowie eine Erhöhung der Zelldichte erreicht werden [8].



Bild 4. Das italienische Unternehmen L'Isolante nutzt Neopor BMB für Dämmstoffplatten zur Wärmeisolierung von Gebäuden. Durch die Verwendung von erneuerbaren Rohstoffen soll der Bioschaum im Vergleich zu herkömmlichem Neopor über einen 90 % geringeren CO₂-Fußabdruck verfügen © BASF

Eine weitere Studie zum Schäumen von CA befasst sich damit, Schäume aus dem Material für technische Anwendungen wie Dämmplatten herzustellen. Für den Einsatz als Dämmplatte muss jedoch die Compoundrezeptur optimiert werden, weil Dämmplatten eine Brandprüfung bestehen müssen. Daher ist es erforderlich, halogenfreie Flammschutzmittel dem Compound beizumischen. Die Zugabe dieser Flammschutzadditive beeinflusst allerdings sowohl die Verarbeitung als auch das Aufschäumverhalten des CA. Der Einsatz von Treibmittelgemischen ermöglicht dabei die Herstellung von Dämmplatten mit niedriger Dichte [10].

Es existieren außerdem öffentlich geförderte Forschungsarbeiten zur Entwicklung von stärkerbasierten Partikelschäumen und der Herstellung von Formteilen daraus. Das zweistufige Verfahren besteht aus der Herstellung eines expandierbaren Granulats und dem Aufschäumprozess in einem Formwerkzeug. Weder durch Wasserdampf- noch durch Heißluftbeaufschlagung konnten in den Projekten kompakt ausgefüllte Formteile hergestellt werden. Die Verwendung einer beheizten Plattenpresse erwies sich hingegen als geeignet, um kompakte, gleichmäßig aufgeschäumte Formteile auszubilden [9].

Welche Bioschäume bietet die Industrie an?

Partikelschäume auf Basis nachwachsender Rohstoffe haben sich in der Industrie bereits etabliert. Das schwedische Unternehmen Bewi mit BioFoam und BASF mit Ecovio EA, Elastoflex E sowie Styropor BMB (Bild 3) und Neopor BMB (Bild 4) bieten beispielsweise entsprechende Produkte an. BioFoam ist ein Partikelschaum auf Basis von PLA und somit biologisch abbaubar. Das Material hat mit expandiertem PS (EPS) vergleichbare Eigenschaften. Der biobasierte Partikelschaum verfügt über eine Lebensmittelzulassung und verschiedene Zertifizierungen, u. a. die Cradle-to-Cradle-Zertifizierung [11]. Es ist seit 2012 auf dem Markt. Anwendungen für Biofoam sind u. a. Isolierplatten, Transportboxen für die Medizin- und Pharmabranche, Substratkisten, Isolierschalen und Formteile für Heizungsisolierungen [12].

Ecovio EA ist ein zertifiziert kompostierbares, expandierbares Granulat mit einem hohen biobasierten Rohstoffanteil von ca. 85 %. Es kann auf konventionellen Maschinen verarbeitet werden und besitzt in der EU eine Zulassung für den Lebensmittelkontakt [13]. Elastoflex E basiert auf Rizinusöl und ist ein halbhartes System. Durch die offenzellige Schaumstruktur weist der

Schaum sehr gute akustische Eigenschaften auf und ist gut für den Einsatz im Fahrzeuginnenraum geeignet [14]. Die beiden Partikelschäume Styropor BMB und Neopor BMB verfügen über die gleichen Eigenschaften wie klassische Schäume aus fossilen Rohstoffen. Das Haupteinsatzgebiet von ihnen ist die Bau- und Verpackungsindustrie. Sie sind zwar nicht biologisch abbaubar, können aber vollständig recycelt werden [15].

Fazit

Das Interesse an Bioschäumen wächst und sie werden durch das steigende Umweltbewusstsein der Bevölkerung und dem Trend hin zum Leichtbau zukünftig ein aktuelles Thema bleiben. Auch im Hinblick auf endliche Rohstoffquellen, Mikroplastik und Recycling können Bioschäume erfolgreich zu einer Lösung beitragen. Denn alle Bioschäume werden überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt. Zudem werden für die Herstellung von Schäumen weniger Rohstoffe benötigt. Durch die biologische Abbaubarkeit einiger Bioschäume wird die Entstehung von Mikroplastik eingedämmt, auch wenn Abfälle in die Umwelt gelangen sollten. Die meisten Bioschäume können wie herkömmliche Polymere recycelt werden. Trotz vieler Vorteile konnten sich Bioschäume aufgrund verschiedener Herausforderungen beim Aufschäumprozess noch nicht am Markt durchsetzen. Es besteht weiterhin großer Forschungsbedarf bei ihnen. Neben bereits erfolgreich abgeschlossenen Forschungsprojekten laufen deshalb momentan an verschiedenen Forschungseinrichtungen Projekte dazu. ■

Die Autoren

Johannes Rudloff ist Bereichs- und Gruppenleiter Materialentwicklung, Compoundieren und Extrudieren am SKZ; j.rudloff@skz.de
Dr. Marieluise Lang leitet die Kunststoff Center Poraver Service GmbH & Co. KG; lang.marieluise@poraver.de

Service

Literatur & Digitalversion

Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/onlinearchiv

WIR SETZEN STANDARDS:
DAS ORIGINAL UNTER DEN NORMALIEN.



UNSER NEUER
KATALOG IST DA!



Entdecken Sie **nachhaltige** Preisnachlässe sowie **neu** entwickelte Rasterstempel, die Ihre Produktkennzeichnungen **optimal ergänzen** und **erleichtern!**

Bestellen Sie jetzt **Ihren Katalog** auf:
www.opitz-gmbh.de

SCHON AUF 2022 EINGESTELLT?
Jetzt aber **schnell**: Bis zum **28. Februar 2022**
findet unsere Jahreswechsel-Rabattaktion statt!

Opitz GmbH | Magnolienweg 34 | 63741 Aschaffenburg
info@opitz-gmbh.de | www.opitz-gmbh.de

