

Entwicklung einer PET-Materialrezeptur für den Einsatz als Speichermasse in Rotationswärmetauschern

M. Langendorf, I. El Jaouhari, T. Schröder

Institut für Kunststofftechnik Darmstadt ikd

15. Darmstädter Kunststofftag 2018

Projektziel

Das Forschungsprojekt „PET-Rotationswärmetauscher“ findet in Kooperation zwischen der Gesellschaft zur Förderung technischen Nachwuchses GFTN e. V., Darmstadt und der Firma Klingenburg GmbH statt. Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Rotationswärmetauschers mit einer Speichermasse aus Polyethylenterephthalat. Der neue Rotationswärmetauscher soll letztendlich einen gängigen Rotationswärmetauscher mit Aluminiumspeichermasse ohne Mehrkosten substituieren können und dabei einen höheren Wirkungsgrad als bisher erhältliche Modelle erzielen. Weiterhin sollen zusätzliche Bearbeitungsschritte, wie zum Beispiel nachträgliche Beschichtungsprozesse, verhindert werden, indem bestimmte geforderte Eigenschaften durch die reine Speichermasse abgebildet werden. So lassen sich Zeit und Kosten bei der Produktion einsparen. Um dieses Ziel zu erreichen, spielt neben der Verfahrenstechnik zur Fertigung der Speichermasse und ihrer konstruktiven Auslegung, die Entwicklung einer geeigneten Materialrezeptur einen grundlegenden Teil des Entwicklungsprozesses dar. Manche geforderten Eigenschaften, wie das Brandverhalten oder die Fähigkeit zur beschleunigten Wasseraufnahme, können nicht durch das reine Material, sondern nur durch Zugabe ausgewählter Additive realisiert werden. Ziel der Rezepturentwicklung ist es, geeignete Additive zu finden, die dazu beitragen, dass das Material die festgelegten Anforderungen erfüllt. Die beiden wichtigsten Anforderungen bestehen aus der Erfüllung der brandschutztechnischen Auflagen und der Fähigkeit zur Übertragung von Luftfeuchtigkeit. Zudem ist eine Resistenz gegen Chloride wünschenswert. Bei der Auswahl der Additive ist darauf zu achten, dass die mechanischen Eigenschaften des Materials nicht negativ beeinflusst werden und dass sie hygienisch unbedenklich sind. Weiterhin muss sichergestellt werden, dass die Kosten der neuen Materialrezeptur wirtschaftlich tragfähig sind.

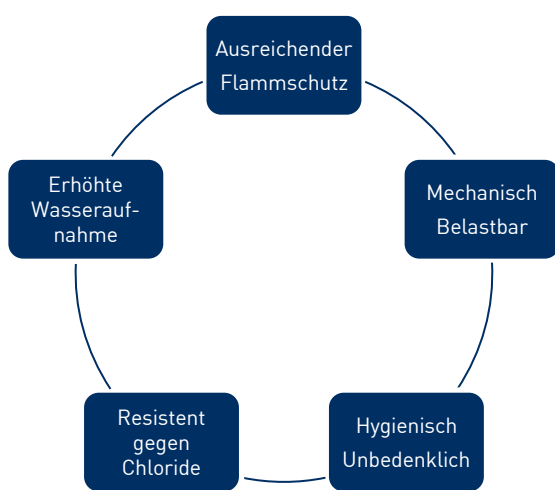


Abbildung 1: Anforderungen an die Materialrezeptur

Flammschutz

Damit die neu entwickelte Speichermasse aus PET in der Praxis eingesetzt werden darf, muss diese zunächst die vorgegebenen brandschutztechnischen Auflagen erfüllen. Hierfür muss das Brennverhalten nach DIN 4102 oder DIN EN 13501 klassifiziert werden, wobei die Mindestanforderung bei der Erfüllung der Brandschutzklasse B2 liegt. Aus sicherheitstechnischen Gründen wird jedoch angestrebt

die Brandschutzklasse B1 zu erreichen. Da dünne Folien aus reinem PET diesen Anforderungen in der Regel nicht gerecht werden, ist es notwendig das Grundmaterial entsprechend flammhemmend auszurüsten. Theoretisch lässt sich dies durch additive Flammschutzmittel, reaktive Flammschutzmittel oder an der Oberfläche aufgetragene Coatings realisieren [1]. Da reaktive Flammschutzmittel jedoch schon bei der Synthese des Polymers in die Molekülkette eingebracht werden müssen und man auf zusätzliche Beschichtungsprozesse wie Coatings verzichten möchte, stellt der Einsatz von additiven Flammschutzmitteln die einzige zielführende Lösung dar. Die Flammschutzmittel lassen sich nach DIN EN ISO 1043-4 in Halogenverbindungen, organische und anorganische Phosphorverbindungen, Stickstoffverbindungen, Bor- und Zinkverbindungen, Siliziumverbindungen, Metalloxide, -hydroxide, -salze und Graphit unterteilen [2]. Die flammhemmende Wirkung wird hierbei entweder durch physikalische oder chemische Prozesse hervorgerufen, wobei auch mehrere dieser Prozesse parallel ablaufen können. Derzeit gibt es noch keine Präferenz für die Wirkweise oder die Art des eingesetzten Flammschutzmittels, jedoch lassen sich bestimmte Arten von Flammschutzmitteln aufgrund ihres Eigenschaftsprofils von vornerein ausschließen. So stellen die hohe Verarbeitungstemperatur von PET, der Wunsch nach einer möglichst geringen Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften und die Forderung nach hygienischer und gesundheitlicher Unbedenklichkeit Ausschlusskriterien dar, die es bei der Auswahl der Additive zu beachten gilt. Derzeit ist der Einsatz von Flammschutzmitteln auf Phosphorbasis aufgrund ihrer guten flammhemmenden Eigenschaften am denkbarsten, wobei diese insbesondere auf ihre hygienische und gesundheitliche Unbedenklichkeit geprüft werden müssen.

Wasseraufnahme

Spricht man über Wasseraufnahme, muss man zunächst zwischen Absorptions- und Adsorptionsvorgängen unterscheiden. Während die Wassermoleküle bei der Absorption in das Material migrieren und sich im freien Volumen des absorbierenden Stoffes anlagern, werden diese bei der Adsorption lediglich an dessen Oberfläche gebunden. Sollen Rotationswärmetauscher nicht nur ausschließlich Wärmeenergie, sondern auch Luftfeuchtigkeit übertragen, arbeiten sie dabei nach dem Prinzip der Adsorption. Damit die Speichermasse in der Lage ist die Luftfeuchte zu übertragen, werden Aluminiumspeichermassen in der Regel mit einer zusätzlichen Beschichtung ausgestattet, die ihnen die Fähigkeit zur Adsorption verleiht. Da bei der neuen Speichermasse aus PET auf zusätzliche Beschichtungsprozesse verzichtet werden soll, ist es notwendig die Fähigkeit zur Wasseraufnahme durch eine entsprechende Komponente in der Materialrezeptur zu realisieren. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass das Material die Feuchte nicht nur aufnehmen, sondern nach kurzer Zeit auch wieder abgeben kann. Zur Beurteilung dieses Verhaltens wird die sogenannte Rückfeuchtezahl bestimmt. Um ein geeignetes Additiv zu finden, sollen auch hier mehrere Stoffe untersucht und bewertet werden. Eine Möglichkeit stellt der Einsatz eines Superabsorbers dar, welcher in der Lage ist ein Vielfaches seines Eigengewichts an Wasser zu binden. Hierfür sind bereits Versuche mit Natriumpolyacrylat geplant. Alternativen stellen wasserfreies Calciumchlorid, Natronkalk, allochroisches Silicagel oder Aktivkohle dar [3]. Auch der Einsatz von Zeolithen, wie sie auch

in den Beschichtungen für Aluminiumspeichermassen eingesetzt werden, ist denkbar, wobei geprüft werden muss ob diese ihre adsorbierenden Eigenschaften nicht nur auf der Oberfläche sondern auch innerhalb des Polymers beibehalten.

Herausforderungen bei der Compoundierung

Wenn die jeweiligen Additive ausgewählt wurden und zur Verarbeitung vorliegen, sollen diese mit Hilfe eines Extruders compoundiert werden. Es ist angedacht, die verschiedenen Additive miteinander zu kombinieren, sodass letztendlich mehrere Additivkombinationen entstehen. Die Herausforderung liegt hierbei in einer schonenden Verarbeitung des Materials bei gleichzeitig hohen Anforderungen an die dispersive und distributive Mischleistung durch Scher- und Knetelemente. Während zu starke mechanische oder thermische Beanspruchung zu einem ungewollten Abbau der Polymerketten führen kann, resultiert eine ungenügende Mischleistung in einer Agglomeration der Additive und einer damit verbundenen Verschlechterung der Materialeigenschaften. Da beides negative Auswirkungen auf den späteren Verarbeitungsprozess und die Materialeigenschaften besitzt, besteht die Herausforderung darin, einen Kompromiss zwischen Mischleistung und Kettenabbau zu finden.

Ausblick

Sind die jeweiligen Compounds hergestellt worden, sollen aus diesen Folien extrudiert werden. Diese Folien werden anschließend auf ihre Eigenschaften hin getestet und die jeweiligen Ergebnisse werden miteinander verglichen, wobei die in Abbildung 1 dargestellten Aspekte die Bewertungsgrundlage bilden. Anhand dieser Kriterien soll letztlich eine Aussage darüber getroffen werden, welches Compound für die Anwendung am besten geeignet ist.

Danksagung

Das Projekt wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des Programms "Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)" gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Quellenangaben

- [1] R.D. Maier, M. Schiller, Handbuch Kunststoff-Additive, 4. Auflage, München, Carls Hanser Verlag, 2016
- [2] DIN EN ISO 1043-4:1999+A1:2016, Kunststoffe – Kennbuchstaben und Kurzzeichen – Teil 4: Flammschutzmittel (ISO 1043-4:1998+Amd.1:2016)
- [3] Brennan, John. "Chemicals That Absorb Moisture." Sciencing, <http://sciencing.com/chemicals-absorb-moisture-8133780.html>. 4. Mai 2018

h_da

HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

ikd

INSTITUT FÜR
KUNSTSTOFFTECHNIK DARMSTADT

Kontakt

Prof. Dr. Thomas Schröder
Institut für Kunststofftechnik Darmstadt ikd
Hochschule Darmstadt h_da
Haardtring 100, 64295 Darmstadt
mail: schroederf@h-da.de

Projektpartner

Klingenburg GmbH
Boystrasse 115
45968 Gladbeck

