

Polymere Additive erweitern Anwendungsbereiche von Kunststoffen

Verbesserungen ohne Kompromisse

Kunststoffverarbeiter suchen ständig nach Materialien, die Einsparungen und Leistungsverbesserungen bei ihren Prozessen und Produkten ermöglichen. Ihre Spielräume sind jedoch oft begrenzt, da Kundenanforderungen und Prozessparameter kaum Abweichungen erlauben. Einen spannenden Ansatz dafür bietet das junge Unternehmen Polytives. Anstatt auf herkömmliche Additive setzt das Start-up auf sogenannte polymere Additive. Diese lassen sich spezifisch auf den jeweiligen Kunststoff zuschneiden.

Die Erforschung und Entwicklung von vermarktungsfähigen Kunststoffen für spezifische Anwendungsbereiche ist eine Kernaufgabe der Kunststofftechnik. Der in den letzten Jahren in der Gesellschaft stark präsente Nachhaltigkeitsgedanke stößt zwar vermehrt Entwicklungen bei Kunststoffen an,

Bangen weiter: Kann mit dem ausgewählten Material ein Eco-Design erfolgen? Und wird es den zukünftigen Stoffbeschränkungen der REACH-Verordnung unterliegen?

Um solche Hürden zu umgehen, schauen sich Entwicklungsabteilungen immer öfter eher unerforschte Materia-

von Polytives entwickelten Additiven ist das hingegen nicht der Fall.

Grundgedanke ist dabei, einen Teil des Basispolymers des Kunden durch eine verzweigte basispolymergleiche Variante zu ersetzen. Das Substitut wird synthetisch, ausgehend von dem Basispolymer, architektonisch an das Kundenpolymer angepasst, sodass eine gemeinsame Verarbeitung als sortenreines Blend möglich ist. Wird ein klassisch additiviertes Polymerblend erzeugt, um die Struktur des Materials zu beeinflussen, ändern sich die physikalischen Eigenschaften des Kunststoffs bei dessen Verarbeitung. Das beschränkt sich allerdings – und das ist der Charme der polymerarchitektonischen Variante des jungen Unternehmens aus Jena – lediglich auf die adressierten Größen wie Viskosität und Schrumpf.

Reduzierte Energiekosten und Zykluszeiten

Wenn bei Polytives polymere Additive hergestellt werden, kommt es besonders auf das Synthese-Finetuning an. Angestrebt wird dabei die Balance zwischen optimierten mechanischen Eigenschaften und chemisch-technologischer Kompatibilität. Das 2020 gegründete Unternehmen greift für die Technologie auf Erkenntnisse zurück, die Mitgründer und Geschäftsführer Oliver Eckardt im Rahmen seiner Dissertation an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena erarbeitet hat. Das mittlerweile zehnköpfige Team sieht nach vier Jahren Entwicklungsarbeit die Zeit für den Einsatz der polymerarchitektonisch modifizierten Additive im Spritzgießen, bei Klebstoffen, Lacken, Coatings, Druckertinten und im 3D-Druck gekommen. Für diese Branchen



Bild 1. Vergleich von PMMA (links) und einem Blend aus PMMA und 10 % bFI A 3745 (rechts) in Fließspiralen: Der eingefärbte Bereich zeigt, dass das Blend eine deutlich weitere Strecke zurücklegt. © Polytives

macht die Aufgabenstellung aber auch komplexer. Für neue Projekte und Weiterentwicklungen werden in der Regel Werkstoffe gesucht, die sich optimal in den Fertigungsprozess einbinden lassen und zusätzlich noch ein Stück über das geforderte Leistungslimit hinausgehen. Ist ein geeigneter Kandidat gefunden, der beispielsweise einen geringeren Polymerisationsschrumpf oder eine bessere Fließfähigkeit erzeugt, geht das

lien oder exotische Hilfsstoffe an. Die Polytives GmbH bietet hingegen einen Ansatz, der vertraute Werkstoffe mit unkonventionellen, aber unkomplizierten Additiven kombiniert. Die Attraktivität bzw. die Leistung bewährter Basispolymere wird dabei gesteigert. Herkömmliche Additive können neben den gewünschten Eigenschaftsänderungen auch den Prozess und die Bauteileigenschaften signifikant verändern. Bei den

Blendnummer	Mischung	Additiv basiert auf	Kraftmaximum (σ_M) [N]	Dehnung Kraft-Maximum (ϵ_M) [%]	Reißkraft Bruch (σ_B) [N]	Dehnung Bruch (ϵ_B) [%]	Modul (E_{tM}) [MPa]	Schmelzflussindex (MFI) [g/10 min]	Transparenz
	PMMA 7N		82,7	4,2	80,7	5	2760	7,58	ja
1	+ 10 % Additiv 1	Acrylat	77	3,5	77	3,4	2840	13,43	ja
2	+ 10 % Additiv 2	Acrylat	71,1	3,4	71,1	3,4	2860	14,87	ja
3	+ 10 % Additiv 3	Acrylat	71,2	3,3	71,2	3,3	2940	14,2	ja
4	+ 10 % Additiv 4	Acrylat	75,4	3,5	75,4	3,5	2600	14,87	ja
5	+ 10 % Additiv 5	Acrylat	73,9	3,3	73,9	3,3	2830	13,7	ja
	PS 158 K		38,2	1,6	38,2	1,6	1920	3,59	ja
6	+ 10 % Additiv 6	Styrol	35,3	1,5	35,3	1,5	2340	8,16	ja
	PC 2805		65,8	5,4	59,2	45	2270	10,64	ja
7	+ 10 % Additiv 2	Acrylat	74,4	5,2	63,5	54	2400	17,4	nein
8	+ 10 % Additiv 3	Acrylat	73,7	5,2	58,6	41	2330	17,26	nein
9	+ 10 % Additiv 4	Acrylat	73,8	5,1	61,2	43	2240	17,6	nein

Tabelle. Messdaten zur Ermittlung des Einflusses der Additive auf gängige Basispolymere Quelle: TITK

sind die Reduzierung von Energiekosten und Zykluszeiten sehr interessant. Darüber hinaus können auch Masterbatchhersteller und Compoundierbetriebe von den verbesserten Verarbeitung- und Anwendungseigenschaften profitieren. Interessant ist die Technologie außerdem für Firmen aus dem zunehmend an Bedeutung gewinnenden Kunststoffrecyclingsektor.

Verschiedene Additiv-Blaupausen vorhanden

Für die Verarbeitung als Blend muss eine angemessene Mischbarkeit erreicht werden, damit der Einfluss der verzweigten Komponente homogen verteilt im Zielmaterial wirken kann. Zum Beispiel wird für ein Polymethylmethacrylat

(PMMA) von Polytives ein acrylatbasiertes Copolymer adaptiert, das als Additiv zur Leistungsverbesserung wirkt. Dem Unternehmen steht dafür eine Auswahl unterschiedlicher Additiv-Blaupausen zur Verfügung, wodurch das Additiv spezifisch je nach Kundenanforderung, Applikation und eingesetztem Polymer umgesetzt werden kann.

In der **Tabelle** sind die Ergebnisse von Compoundier- und Extrusionsversuchen dargestellt. Die verarbeiteten Blends bestanden aus den Grundmaterialien PMMA, Polystyrol (PS) und Polycarbonat (PC) mit einem Anteil von jeweils 10 Gew.-% einer verzweigten Komponente (Blendnummer 1 bis 9). Das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung Rudolstadt e.V. (TITK) ermittelte die dargestellten Ergebnisse

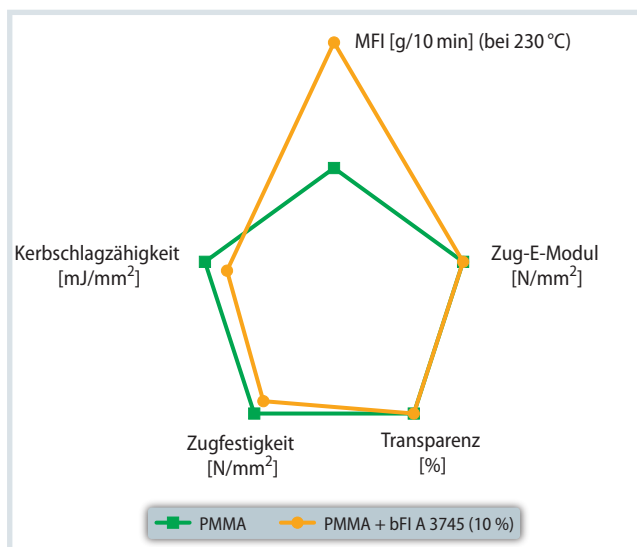
zur Beeinflussung des Schmelzflussindex (Melt Flow Index, MFI), der Veränderung des E-Moduls und der Auswirkungen auf Reißkraft bzw. Dehnung.

Verdoppelung des Schmelzflussindex

In den PMMA-Blends (Nummer 1 bis 5) zeigt sich eine Verdopplung des MFI bei gleichzeitigem Erhalt der Transparenz. Die Festigkeitseigenschaften reduzieren sich nur um 5 bis maximal 14 %. Ein Folgeversuch mit einer Mischung von acrylatbasiertem Copolymer und PS kam zu ähnlichen Ergebnissen, einer deutlichen Erhöhung des MFI bei leichtem Abfall der Festigkeitsparameter. Anders als bei den PMMA-Blends blieb die Transparenz allerdings nicht erhalten. Abhilfe dafür leistet ein dem PS angeglichenes »

Bild 2. Vergleich der Spinnendiagramme von PMMA und einem Blend aus PMMA und 10 % bFI A 3745: Während der Schmelzflussindex des Blends deutlich höher ist, sind andere wichtige mechanische Eigenschaftswerte nur geringfügig niedriger oder komplett gleich.

Quelle: Polytives;
Grafik: © Hanser



Vorteile auf einen Blick

- Additiv ist selbst ein Polymer.
- Additiv ersetzt Teil des Grundpolymers bei idealer Mischbarkeit.
- Energieeinsparung im Verarbeitungsprozess
- Kostenreduktion durch Ausstoß-erhöhung
- zielgerichtete Verbesserung relevanter Eigenschaften
- fördert Filigran- und Dünwandtechnologien
- ungiftige, sortenreinere und rezyklierbare Alternative zu bestehenden Additiven

verzweigtes Additiv. Verwendet in Blendnummer 6 werden nicht nur der Verdopplungseffekt beim MFI und der erforderliche Transparenzerhalt erreicht, auch die sonstigen physikalischen Eigenschaften werden wesentlich weniger beeinflusst als in der acrylatbasierten Variante. Einen positiven Effekt zeigen erste Versuche der acrylatbasierten PC-Blends (Nummer 7 bis 9). Neben der signifikanten Senkung der Schmelzviskosität gehen auch die Festigkeitseigenschaften nicht verloren. Doch eine Herausforderung bleibt: Die optischen Eigenschaften konnten bisher nicht beibehalten werden. Allerdings laufen bereits weitere Entwicklungsarbeiten, um mit dem vorliegenden Know-how auch dafür ein optimiertes Polymersystem zu erzeugen.

Die polymeren Additive verbessern nicht nur die Werkstoffeigenschaften,

Bild 3. Übersicht über die derzeit adressierbaren Kunststoffe durch die bFI-Produktlinie: Langfristiges Ziel von Polytives ist es, für alle aufgeführten Kunststoffe polymere Additive zu entwickeln. Quelle: Polytives; Grafik: © Hanser

PAN							CA
PMA	PVC-P	PS	PEEK	ABS	PC	PA6	PHB
PBA	PVAC	PPMS	POM	NBS	PET	PA12	PHA
PMMA	PVAL	PS-E	TPU	SAN	PBT	PA66	PLA
PBMA	PVME	XPS			TPC	PA66+PA6	PK
					PEN	PA6T	PSAC

■ adressierbar durch die bFI-Produktlinie

sondern können auch zur Prozessoptimierung verwendet werden. Durch die veränderte Struktur der Blends sinkt die Verarbeitungstemperatur. Die verringerte Schmelzviskosität besitzt erhebliche Kostenreduktionspotenziale: signifikante Verringerungen von Zyklus- und Prozesszeiten, Lösemittelreduktion und die Einsparung thermischer Energie. Beim Spritzgießen können darüber hinaus material- wie prozessseitig Filigran- und Dünwandbaukonstruktionen realisiert werden, die bisher mit Standardformmassen nicht umsetzbar waren.

Mit bFI A 3745 bietet Polytives ein polymeres Additiv zur Viskositätssenkung an, das die erwähnten Verbesserungen bewirkt. Es ist für den Einsatz in PMMA optimiert, kann aber wie erläutert, auch mit anderen Grundpolymeren als Blend verarbeitet werden. Untersuchungen an Fließspiralen zeigen, dass ein Blend aus PMMA und bFI A 3745 eine um 50 % längere Wegstrecke zurücklegt als reines PMMA (**Bild 1**). Während der MFI des Blends signifikant steigt, bleiben andere Eigenschaften wie Zugfestigkeit oder Transparenz erhalten (**Bild 2**).

Potenzial zur Plattformtechnologie

Die optimierten Eigenschaften der produzierbaren Polymerblends verbessern zielgerichtet die Leistung der aus ihnen hergestellten Primärprodukte. Da die Blendzusammensetzung bzw. Verzweigung der polymeren Additive synthetisch maßgeschneidert wird, können materialbedingte Anwendungslücken geschlossen werden. Unternehmen können in Zusammen-

arbeit mit Polytives bisher applikationsunübliche Standardpolymere so redesignen lassen, dass sie in ein neues Anwendungsspektrum passen. Dadurch eröffnen sich zusätzliche Möglichkeiten, handelsübliche Thermoplaste einzusetzen. Polytives sieht darin die Möglichkeit, das Spektrum bisher spezifisch eingesetzter Materialien deutlich zu erweitern.

Polytives polymere Additive unterstützen Kunststoffverarbeiter in dreierlei Hinsicht:

- Sie verbessern ihre Verarbeitungsprozesse durch Optimierung der Polymereigenschaften.
- Sie ersetzen teurere und risikobehaftete Additive aus bisherigen Rezepturen. Das hilft Kunden materialschonender, kostensparender und umweltfreundlicher zu agieren, also langfristige und nachhaltige Lösungen zu liefern.
- Die Additive werden vor dem Einsatz strukturell auf das Polymer des Kunden abgestimmt. Ein Blend mit diesen polymeren Zusätzen ist in Summe eine gut rezyklierbare, ungiftige und nachhaltige Alternative.

Aktuelle Forschungsarbeiten zielen darauf ab, die Technologie auf weitere Kunststoffe zu erweitern (**Bild 3**). Gegenwärtig wird das erste Produkt, der erwähnte Fließverbesserer (bFI A 3745), vermarktet. Er steht für Bemusterungen zur Verfügung. Neben einer Portfolioerweiterung in der Serie der Fließverbesserer (Flow Improver, bFI) entwickelt das F&E-Team momentan außerdem einen Schrumpfminderer (bSR) für UV-härtende Anwendungen. ■

Info

Text

Oliver Guntner ist Qualitätsmanagementbeauftragter von Polytives und bereits seit 2019 Teil des Teams; o.guntner@polytives.de

Im Profil

Seit 2020 entwickelt und vertreibt die Polytives GmbH polymere Additive für die Kunststoffbranche. Grundlage für die Expertise des jungen Unternehmens ist die Forschung des Mitbegründers Oliver Eckardt. Gemeinsam mit der Betriebswirtin Viktoria Rothleitner und Felix H. Schacher (Professor für organische Chemie an der Friedrich-Schiller-Universität Jena) hat er das Unternehmen seit 2018 aus einem Exist-Projekt geplant und begründet. Die damaligen Forschungserkenntnisse wurden mittlerweile erfolgreich auf industrielle Maßstäbe skaliert. Das Unternehmen wurden in den letzten Jahren mehrfach ausgezeichnet, rangierte etwa zweimal unter den Top 50 Start-ups in Deutschland. Das Polytives-Team verfolgt am Standort Jena/Thüringen ein ehrgeiziges Ziel: Kunststoffe klüger entwickeln, nachhaltiger einsetzen und technologisch als Zukunftsmaterial aufstellen.

www.polytives.com

Digitalversion

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