



Versuchsanordnung im Technikum in St. Valentin: Für das Zwei-Stufen-Verfahren kombiniert Engel eine Plastifizier- mit einer Einspritzschnecke. © Engel

Entgasung im Zwei-Stufen-Prozess steigert Effizienz von Recyclingprozessen

Hohe Recyclingqualität direkt aus Kunststoff-Flakes

Mit einem neuen Verfahren macht Engel es möglich, Kunststoffabfälle direkt nach dem Vermahlen als Flakes auf der Spritzgießmaschine zu verarbeiten. Da mit der Granulierung ein kompletter Prozessschritt entfällt, steigert die Innovation die Kosteneffizienz im Kunststoffrecycling erheblich. Der Schlüssel für eine konstant hohe Produktqualität ist die Entgasung der Kunststoffschmelze.

Um Flakes im Spritzgießverfahren verarbeiten zu können, teilt der Zwei-Stufen-Prozess von Engel das Plastifizieren und das Einspritzen in zwei voneinander unabhängige, aufeinander abgestimmte Prozessschritte auf und verkürzt damit den Recyclingprozess. In

der ersten Stufe wird das Rohmaterial, zum Beispiel Kunststoff-Flakes, die sortenrein aus einer Post-Consumer- oder Post-Industrial-Sammlung stammen, mit einer herkömmlichen Plastifizierschnecke aufgeschmolzen. Die Schmelze wird an eine andere Schnecke übergeben, um

sie in der zweiten Prozessstufe in die Kavität einzuspritzen. Bei der Übergabe von der Plastifizier- zur Einspritzschnecke können ein Schmelzefilter und eine Entgasungseinheit integriert werden. Damit lassen sich auch aus verunreinigten Kunststoffabfällen hochwertige



Bild 1. Die Versuche wurden mit drei unterschiedlichen Materialien durchgeführt: Granulat aus PP-Neuware (links), PP-Agglomerat aus Post-Consumer-Folien (Mitte) und Mahlgut aus PE-HD-Getränkeverschlüssen (rechts). © Engel

Produkte erhalten. Üblicherweise werden Kunststoffe aus Post-Consumer- und Post-Industrial-Sammlungen nach dem Sortieren und Reinigen gemahlen, compoundiert und granuliert und als Regranulat in die Spritzgießverarbeitung gegeben. Der Kunststoff muss also zwei Mal aufgeschmolzen werden.

Das Granulieren des Recycling-Mahlguts ist ein energieintensiver Prozess, der zudem in der Regel einen gewissen logistischen Aufwand erfordert. Im Zwei-Stufen-Verfahren von Engel wird dieser Arbeitsschritt komplett eingespart, was die CO₂-Bilanz verbessert und die Recyclingkosten reduziert. Nach Berechnungen von Engel sinkt der Energiebedarf um rund 30%. Mit der Innovation leistet Engel einen weiteren Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit und zum Aufbau einer Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe.

Neue Entgasungseinheit erhöht Produktqualität

Bei der Entwicklung des Zwei-Stufen-Prozesses lag ein Schwerpunkt auf der Entgasungseinheit. Das Entgasen ist notwendig, weil bestimmte Verunreinigungen den Schmelzefilter passieren können. Hierzu gehören Restfeuchtigkeit sowie niedermolekulare Verbindungen, die aus Materialabbau oder Druckfarberrückständen stammen. Werden diese Verunreinigungen vor dem Einspritzen der Schmelze nicht entfernt, kann dies zu Poren im Inneren und Defekten an der Oberfläche der Bauteile führen und damit deren mechanische Belastbarkeit reduzieren.

Die von Engel entwickelte Entgasungseinheit bildet den Übergang von der Plastifizier- zur Einspritzschnecke und besteht aus einem Übergabekopf, durch den die Schmelze gepresst wird. Dabei wird die Oberfläche des aufgeschmolzenen Materials vergrößert und der Schmelzestrang abgeschert. Auf diese Weise wird die Einspritzschnecke nur teilgefüllt, sodass flüchtige Bestandteile die Schmelze leicht verlassen können. Je nach Anwendung und den zu erwartenden Verunreinigungen kann zusätzlich mit Unterdruck, der mit einer Vakuumpumpe erzeugt wird, gearbeitet werden.

Niedermolekulare Verunreinigungen simulieren

Um die Leistungsstärke der neuen Entgasungseinheit zu testen und das Potenzial des neuen Zwei-Stufen-Verfahrens aufzuzeigen, führte Engel umfangreiche Versuche mit drei unterschiedlichen Materialien durch (**Bild 1**):

- Gezielt verunreinigte PP-Neuware: Das Material wurde zunächst zu Platten verarbeitet und diese für die Versuche geschreddert. Die Flakes wurden zum einen ohne Entgasung im einstufigen und zum anderen mit Entgasung im zweistufigen Verfahren verarbeitet.
- PP-Agglomerat aus Post-Consumer-Folien: Auch dieses Material wurde sowohl mit als auch ohne Entgasung verarbeitet. Untersucht wurden der Einfluss der Teilfüllung der Einspritzschnecke sowie der Einfluss des Unterdrucks. »

Info

Autoren

DI Dr. Thomas Köpplmayr und **DI Dr. Klaus Fellner** sind Kunststofftechniker in der Entwicklung Plastifiziersysteme und Recycling der Engel Austria GmbH am Standort St. Valentin in Österreich; thomas.koepplmayr@engel.at; klaus.fellner@engel.at

DI Günther Klammer ist Vice President Plastifiziersysteme und Recycling von Engel in St. Valentin; guenther.klammer@engel.at

DI Ines Traxler ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Competence Center CHASE GmbH in Linz/Österreich; ines.traxler@chasecenter.at

Digitalversion

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

English Version

Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

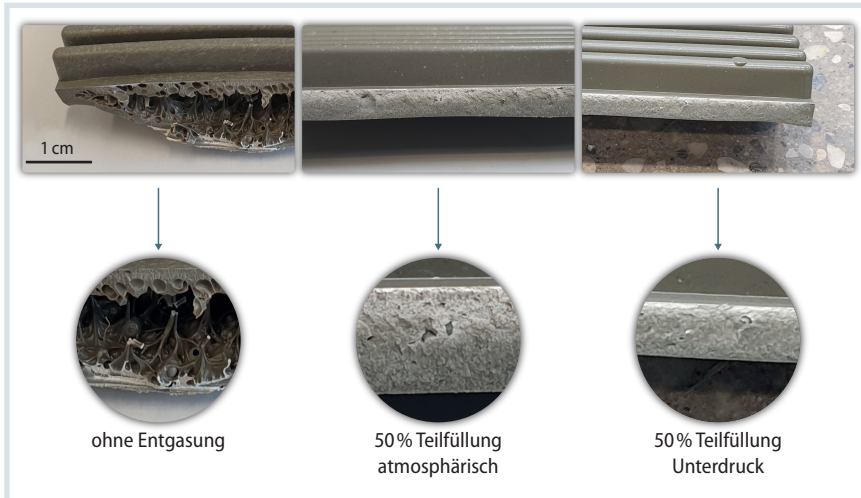


Bild 2. Vakuum unterstützt die Entgasung, die Bauteilqualität verbessert sich weiter. Das Bild zeigt die Ergebnisse der Versuche mit PP-Agglomerat. Quelle: Engel; Grafik: © Hanser

■ Mahlgut aus PE-HD-Getränkerverschlüssen: Das Material wurde zum einen im Zwei-Stufen-Verfahren mit Entgasung verarbeitet und zum anderen klassisch mit einem separaten Doppelschneckenextruder mit Entgasung und Schmelzefilter aufbereitet und im einstufigen Verfahren ohne weitere Entgasung verarbeitet. Mit den beiden Post-Consumer-Fraktionen wurden bei Spritzgießen häufig eingesetzte Rohmaterialien ausgewählt. Granulat aus PE-HD-Verschlüssen wird heute bereits zur Herstellung von Paletten eingesetzt. In diesem Bereich sieht Engel großes Potenzial, den klassischen mehrstufigen Prozess durch das effizientere Zwei-Stufen-Verfahren abzulösen. Folienagglomerat hat sich als sehr gutes

Ausgangsmaterial für den Zwei-Stufen-Prozess erwiesen. Da geschredderte Folienabfälle nicht rieselfähig sind, werden sie für die Verarbeitung agglomeriert. Hierzu muss das Material nicht aufgeschmolzen werden, sondern es wird lediglich erwärmt und komprimiert.

PP-Neuware wurde eingesetzt, weil sich in diesem Fall mit Wasser sehr gut niedermolekulare Verunreinigungen simulieren lassen. Als Trägermaterial für das Wasser wurden Naturfasern verwendet. So konnte gezeigt werden, dass sich mithilfe der Entgasung eine Restfeuchte von bis zu 1,1% aus dem Schmelzestrom entfernen lässt.

Alle drei Versuchsreihen fanden im Technikum von Engel in St. Valentin/Österreich statt (**Titelbild**). Zusätzlich zur

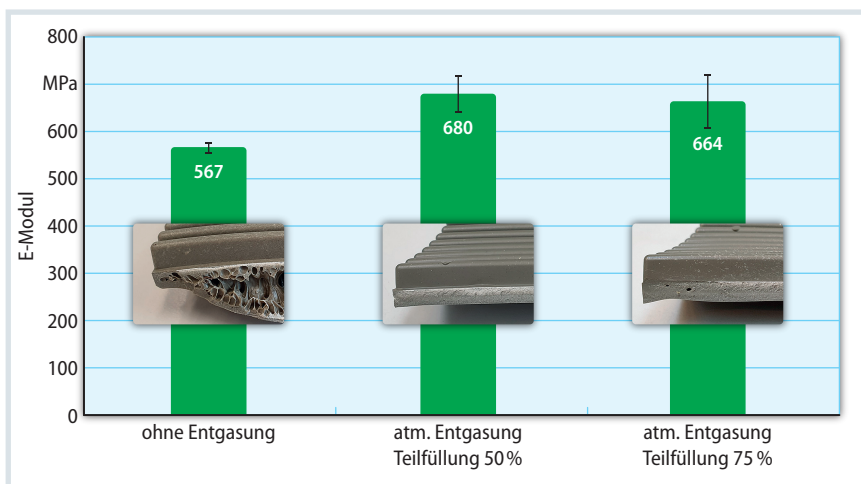


Bild 3. Die Bauteilqualität ist abhängig von der Entgasung und dem Füllgrad der Einspritzschnecke. Ohne Entgasung weist das Musterteil sehr große Poren auf. Das Bild zeigt die E-Modulwerte aus der Versuchsreihe mit PP-Folienagglomerat. Quelle: Engel; Grafik: © Hanser

Entgasung wurde in allen Versuchsreihen ein handelsüblicher Schmelzefilter eingesetzt. Die Auswertung der Proben erfolgte am Competence Center CHASE in Linz/Österreich.

Mahlgut oder Agglomerat für eine hohe Produktqualität

Ohne Entgasung weisen die produzierten Musterteile mit allen drei Materialien sehr große Poren auf. Die Entgasung der Schmelze verbessert die Bauteilqualität deutlich. Dabei wurde festgestellt, dass die Entgasungsleistung mit zunehmender Oberfläche der Schmelze ansteigt. Die Größe der Oberfläche lässt sich durch den Grad der Teilfüllung der Einspritzschnecke steuern. Bei einer um 50% reduzierten Füllung der Schnecke kommt es selbst unter atmosphärischem Druck nicht zur Porenbildung. Bei einer Reduktion der Füllung um 25% ist Unterdruck erforderlich, um die Bildung von Poren zu verhindern (**Bild 2**). Es wurde mit 0,1 bar Absolutdruck gearbeitet. Die Entgasung führt zu einem höheren E-Modul, wie Spritzgießversuche mit Testplättchen mit einer Dicke von 2 mm bestätigt haben. Das heißt, die Bauteile werden durch das Entgasen steifer (**Bild 3**).

Die Versuche haben gezeigt, dass die Drehzahl der Einspritzschnecke kaum Einfluss auf die Entgasungsleistung hat. Selbst bei stark verunreinigtem Rohmaterial sind demnach im Zwei-Stufen-Prozess hohe Drehzahlen und damit kurze Dosierzeiten möglich.

Mit allen drei Materialien wurden im Zwei-Stufen-Prozess Bauteile von durchgehend hoher Qualität erhalten. Im Vergleich zum herkömmlichen mehrstufigen Recyclingprozess gibt es in Bezug auf die erzielbaren Materialeigenschaften keine Nachteile. Es ist davon auszugehen, dass eine bessere Entgasung des Rohmaterials erreicht wird als im von der Spritzgießverarbeitung unabhängigen Aufbereitungs- und Granulierprozess.

Die Versuche haben bestätigt, dass im neuen Zwei-Stufen-Verfahren sowohl Mahlgut als auch Agglomerat aus sortenreinen Post-Consumer-Sammlungen prozessstabil verarbeitet werden kann. Die Form der aufgegebenen Rohmaterialflakes hat keinen Einfluss auf die Produktqualität. Einzige Voraussetzung ist, dass das Material rieselfähig ist. ■