

› Untersuchung des Gas-Sorptionsverhaltens von Polymeren

Thermoplast-Schaumspritzgiessen

Das Thermoplast-Schaumspritzgiessen (TSG) wird zur Herstellung von Integralschäumen eingesetzt. Die Gasaufnahme-möglichkeit und die Gasdesorption von thermoplastischen Kunststoffen hängt von der molekularen Struktur, den gewählten Prozessparametern während der Gasbeladung und den Prozessparametern beim Spritzgiessen ab. Dies ist besonders für eine neue Schäumtechnologie der Firma ProTec Polymer Processing GmbH hinsichtlich der Prozesskonstanz beim Spritzgiessen relevant.

› Curdin Wick¹

Integralschäume sind Schaumstoffe mit einer kompakten Aussenhaut und einem porösen Kern, wobei die Kerndichte in Richtung dieser Bauteilmitte kontinuierlich abnimmt. Bei dieser Schäumtechnologie wird in einem vorgelagerten Prozessschritt im Somos Perfoamer Granulat mit Gas angereichert. Hierbei wird das Rohgranulat nach einer vorgängigen Konditionierung in einem Trockner anschliessend in einer Imprägniereinheit (Autoklav) mit CO₂ beladen. Dieser Beladungsvorgang findet unter hohen Drücken von bis zu 35 bar statt. Daraufhin lässt sich das Granulat auf einer herkömmlichen Spritzgiessmaschine mit Verschlussdüse verarbeiten. Das imprägnierte Granulat bleibt je nach Material für mehrere Stunden verarbeitungsfähig. Bei jedem Kunststoff stellt sich aber die Frage, wie gut sich dieses schäumen lässt, also wie gut das Gas aufgenommen und in welcher Zeit dieses wieder desorbiert wird. Für diese Materialcharakterisierung wurde ein Miniautoklav konzipiert und gebaut, mit welchem sich die Beladung mit verschiedenen Gasen an kleinen Granulaten bis 300g untersuchen lässt. Dabei ist eine Druckbeaufschlagung von bis zu 35bar möglich, zudem lässt sich der Miniautoklav gleichzeitig aktiv beheizen. So können mit geringem Material- und Gasverbrauch Sorptionskurven für verschiedene Materialien ermittelt und die optimalen Prozessparameter für die Imprägnierung im Somos Perfoamer abgeleitet werden. Weiter können die zu jeder Begasung dazugehörigen Desorptionskur-

¹ Curdin Wick, IWK, Fachbereichsleiter Spritzgiessen, Rapperswil

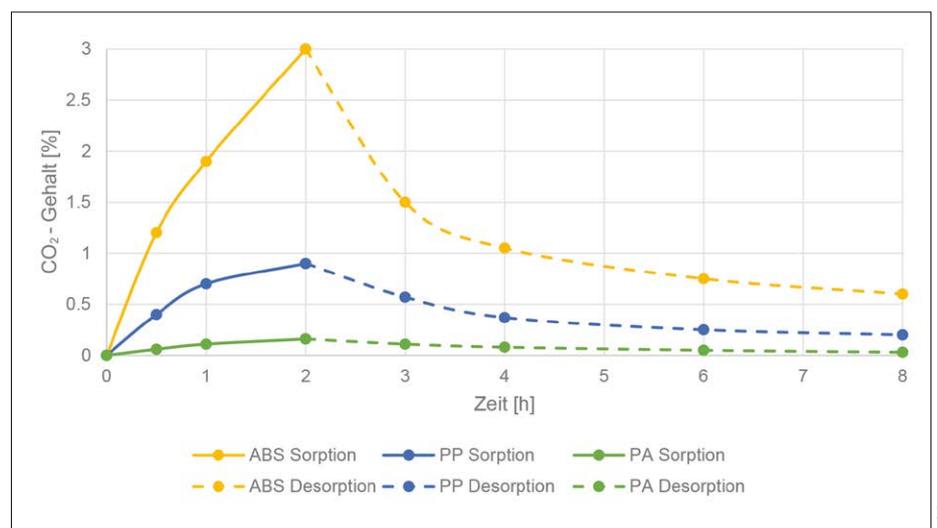


Bild 1: Sorptions- und Desorptionsverhalten verschiedener Polymere, Imprägnierung: 2 Stunden bei 35 bar, Desorption ohne Gegendruck

ven ermittelt werden, welche dann insbesondere für die Verarbeitung des imprägnierten Materials in einem möglichst konstanten Prozess auf der Spritzgiessmaschine relevant sind.

Analyse des Sorptions- und Desorptionsverhalten

Im Rahmen verschiedener Untersuchungen konnte das Sorptions- und Desorptionsverhalten verschiedener Polymere aufgezeigt und bewertet werden. Dabei wurden in einem ersten Schritt verschiedene amorphe und teilkristalline Thermoplaste mit und ohne Füllstoffe im Miniautoklav charakterisiert. Bei der Sorption zeigen sich enorme Unterschiede zwischen den verschiedenen Materialien (Bild 1). Mit höherem Druck und längerer Imprägnierung wird vom Granulat grundsätzlich mehr CO₂ absorbiert. Generell nehmen amorphe Materialien im Vergleich zu den teilkristallinen

Materialien bei gleichen Prozessbedingungen aber mehr CO₂ auf. Während ein ABS-Material bei einer zweistündigen Imprägnierung unter 35 bar knapp 3 Gewichtsprozent CO₂ aufnimmt, sind es bei einem Polypropylen mit 20% Talkumanteil nur ca. 0,9%. Eine hohe Kristallinität und eine hohe Glasübergangstemperatur wirken sich bei teilkristallinen Thermoplasten zusätzlich negativ auf die Gasaufnahme aus. So nimmt ein PA666-Material gar nur ca. 0,15% CO₂ auf. Auch bei der anschliessenden Lagerung des imprägnierten Granulats und der damit einsetzenden Desorption des CO₂ zeigen sich Unterschiede zwischen den Polymeren. Die Desorption hat einen wesentlichen Einfluss auf eine stabile Verarbeitung des imprägnierten Materials im Spritzgiessprozess. Bei einer Lagerung des Granulats unter Gegendruck kann der Desorptionsprozess verlangsamt werden und dadurch wird eine stabilere Verarbeitung über einen längeren Zeitraum ermöglicht.

Gewichtsreduktionen und Schaumstrukturen

Mit Hilfe des relativen Gasgehaltes lässt sich aber noch keine pauschale Aussage zu den erreichbaren Gewichtsreduktionen im Spritzgiessverfahren machen. Dafür sind nach wie vor Spritzgiessversuche notwendig und auch hier zeigen sich Unterschiede zwischen den verschiedenen Polymeren. So konnten beim Spritzgiessen einer einfachen fünf Millimeter dicken Plattengeometrie (150x40x5 mm³) Gewichtsreduktionen zwischen 9% und 16.5% erreicht werden (Bild 2), dies trotz stark unterschiedlichen Gasgehalten in den Granulaten. Dabei resultierten auch unterschiedliche Schaumstrukturen an den hergestellten Bauteilen.

Beim PP-Material konnten erst durch Verwendung eines Materials mit Talkumanteil Bauteile mit gleichmässiger Schaumstruktur hergestellt werden. Beim Spritzgiessen mit ungefüllten PP-Materialien resultieren nur sehr grosse Blasen im Bauteil. Eine Schaumstruktur im klassischen Sinn war nicht zu erkennen. Bei Verwendung eines PP-Materials mit 20% Talkum hingegen, wirkt das Talkum nukleierend und es können gleichmässiger Schaumstrukturen erzielt werden (Bild 2).

Anpassung der Schaumstrukturen

Diese neue Schäumtechnologie eignet sich zudem sehr gut für die Kombination

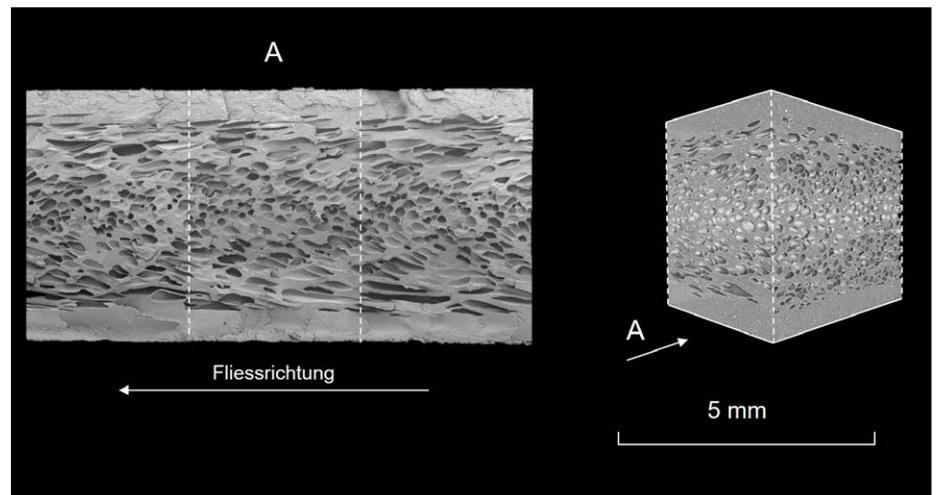


Bild 3: Schaumstruktur eines PP-Bauteils, hergestellt mit Werkzeug mit Kernrückzug, REM- (2D, links) und CT-Aufnahme (3D, rechts)

mit dem chemischen Schäumen, d.h. zusätzlich werden chemische Treibmittel dem Kunststoffmaterial zugegeben. Das chemische Treibmittel wirkt zum einen nukleierend und dadurch können feinere Zellstrukturen hergestellt werden. Zum anderen wird die Treibkraft innerhalb des Materials erhöht, wodurch höhere Gewichtsreduktionen erzielt werden können. Untersuchungen an einem ungefüllten PP-Material zeigten, dass sich die erzielbaren Gewichtsreduktionen mit dem Somos Perfoamer und dem klassischen chemischen Schäumen praktisch addieren lassen. So sind Gewichtsreduktionen von bis zu 38% möglich, bei gleichzeitig einwandfreien Schaumstrukturen (Bild 3).

Moderne und innovative Werkzeugtechnologien bieten hier eine weitere Möglichkeit

zur Anpassung der Schaumstrukturen in den hergestellten Bauteilen. Zur Erweiterung der am IWK vorhandenen Prozesstechnik wurde deshalb ein neues Versuchswerkzeug gebaut, bei dem ein verfahrbarer Kern eine Wanddickenvergrößerung durch Aufschäumen des Materials im Anschluss an das Einspritzen ermöglicht. Dadurch lassen sich gleichmässiger Schaumstrukturen mit feineren Zellen unter gleichen Verarbeitungsbedingungen herstellen.

Die vorgestellte Prozesstechnologie bietet ein erhebliches Potenzial, welches am IWK weiter untersucht wird. Ziele sind ein verbessertes Verständnis für die Beziehung zwischen eingelagertem Gasgehalt im Granulat und der erreichbaren Gewichtsreduktion im spritzgegossenen Bauteil sowie über die optimalen Prozessparameter im Spritzgiessprozess zur Herstellung von möglichst integralen und über das Bauteil konstanten Schaumstrukturen.

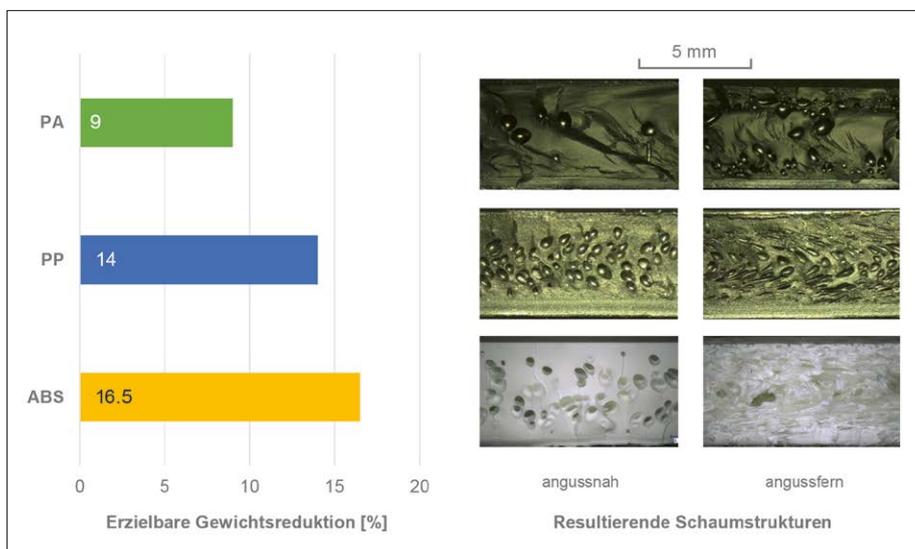


Bild 2: Erzielbare Gewichtsreduktionen und resultierende Schaumstrukturen

Kontakt

IWK Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung
 Oberseestrasse 10
 CH-8640 Rapperswil
 +41 55 222 47 70
 curdin.wick@hsr.ch
 www.iwk.hsr.ch