

# 100 Prozent Materialnutzung

## Regranulat aus Organoblech-Beschnitten beim Spritzgießen einsetzen

Thermoplastische Composites ebnen dem automobilen Leichtbau den Weg in die Kreislaufwirtschaft und stehen bei den Designern deshalb hoch im Kurs. Ein Schwerpunkt in der weiteren Entwicklung ist das Recycling von Produktionsabfällen wie Beschnittresten. Engel konnte nachweisen, dass sich Regranulate aus Organoblechverschnitt unter Beibehaltung der Materialeigenschaften im Spritzgießverfahren verarbeiten lassen. Dies macht es möglich, die Composite-Rohstoffe vollständig im Kreislauf zu halten.

Das tapebasierte Organoblech wird mit einem Regranulat, das aus Verschnittabfällen derselben Organobleche produziert wird, umspritzt. Dieser konsequente Monomaterialansatz macht es möglich, Composite-Rohstoffe vollständig im Kreislauf zu halten

© Engel



**M**it Bauteilstückzahlen im hohen sechsstelligen Bereich pro Jahr ist die Verarbeitung von Organoblechen aktuell die bedeutendste thermoplastische Composite-Technologie. Organobleche sind Faser-Matrix-Halbzeuge, die meistens als Plattenware angeboten werden. Sie bestehen aus Endlosfasern, die in eine thermoplastische Kunststoffmatrix eingebettet sind. Der rein thermoplastische Ansatz ermöglicht die effiziente Integration von Umformen und Funktionalisieren der Halbzeuge, was die Stückkosten senkt und die Technologie für die Automobil-

industrie interessant macht. Zur Verarbeitung werden die Organobleche erwärmt, direkt im Spritzgießwerkzeug umgeformt und unmittelbar danach durch Spritzgießen mit den gewünschten Detailgeometrien versehen. In der Regel werden zum Spritzgießen Materialien aus der Gruppe des Matrixmaterials des Organoblechs verwendet. Zukünftig sollen auch Regenerate aus Beschnittresten der Organobleche eingesetzt werden. So ließen sich Bauteile herstellen, die vollständig aus einem einzigen faserverstärkten Thermoplast bestehen und am Ende ihrer Nut-

zungsdauer im Sinne einer Kreislaufwirtschaft stofflich sehr gut recycelt werden könnten.

Sowohl in der Herstellung der Plattenware als auch bei der Verarbeitung fallen selbst bei einem optimalen Nesting Verschnittabfälle an. Beim Nesting geht es darum, die benötigten Geometrien so anzuordnen, dass möglichst wenig Verschnitt entsteht, um kein Rohmaterial zu verschwenden. Geringe Verschnittanteile liegen zwischen 5 und 10% der Organoblechfläche, bei ungünstigem Nesting oder komplexen Bauteilstrukturen kann



**Bild 1.** Für die Versuche wurde aus Organoblech-Verschnittabfällen auf Basis von UD-Tapes (links) ein Regranulat (rechts) hergestellt © PureLoop

der Verschnittanteil aber auch 35 % und mehr betragen. Das Recycling dieser Produktionsabfälle ist damit nicht nur ein Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit, sondern auch zur Kostenersparnis.

Zum Nachweis der Machbarkeit haben der Spritzgießmaschinenbauer Engel aus Schwertberg und PureLoop, ein Unternehmen der auf Kunststoffrecycling spezialisierten Erema Gruppe mit Sitz in Ansfelden (beide Österreich), in einer Versuchsreihe die Aufbereitung von Organoblech-Verschnittabfällen und die anschließende werkstoffgerechte Verarbeitung des Regenerats untersucht.

### **Ziel: Die Länge der Glasfasern erhalten**

Für die Versuche wurde aus Organoblech-Verschnittabfällen auf Basis unidirektionaler Tapes (UD-Tapes) [1] ein Granulat hergestellt (**Bild 1**). Hierfür wurden die Schnittreste zerkleinert und der Faser-

gehalt beim Aufschmelzen durch Zugabe von unverstärktem Matrixmaterial verringert. Organobleche haben typischerweise einen Fasergehalt von bis zu 72 Gew.-%, der für eine Spritzgießverarbeitung zu hoch wäre. Um den Fasergehalt zu verringern, müssen die Fasern gleichmäßig in der Matrixmenge dispergiert werden. Ziel ist, dass die Regranulate ein Eigenschaftsniveau erreichen, das mit

dem von Neuware bei Langglasfasergranulaten vergleichbar ist.

Entscheidend für Leichtbauanwendungen ist neben der Steifigkeit vor allem die hohe mechanische Belastbarkeit des Materials, die nur sichergestellt werden kann, wenn die Länge der Fasern erhalten bleibt und die Fasern gleichmäßig in der Matrix verteilt sind. Herkömmlich resultieren aus langglasfaserverstärkten »



**Bild 2.** Das für die Versuche eingesetzte Composite-Material wurde von Profol aus Glasfasern und Polypropylen produziert © Profol

**Bild 3.** Für die Regranulierung der Beschnittabfälle kam eine Anlage des Typs ISEC evo 302 zum Einsatz. Schredder und Extruderschnecke sitzen bei diesem Anlagentyp auf einer gemeinsamen Welle © PureLoop



## Im Profil

Die **LIT Factory** des Linz Institute of Technology (LIT) an der Johannes Kepler Universität ist eine vernetzte Lehr-, Lern- und Forschungsfabrik. Mit Fokus auf die Digitalisierung und Vernetzung von Produktionsprozessen werden dort vor allem Leichtbautechnologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der Produktentwicklung und Verarbeitung bis hin zur Wiederverwertung im Sinne einer Kreislaufwirtschaft – entwickelt und optimiert. Erema und Engel gehören zu den Gründungsmitgliedern und Partnern der LIT Factory.

➤ [www.jku.at/lit-factory/](http://www.jku.at/lit-factory/)

## Die Autoren

**DI Gerhard Bäck** ist Entwicklungsingenieur im Technologiezentrum für Leichtbau-Composites der Engel Austria GmbH, St. Valentin/Österreich; gerhard.baeck@engel.at

**DI Dr. Klaus Fellner** ist Kunststofftechniker bei Engel in St. Valentin; klaus.fellner@engel.at

**DI Florian Gruber BSc** ist Head of Process Engineering bei der PureLoop GesmbH, Ansfelden/Österreich; f.gruber@pureloop.at

**Dr.-Ing. Norbert Müller** ist Leiter des Engel-Technologiezentrums für Leichtbau Composites; norbert.mueller@engel.at

## Service

### Literatur & Digitalversion

➤ Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/onlinearchiv](http://www.kunststoffe.de/onlinearchiv)

Materialien beim Aufbereiten Materialien mit kürzeren Fasern. Die Herausforderung beim Recycling der endlosfaserverstärkten Organoblech-Halbzeuge war demnach, Aufbereitungs- und Verarbeitungsprozesse zu etablieren, die mit dem Erhalt möglichst großer Faserlängen einhergehen.

### Leistungsstarke Schredder-Extruder-Kombination

Engel nutzte für die Versuche Organobleche der Marke Progano (Hersteller: Profol GmbH, Halfing), die aus UD-Tapes mit 72 Gew.-% Glasfasern in einer Polypropylen-Matrix (PP) aufgebaut sind (**Bild 2**). Durch kundenspezifische Zuschnitte fallen Reststücke an. Für die Regranulierung der Beschnittabfälle kam eine Anlage des Typs ISEC evo 302 von PureLoop zum Einsatz (**Bild 3**). Das Besondere dieser Anlage ist, dass Schredder und Extruderschnecke auf einer gemeinsamen Welle sitzen – das Kürzel ISEC steht für „Integrated Shredder Extruder Combination“. Die Beschickung erfolgte mit ca. 1,5 m langen Organoblechstreifen. Angestrebt wurde eine Verdünnung des Fasergehalts auf 40 Gew.-%.

Auf einem Förderband wird das Beschnittmaterial der Anlage zugeführt. Es fällt in einen Trichter, an dessen unterem Ende die Welle beginnt. In diesem Bereich der Welle sitzen die Schneidelemente. Das zerkleinerte Material gelangt durch einen Verdichterbereich zu einer Irisblende, die den Materialstrom regelt. Unverstärktes PP wird in Granulatform zugeführt und das Materialgemisch plastifiziert. Auf einen Filter im Extrusionsbereich wurde bewusst verzichtet, denn dieser würde die langen Fasern entfernen. Abschließend wird das Material heiß

abgeschlagen und in einer Zentrifuge getrocknet.

Zur Analyse wurde das resultierende Granulat verascht und eine optische Glasfaserlängenauswertung durchgeführt. Es zeigt sich, dass mit der getesteten Aufbereitungskette ausreichend lange Fasern erhalten bleiben. Im Veraschungsrückstand lagen Glasfasern mit über 4 mm Länge vor. Die Einstellung des Fasergehalts lässt sich beim Zuschneiden der Beschnittstücke optimieren: Je kleiner die Teile, desto gleichmäßiger werden sie vermahlen und mit dem Matrixmaterial vermischt. Aus der Dichte zurückgerechnet, hat das Rezyklat einen Fasergewichtsanteil von rund 35 Gew.-%.

Die erfolgreiche Aufbereitung von Produktionsabfällen zeigt das Potenzial für Automobilbauteile am Ende der Fahrzeugnutzungsdauer auf. Nach dem Reinigen der Bauteile und dem Entfernen metallischer Einlegeteile kann der Composite-Anteil auf die gleiche Weise in Regranulat rückgeführt werden.

### Beim Spritzgießen kein Unterschied zu Neuware

In der weiteren Folge wurden mit dem erhaltenen Regranulat Spritzgießversuche durchgeführt, um sowohl die Verarbeitbarkeit als auch die zu erzielende Bauteilqualität beurteilen zu können. Im Technikum von Engel am Stammsitz in Schwertberg wurden auf einer Spritzgießmaschine evictory 1640/300 Musterteile produziert; die Anlage ist für die Fertigung von Organoblech-Bauteilen mittlerer Größe prädestiniert. Aufgrund ihrer holmlosen Schließeinheit ermöglicht die Hybridmaschine e-victory mit elektrischer Spritzeinheit ein schnelles Hothandling, was bei der Herstellung von Produkten mit



**Bild 4.** An der LIT Factory in Linz wurden in einem integrierten Prozess seriennahe Musterteile produziert  
© Engel

dünnen Organoblechen entscheidend ist, um den Prozess umsetzen zu können.

Im Mittelpunkt der Verarbeitungsversuche stand die Frage, wie sich das Regranulat im Prozess im Vergleich zu Serienmaterial verhält. Als Referenz wurde eine langglasfaserverstärkte Neuware, ein PP-GF40 vom Typ GB477HP (Hersteller: Borealis), verarbeitet. Beide Materialien wurden mit drei unterschiedlichen Schneckendrehzahlen plastifiziert, um die Prozesskonstanz beurteilen zu können. Aus den annähernd linearen Dosierkurven ohne Einbrüche lässt sich ein einwandfreies Dosierverhalten ableiten. Die Dosierzeitschwankungen beider Materialien sind vergleichbar.

Das Regranulat wurde in einem Masterbatchmischer versuchsweise vorgemischt, um den Einfluss eines optionalen Homogenisierungsschritts – zum Beispiel in einem Silo mittels Rührer – nachzustellen. Das Wiegen der Bauteile ergab für das Regranulat leicht höhere Standardabweichungen gegenüber der Neuware.

Absolut gesehen waren die Standardabweichungen aber für beide Materialien sehr gering. Bei einem Sollschussgewicht von 400 g lag die Standardabweichung beim Verarbeiten des Regranulats im Bereich von 0,7 g und beim Verarbeiten der Neuware bei etwa 0,15 g.

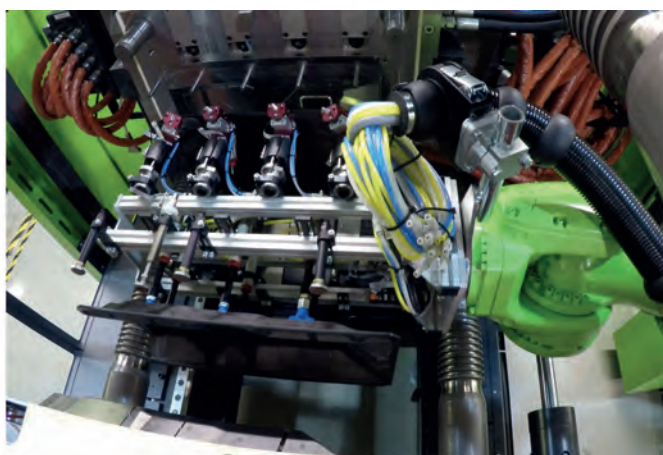
#### *Automobile Serie im Blick*

Da die Materialien bei der Spritzgießverarbeitung gut homogenisiert werden, wurden bei der Auswertung der Faserlängen und -anteile keine signifikanten Unterschiede zwischen Regranulat und Neuware erwartet, was die Versuche bestätigten. Die zusätzliche Homogenisierung im Masterbatchmischer brachte keine weitere Verbesserung der bereits guten Werte. Zusammenfassend kann man feststellen, dass sich das Regranulat im Spritzgießprozess ebenso gut verarbeiten lässt wie Neuware.

Nach den erfolgreichen Regranulierungs- und Spritzgießversuchen anhand von

tapebasierten Organoblechen stellt sich die Frage, inwieweit sich diese Ergebnisse auf reale Bauteile übertragen lassen. Engel und PureLoop haben gemeinsam mit der LIT Factory (**Infokasten**) in Linz/Österreich in einem integrierten Prozess seriennahe Musterteile produziert (**Titelbild**). Die endlosfaserverstärkten Organobleche wurden zugeschnitten und über Magazine dem Handlingroboter zugeführt. Sie wurden im integrierten IR-Ofen erwärmt, vom Knickarmroboter in das Werkzeug der Spritzgießmaschine Engel duo 350 (**Bild 4**) eingelegt, dort umgeformt und mit dem Regranulat der Beschnittabfälle umspritzt (**Bild 5**).

Die erzielte sehr gute Bauteilqualität und hohe Effizienz des integrierten Verarbeitungsprozesses zeigen das große Potenzial der Aufbereitung von Organoblech-Verschnittabfällen für Serienanwendungen im automobilen Leichtbau auf. Die Partner Engel und PureLoop arbeiten weiter gemeinsam daran, dieses Potenzial zu heben. ■



**Bild 5.** Die sehr gute Qualität der Musterteile und die hohe Effizienz des integrierten Verarbeitungsprozesses belegen das große Potenzial der Aufbereitung von Organoblechverschnittabfällen © Engel