

Lösungsmittelbasierte Recyclingverfahren

Recycling von Verbundfolien

Verbundfolien werden in der Verpackungsbranche erfolgreich eingesetzt, um das Gewicht des Packmittels zu reduzieren und die Produkthaltbarkeit zu erhöhen. Somit tragen sie signifikant zur CO₂-Reduktion bei. Allerdings kommen aufgrund funktionaler Anforderungen häufig Verbundaufbauten aus inkompatiblen Kunststoffen zum Einsatz, die ein Recycling im bewährten Re-Extrusionsverfahren verhindern. Lösungsmittelbasierte Recyclingverfahren bieten hier eine attraktive und technisch reife Lösung.

Mit der CreaSolv-Technologie wird die Verwertung von Verbundfolienabfällen möglich.

© Fraunhofer IVW



Flexible Packstoffe sind aus Einsatzgebieten in der Lebensmittel- und Haushaltsgüterverpackung, zum Beispiel für Wurst, Käse, Snacks oder Waschmittel und Seifenprodukte, nicht mehr wegzudenken. Zum optimalen Produktschutz werden hier häufig Mehrschichtaufbauten aus verschiedenen Polymeren gewählt und so die Haltbarkeit von derart verpackten Lebensmitteln deutlich verlängert. Dabei werden die gute Siegfähigkeit, der Lichtschutz und die Wasserdampfbarriere der Polyolefine mit der guten Sauerstoff-Barriere oder der Steifigkeit von EVOH, PET oder PA kombiniert. Gewichtsmäßig dominieren in

Verbundverpackungen in der Regel die Polyolefinanteile, allerdings enthalten solche Verbundfolienaufbauten noch weitere Zwischenlagen sowie Druckfarben und Aluminiumanteile – entweder als Aluminiumfolie oder als aufgedampfte Aluminiumschicht.

Physikalisches Lösen von Kunststoffen aus Verbundstrukturen

Aus Recyclingsicht sind Mehrschicht-Verbundverpackungen aufgrund der Werkstoffheterogenität nahezu nicht in eine Kreislaufwirtschaft zu integrieren, sodass die heutigen Modelle zur Bewertung der

Recyclingfähigkeit Verbundverpackungen nur in Ausnahmefällen eine gute Recyclingfähigkeit attestieren und zur Verwendung von Monomaterial-Mehrschichtverbunden raten, die aus Kombinationen aus PE und PP mit geringen Anteilen an Barrierschichten bestehen. Ob diese Materialien den gleichen Produktschutz bieten wie herkömmliche Verpackungen und ob die reale Abfallwirtschaft in der Lage ist, diese neuartigen Verbunde mit hohen Ausbeuten zu erfassen, zu sortieren und zu hochwertigen Rezyklaten zu verarbeiten, ist derzeit noch Gegenstand der Forschung und Entwicklung.

Das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV in Freising arbeitet daher seit zwei Jahrzehnten an innovativen technischen Lösungen für das Recycling komplexer Kunststoffabfälle, die auf dem physikalischen Lösen von Zielkunststoffen aus Mischungen und Verbundstrukturen basieren. Im Vergleich zum mechanischen Recycling wird hiermit ein sehr hohes Reinigungspotenzial erreicht. Hierbei kommt CreaSolv ins Spiel, ein eingetragenes Markenzeichen der Creacycle GmbH. Der Prozess basiert dabei auf sehr alten Patenten, welche die Inlösungnahme von Polyolefinen beschreiben, und verknüpft diese Ansätze mit innovativen und technisch hocheffizienten Reinigungstechnologien. Das Verfahren wurde bereits in den frühen 2000er-Jahren für verschiedene Verpackungsabfälle entwickelt und seitdem kontinuierlich technisch und ökonomisch optimiert, skaliert und dabei immer wieder mit Industriepartnern validiert. Aufgrund seiner hohen Reinigungsleistung eignet sich das Verfahren insbesondere für flexible Verpackungen, sowohl für Verbundfolien aus Industrieabfällen als auch für Post-Consumer-Abfälle flexibler Packstoffe.

Im Praxistest: Industrielle Pilotanlage läuft in Indonesien

Bereits Anfang der 2010er-Jahre wurde der Konzern Unilever auf den CreaSolv-Prozess aufmerksam und evaluierte das Verfahren, zunächst im Labor-, dann im kleintechnischen Maßstab. Die bevorzugte Anwendung des Verfahrens galt dabei in erster Linie kleinvolumigen Mehrschicht-Folienbeuteln, sogenannten Sachets, die im südostasiatischen Raum einen hohen Marktanteil besitzen und dort keiner adäquaten Abfallbehandlung zugeführt werden. Stattdessen landen sie im besten Fall auf Großdeponien, realistisch Weise aber leider viel zu oft in der

Umwelt und tragen letztendlich zur Kunststoffbelastung der Gewässer und Meere bei. In Kooperation mit Unilever und der Lömi GmbH konzipierten die Verfahrensentwickler des Fraunhofer IVV eine industrielle CreaSolv-Anlage, die man in Deutschland aufgebaut und nach einer kurzen Testphase an den Standort in Indonesien verschifft wurde. Nach der Inbetriebnahme 2018 und einer Hochfahrphase Anfang 2019 produziert die Anlage seither PE-LD-Rezyklat. Als Input-Material kommen Verbundfolienabfälle zum Einsatz, die von „Waste-Pickern“ auf indonesischen Deponien gesammelt und vorgereinigt werden. Das Rezyklat wird heute erfolgreich in neuen Verbundfolienverpackungen für Waschmittel eingesetzt (**Bild 1**).

Das europäische MultiCycle-Projekt

Auf Basis dieser erfolgreichen Erstanlage wurde Ende 2018 das europäische H2020-Projekt MultiCycle initiiert. Im Rahmen des Projektes war der Nachweis zu erbringen, dass die CreaSolv-Technologie auf weitere Zielpolymere in Mehrschichtverpackungen und Kunststoffverbunden (unter anderem PP, PA, PA-GF oder PET) anwendbar ist. Dazu errichtete man eine flexibel anpassbare Demonstratoranlage an einem Standort von Lömi. Die Anlage ist für den wechselnden Demonstrationsbetrieb für verschiedene Abfall- und Kunststofffraktionen konzipiert und erreicht, je nach Betriebsmodus, eine Kapazität von bis zu 25 kg/h. (**Bild 2**)

MultiCycle-Anlage für verschiedenste Kunststofffraktionen

Auf der MultiCycle-Anlage wurden unter anderem Post-Consumer-Verbundfolien, aber auch Produktionsabfälle verschiedener Verbundfolien zu PE-LD und PP-Rezyklaten verarbeitet. Die **Tabelle** listet

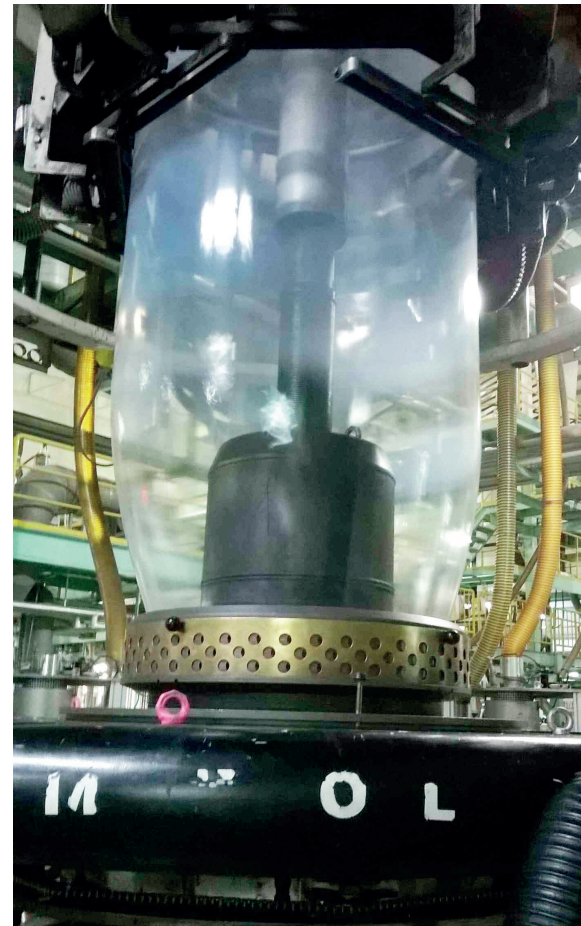


Bild 1. Blasfolienproduktion in Indonesien auf Basis von PE-LD-Rezyklat. © Fraunhofer IVV

typische Produktkennwerte der Rezyklate auf, die aktuell bei MultiCycle-Projektpartnern bemustert und aufgrund des neuartigen Eigenschaftsprofils zur Herstellung von Non-Food-Verpackungsdemonstratoren eingesetzt werden.

Nach Projektende steht die Demonstrationsanlage ab Anfang 2022 für weitere Bemusterungsversuche mit Forschungs- und Industriepartnern zur Verfügung, die das lösungsmittelbasierte Recycling im präkommerziellen Maßstab testen oder evaluieren möchten. Rezyklatmengen von 500 bis 1000 kg können an der Anlage unter repräsentativen Prozessbedingungen hergestellt werden. Die Anlage dient nicht nur der Vorbereitung und konzeptionellen Prüfung neuer kommerzieller Anlagenprojekte, sondern kann dazu beitragen, die Recyclingfähigkeit von Kunststoffverpackungen nachzuweisen. Um die zahlreichen Anfragen aus der Industrie bedienen zu können, wird derzeit eine zweite vergleichbare Demonstrationskapazität am Fraunhofer IVV in Freising aufgebaut. »

Tabelle. Typische Eigenschaften eines PE-LD-PCR im Vergleich zu PE-LD- und PE-LLD-Neuware.

	PE-LD	rPE	PE-LLD
Dichte	0,921 g/cm ³	0,925 g/cm ³	0,940 g/cm ³
Schmelzflussindex (MFR)	2,1 g/10 min	1,1 g/10 min	1,0 g/10 min
Schmelzpunkt	109 °C	124 °C	120 – 125 °C
Zugfestigkeit	21 MPa	27 MPa	44 MPa
Bruchdehnung	280 %	680 %	690 %
Sekantenmodulus 2 %	177 MPa	274 MPa	270 MPa

© Fraunhofer IVV



Bild 2. Die Demonstrationsanlage der Lömi GmbH verarbeitet bis zu 25 kg verschiedene Abfallfraktionen pro Stunde. © Lömi

Info

Autoren

Dr. Martin Schlummer ist Geschäftsfeldmanager Recycling und Umwelt beim Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV.

Jochen Neubauer ist Verpackungsspezialist für den Closed-Loop-Einsatz von rPO am Fraunhofer IVV.

Dr.-Ing. Fabian Knappich ist Gruppenleiter Anlagenrealisierung Polymer-Recycling am Fraunhofer IVV.

Dr. Andreas Mäurer ist Abteilungsleiter Verfahrensentwicklung Polymer-Recycling am Fraunhofer IVV.

Ulrich Weig ist Bereichsleiter Ersatzbrennstoffe/Gewerbeabfallsortierung der Lober GmbH, Neunburg vorm Wald.

Marcel Backfisch ist Projektleiter bei der der Lömi GmbH Großostheim, einer Tochtergesellschaft der GAW Beteiligungs GmbH.

Alexander Rinderhofer ist Geschäftsführer der GAW Beteiligungs GmbH, Graz, Österreich und verantwortet den Bereich Recycling und Umwelttechnologie.

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

Förderprojekt Circular Packaging

Auch auf nationaler Basis wird die industrielle Umsetzung der CreaSolv-Technologie zügig vorangetrieben. Die aus den vorgenannten Projekten vorliegenden Daten belegen eindeutig die technische und wirtschaftliche Attraktivität des Verfahrens im industrierelevanten Maßstab. Das zeigen Modellrechnungen und Business-Pläne für großindustrielle Anlagen, die sich an den jeweiligen nationalen Rahmenbedingungen, Standortbedingungen und Abfallspezifikationen orientieren.

Vor diesem Hintergrund wird die Industrialisierung von CreaSolv aktuell in dem vom BMBF geförderten r+ impuls-Projekt Circular Packaging genauer untersucht und fortgeführt. Für einen Standort in Nordostbayern erarbeiten die Projektpartner Lömi, Fraunhofer IVV und die Lober GmbH & Co. Abfallentsorgungs KG derzeit ein kommerzielles Anlagenkonzept für flexible Post-Consumer-Verpackungen. Der anvisierte Technologie-Scale-up wird einerseits durch technische Optimierungsversuche begleitet und resultiert im Detail-Engineering für eine kommerzielle Recyclinganlage.

Wirtschaftlicher Anlagenbetrieb ab 8000 Jahrestonnen

Für Deutschland und Mitteleuropa ergibt sich auf Basis aktueller Kalkulationen ein

wirtschaftlicher Anlagenbetrieb ab Kapazitäten von rund 8000 Jahrestonnen. Als Input können Abfallfraktionen aus den Sortieranlagen der dualen Systeme herangezogen werden, wie zum Beispiel die Fraktionen 323 oder 352.

Aktuelle Produktmuster von PE-LD- und PP-Rezyklaten erreichen eine Qualität, die den Einsatz in neuen Verpackungsfolien mit einem hohen Anteil an Post-Consumer-Rezyklat (PCR) erlauben. Dieser ist abhängig von Folienaufbau und Anwendungsgebiet, ein PCR-Anteil von über 50 % ist aber durchaus erreichbar. Die Musterproduktionen offenbaren, dass der Reifegrad der Technologie industriellen Anforderungen standhält und nur noch letzte technische Detailfragen für den kommerziellen und technischen Scale-up zu lösen sind.

Vorliegende Versuchsdaten, Kalkulationen und Marktentwicklungen bestärken das Team aus Prozessentwicklern, Anlagenbauern und Abfallwirtschaftlern in ihrer Annahme, dass der Lösungsmittelbasierte CreaSolv-Prozess künftig einen wesentlichen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft von komplexen Kunststoffabfällen leisten kann, insbesondere im Bereich flexibler Verpackungen. Das Mengenaufkommen dieser Abfälle ist immens und beläuft sich allein in Deutschland auf rund 1 Mio. Jahrestonnen, die momentan vorwiegend als Sekundärbrennstoff verwertet und somit dem Kunststoffkreislauf entzogen werden. Wenn lösungsmittelbasierte Prozesse trotz ihrer im Vergleich zum mechanischen Recycling deutlich höheren Reinigungsleistung auch nur einen Marktanteil von 20% erreichen, ergibt sich daraus ein Potenzial von 10 bis 20 Aufbereitungsanlagen mit Kapazitäten von jeweils 10000 bis 20000 Jahrestonnen.

Das Entwicklungsteam wird die Technologie in enger Kooperation mit Investoren und potenziellen Anlagenbetreibern in kommerziellen Industrieanlagen umsetzen. Fraunhofer agiert hier als Verfahrensgeber, Lömi gemeinsam mit ihrer Konzernschwester GAW Technologies GmbH als Anlagenbaupartner. Als Betreiber der ersten kommerziellen CreaSolv-Anlage für Verpackungskunststoffe in Deutschland steht die Lober GmbH & Co. Abfallentsorgungs KG in Neunburg vorm Wald an vorderster Front. ■