

Multiple Schichten – multiple Probleme?

Ansätze und ungelöste Probleme im mechanischen Recycling von flexiblen Multilayerverpackungen

Die Herausforderungen, Lebensmittelverpackungen im Kreislauf zu führen, sind im flexiblen Bereich besonders groß. Multilayerverbunde stehen mechanischem Recycling oft entgegen, sind aber für viele Einsatzbereiche nur schwer ersetzbar. Zu deren Substitution gilt es recyclingfähige und ökologisch nachhaltige Verpackungslösungen zu finden.



© adobe-Stock/Tsung-Lin-Wu

Multilayerverbunde, die aus bis zu zwölf Schichten aufgebaut sein können, sind zumeist stofflich nicht rezyklierbar. Dies verhindert das Schließen von Stoffkreisläufen (**Bild 1**), da Rezyklate aus diesen Materialien keine wiedereinsatzfähige Sekundärmaterialien für höherwertige Anwendungen ergeben.

Mehrschichtverbunde haben sich aber als Verpackungssystem etabliert, machen heute etwa 10 Gew.-% des globalen Verpackungsmarktes aus [1] und bieten viele Vorteile. Die Kombination unterschiedlicher Materialien erlaubt es, sich der Morphologie und damit verknüpfter Eigenschaften zu bedienen. Be-

reits dünne Schichtdicken ermöglichen eine zum adäquaten Schutz des Füllgutes ausreichende Barriere Wirkung. Polarität, Kristallinität, Taktizität (wiederkehrende Abfolge von Seitenketten in den Polymeren), Molekulargewichtsverteilung – jedes Material zeichnet sich durch eine andere Konstitution und damit Anwendungsmöglichkeiten aus [2].

Materialkreislauf über mechanisches Recycling schließen

Die gesamte Wertschöpfungskette muss nun aber umdenken. An der EU-Strategievorgabe, bis 2030 nur noch rezyklierbare

oder wiederverwendbare Verpackungen in Umlauf zu bringen, lässt sich kaum rütteln. Neue rezyklierbare Lösungen müssen gesucht und getestet werden, um den Materialkreislauf über mechanisches Recycling schließen zu können.

Mono- statt Multimaterial wird als Lösung dieses Problems in Erwägung gezogen. Ob Monomaterialverbunde spezialisierte Multilayerverbunde ersetzen können, steht zur Diskussion. Denn ein Material alleine kann meist nicht ausreichende Barrieren gegen unterschiedliche Umwelteinflüsse errichten. Benötigt ein Produkt Schutz vor Wasserdampf und gleichzeitig Sauerstoff, stößt man bereits an

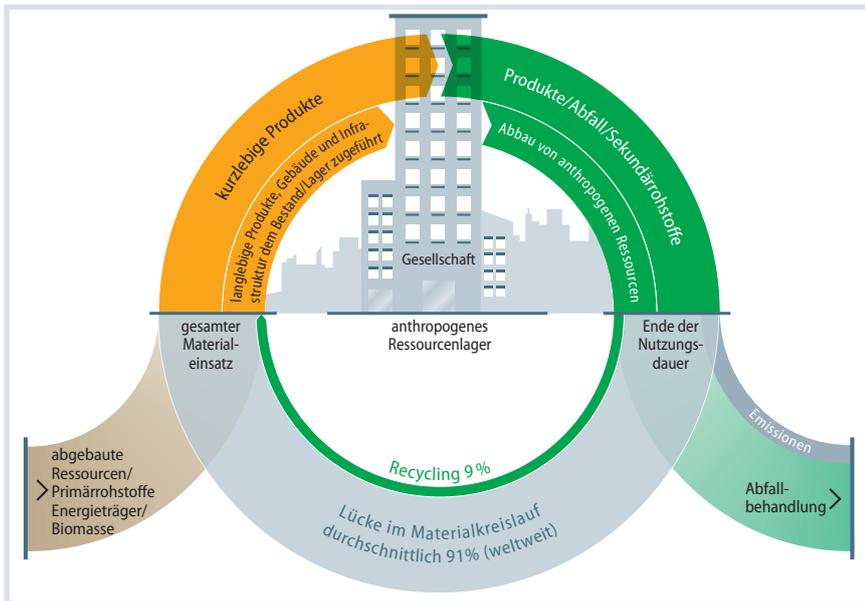


Bild 1. Lücke in der Kreislaufwirtschaft: Der Weg der Ressourcen ist weltweit durchschnittlich nur zu 9% zirkulär. 91% der 92,8 Mrd. t an Mineralien, fossilen Brennstoffen, Metallen und Biomasse, die jährlich in die Wirtschaft gelangen, werden nicht wiederverwendet. Quelle: Altstoff Recycling Austria, EU;

Grafik: © Hanser

Grenzen, die aus der Morphologie her-rühren: Unpolare Polyolefine bieten Schutz vor Wasserdampf, Sauerstoff wiederum permeiert diese Materialien [2]. Wie also Füllgüter (beispielsweise knusprige und gleichzeitig oxidationsempfindliche Snacks) mit breiten Anforderungsprofilen weiterhin richtig schützen?

Monomaterialansatz muss weiterentwickelt werden

Monomateriallösungen sind der Traum jeden Rezyklierers, da diese zumeist ohne Probleme stofflich verwertbar sind. Sehr dünne Beschichtungen aus Metalloxiden oder Aluminium mit Materialstärken von 100 nm oder weniger stören die mechanische Verwertung zumeist nicht. Ebenso hat sich gezeigt, dass EVOH-Polyolefinverbunde, bei denen der EVOH-Anteil weniger als 5% beträgt, gut rezyklierbar sind. Der Kunststoffanteil der oftmals eingesetzten Materialkombinationen von Kunststoffen mit Aluminiumzwischen-schichten (Aluminium mit mehr als 5 µm Schichtdicke) oder mit Papier ist typischerweise nicht mechanisch rezyklierbar. Dies gilt auch für Getränkeverbund-kartons, bei denen üblicherweise nur der Papieranteil stofflich verwertet wird.

Theoretisch recyclingfähige Kombi-nationen umfassen laut [3] derzeit Ver-bunde mit

- Beschichtungen aus Siliziumoxid (SiO₂) oder Aluminiumoxid (Al₂O₃) für PP, PE und PET,
 - EVOH bis zu 5 Gew.-% für PP und PE
 - PA bis zu 5 Gew.-% in PET sowie
 - metallisierte Folien, sofern der Sortier-prozess nicht negativ beeinflusst wird.
- In der Praxis werden auch diese Folien-typen aus ökonomischen Gründen zu-meist nicht gesammelt oder mechanisch rezykliert. Am Markt befinden sich dar-über hinaus noch viele nicht rezyklierbare Verpackungsmaterialien.

Recyclingfähige Barrierelösungen in der Praxis

Durchkämmt man Onlineplattformen so zeigt sich, dass schon einige Herstel-lungsbetriebe rezyklierbare Lösun-gen anbieten und bis dato eingesetzte Multi-layerverbunde durch die genannten re-cyclingfähigen Verbunde ersetzen: Mo-no-PE für Müsli, Mono-PP für Frucht-püree und Müsliriegel, metallisiertes PP für Nüsse und Saaten, siliziumoxidbedampf-tes PP für erhitzbare Convenience-Ver-packungen. Auch beschichtete Papierlö-sungen werden angeboten, die – wenn sie nur einseitig beschichtet sind und we-niger als 5% Kunststoffanteil enthalten – als Papier lizenziert und rezykliert werden können. »



New Mobility

Gemeinsam bewegen wir die Zukunft

Entdecken Sie bei uns **heute** die passenden Kunststoffe für die Mobilitätskonzepte von **morgen**. Setzen Sie dabei auf unsere Beratungskompetenz und das umfassende Portfolio unserer starken Partner – Service und maßgeschneiderte Logistik-konzepte inklusive.

Unsere Partner:

Celanese
The chemistry inside innovation

lyondellbasell
Advancing Possible

AKRO-PLASTIC

TRINSEO

ELIX POLYMERS | A member of Dünchem International

M.TEC

www.peoplethinkplastics.com



Bild 2. Redesign gefragt: Etwa 30% der Verpackungen aus Kunststoff (gemessen an ihrem Gewicht) lassen sich ohne fundamentales Redesign nicht mechanisch recyceln Quelle: Ellen MacArthur

Foundation, Grafik: © Hanser

Die Marktdurchdringung rezyklierbarer Barrierekösungen ist derzeit aber gering (**Bild 2**). Für einzelne Lebensmittelproduktgruppen, wie vorgeschnittene Wurst und Käse oder auch Tierfutter, finden sich überwiegend nicht rezyklierbare Multilayerverbunde am Markt, da für diese Produktgruppen noch keine Lösungen vorliegen, die alle Anforderungen erfüllen (**Bild 3**). Dies betrifft Themen der Maschinengängigkeit, der Sterilisierbarkeit oder auch der Durchstoßfestigkeit. Hier sind noch weitere Entwicklungen notwendig.

Allein die Umstellung der nicht rezyklierbaren Multilayerverbunde auf rezyklierbare Kombinationen schließt den

Kreislauf (oder besser: die Kreisläufe) aber noch nicht. Denn zahlreiche technische Herausforderungen behindern bislang das Recycling flexibler Verpackungen, so z.B. die Polymer- und Kombinationsvielfalt, Kontaminanten und Rückstände, Überlappungen und Zuordenbarkeit, Größenordnungen usw. Daneben stehen auch systemische Probleme dem Recycling und Wiedereinsatz als Sekundärmaterial im Weg, etwa die fehlende Sammel- und Verwertungsinfrastruktur, mangelnde Wirtschaftlichkeit, einschränkende Verwendungszulassungen, geringe Nachhaltigkeit usw.

Komplexe systemische Hindernisse

Die systemischen Probleme sind dabei teilweise komplexer als die technischen. Das Gros der wissenschaftlichen Publikationen der letzten zehn Jahre zum Thema recyclingfähiger flexibler Multilayerverpackungen beschreibt unter anderem folgende Herausforderung: Die Wertschöpfungskette ist fragmentiert und deshalb intransparent. Sie besteht aus vielen Akteuren und Akteurinnen, die eigene, klein-

teilige Weiterentwicklungen und Projekte verfolgen und ein riesenhaftes Patchwork potenzieller Lösungsansätze erzeugen. Um größere wiedereinsatzfähige Materialströme zu erreichen, sind jedoch möglichst gleichförmige Handlungsweisen und (materialtechnische) Ziele notwendig. Kreisläufe können zwar auch klein bleiben, sie müssen aber rentabel sein und zwar über alle Dimensionen der Nachhaltigkeit (ökologisch, ökonomisch, sozial). Dabei wird es immer wichtiger, alle Stationen dieser Wertschöpfungskette zu vernetzen, denn das mechanische Recycling der flexiblen Multilayerfolien überzeugt bei deren aktueller Zusammensetzung in keiner Nachhaltigkeitsdimension.

Betrachtet man beispielhaft die ökologische Nachhaltigkeit, steht man vor einem weiteren Problem. Denn trotz nicht vorhandener Rezyklierbarkeit sind hochspezialisierte dünne und damit leichte, flexible Multilayerverpackungen hoch effizient und weisen einen sehr geringen Ressourcenverbrauch und eine niedrige CO₂-Bilanz auf. Der Ersatz dieser Materialien durch Alternativen ist damit fast immer mit höherem Ressourcenverbrauch und Umweltauswirkungen verbunden. Für das Folienrecycling stellt sich darüber hinaus die Frage, ob dies auch ökologisch gerechtfertigt ist, wenn etwa durch hohen Aufwand beim Sammeln, Sortieren und Rezyklieren eine negative Umweltbilanz resultiert.

Fazit

Fest steht, dass unsere Wirtschaft sich in Richtung Kreislaufwirtschaft bewegen muss. Aber dies geschieht nicht als Selbstzweck, sondern um die negativen Umweltauswirkungen unseres Handels – gemessen etwa am Ressourcenverbrauch und der CO₂-Bilanz – zu reduzieren. In diesem Sinne muss „recyclingfähig“ nicht automatisch nachhaltiger sein. ■

Die Autoren

Anna-Sophia Bauer, M.Sc., ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachbereich Verpackungs- und Ressourcenmanagement der FH Campus Wien/Österreich; anna-sophia.bauer@fh-campuswien.ac.at

Dr. Manfred Tacker ist Fachbereichsleiter Verpackungs- und Ressourcenmanagement der FH Campus Wien.

Service

Literatur & Digitalversion

- Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/2020-05

English Version

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

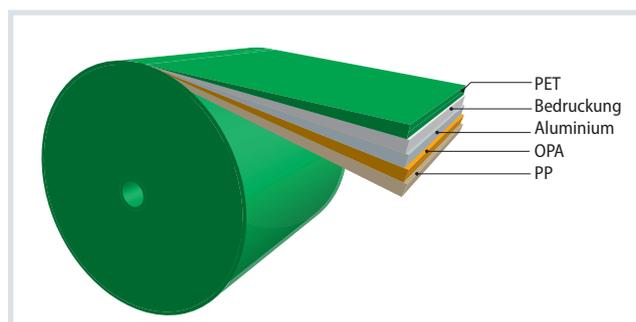


Bild 3. Standbodenbeutel: Typische Zusammensetzung eines nicht mechanisch rezyklierbaren Pouch-Beutels für Nassfutter

Quelle: Constantia Flexibles,

Grafik: © Hanser