



Polyethylen (PE): Trends bei Stromerzeugung und Verpackungen gestalten

## Krisensicher in sich verändernden Märkten

Seit seiner Erfindung erzeugt Polyethylen neue Einsatzgebiete, ersetzt andere Werkstoffe in deren traditionellen Funktionen und verschiebt kontinuierlich eigene Einsatzgrenzen. Dieser Umstand hat PE mit 115 Mio. t Jahresverbrauch zum weltweit meistgenutzten Kunststoff gemacht. Verbrauch und Produktionskapazitäten wachsen dabei vor allem in Nordamerika und China. In Europa arbeiten die Firmen hingegen an einem Sonderweg.



Der weltweite Polyethylenmarkt ist in den letzten fünf Jahren durchschnittlich um jährlich 4,6 % gewachsen. Das führte zu einem Verbrauch von 115 Mio. t im Jahr 2021. Auch in den beiden Pandemie-jahren 2020 und 2021 stieg der Verbrauch weiterhin ungebrochen. Mit 5,7 % und 5,2 % Wachstum in 2020 und 2021 vergrößerte sich der Markt für Polyethylen (PE) sogar überproportional zum eigenen Wachstumsdurchschnitt, aber vor allem gegenüber dem durchschnittlichen weltweiten Bruttoinlandsprodukt in der Zeit. Es bedarf weltweit Investitionen in etwa zehn sogenannte World-scale-Anlagen pro Jahr, um das Angebot-Nachfrage-Gefüge nicht bleibend zu beeinträchtigen.

Natürlich gab es beim Wachstum segmentspezifische Unterschiede. Gleichzeitig ist es bemerkenswert, dass nach Analysen des Marktforschungsunternehmens Chemical Market Analytics der PE-Verbrauch abgesehen von wenigen Ausnahmen in keinem der definier-

ten zehn Anwendungssegmente ein negatives Wachstum in dem Zeitraum verbuchte (Bild 1).

Marktforscher gehen davon aus, dass sich die üblichen Wachstumsraten der jüngeren Vergangenheit von durchschnittlich 4-5 % auch künftig unverändert fortführen. Es gibt jedoch deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Weltregionen. Während das Wachstum in reifen Märkten nur moderat und abflachend ausfällt, ist Nordostasien und vor allem China fast alleine verantwortlich für das gesamte globale PE-Wachstum (Bild 2).

### Zwei Regionen dominieren das Wachstum

Die Kapazitätserweiterungen für den Zeitraum von 2016 bis 2022 und der Ausblick bis zum Jahre 2031 zeigen einige interessante Aspekte (Bild 3). Der Kapazitätsausbau hält Schritt mit dem Verbrauchsanstieg, allerdings bleiben die Auslastungsraten mit 85-90 % weiterhin sehr hoch. Auffällig ist, dass der traditionelle Chemiestandort Westeuropa in der letzten Dekade in Sachen Kapazitätserweiterung keine Rolle spielte. Das wird für dieses Jahrzehnt so bleiben. Auch Osteuropa spielt bei den globalen Kapazitäten kaum eine Rolle. Der Mittlere Osten, der vor allem in der letzten Dekade als Kapazitätsmotor fungierte, fällt deutlich zurück. Im Unterschied dazu halten US-amerikanische Unternehmen weiterhin an der Strategie fest, günstiges Schiefergas und somit Ethan zu PE zu veredeln. Sie decken damit nicht nur ihren eigenen Bedarf, sondern etablieren sich auch zunehmend als globale Exportregion

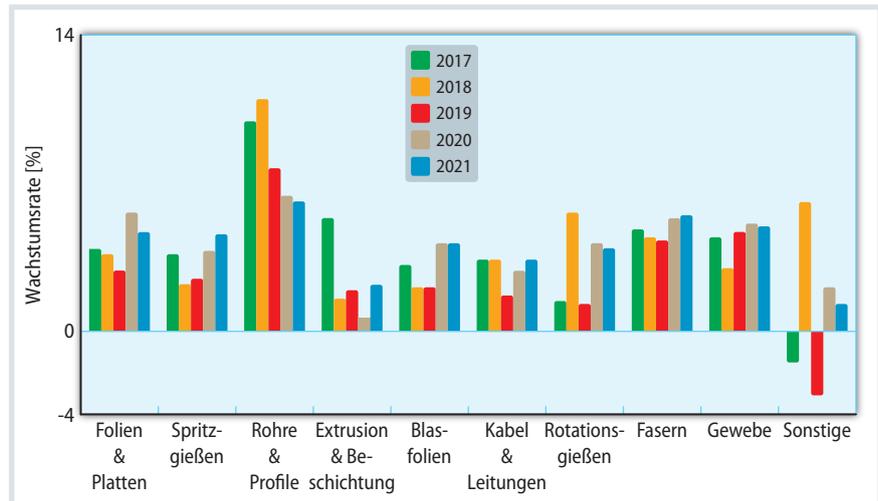
Mono- und biaxial orientierte PE-Folien helfen dabei, Multimaterialverbunde in Verpackungen zu ersetzen. © LyondellBasell

für PE. In den USA wurden in den letzten fünf Jahren ca. 11 Mio. t PE-Jahreskapazität angefahren und bis 2026 sollen nochmals 13 Mio. t hinzukommen.

### 13 Millionen Tonnen neue Kapazitäten

Ähnlich eindrucksvoll verhält es sich in China. Es wird erwartet, dass China im gleichen Zeitraum zusätzliche 13 Mio. t PE-Jahreskapazität aufbauen wird. Die Selbstversorgungsrate, also der Quotient zwischen chinesischer Produktion und chinesischem Bedarf, lag 2017 bei 57 %. Etwas weniger als die Hälfte des chinesischen Verbrauchs musste somit importiert werden. Aufgrund des massiven Kapazitätswachses von 10 Mio. t seit 2017 und den zusätzlichen 13 Mio. t bis 2026 könnte man annehmen, dass China von Importen unabhängig wird. Das ist jedoch nicht der Fall. Die zu erwartende Selbstversorgungsrate wird sich zwar voraussichtlich bis 2026 auf bis zu 62 % verbessern, notwendig werden dennoch Importe von ca. 20 Mio. t sein, um den Verbrauch zu decken.

Weder ein signifikanter Bedarfszuwachs noch Kapazitätserweiterungen sind in Europa, vor allem Westeuropa, absehbar. Diese Prognose bezieht sich auf konventionell hergestelltes PE, also solches aus Polymerisationsanlagen und basierend auf fossilen Rohstoffen. Ähnlich wie bei der Energieversorgung steht in Europa nicht Wachstum im Vorder-



**Bild 1.** Entwicklung des weltweiten Wachstums des PE-Verbrauchs verschiedener Verarbeitungs- und Anwendungsgebiete: Auch in den Krisenjahren 2019 und 2020 wuchs der Verbrauch in praktisch allen Bereichen. Quelle: Chemical Market Analytics von Opus, a Dow Jones Company; Grafik: © Hanser

grund, sondern das Thema Nachhaltigkeit. Die zentrale Frage ist dabei, wie kann man die unbestrittenen Vorteile des Werkstoffs nutzen und gleichzeitig unerwünschte Nebeneffekte wie den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und den entstehenden Abfall vermeiden oder zumindest reduzieren. Antworten darauf sind vielfach entweder schon kommerziell verfügbar oder in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium.

Konventionelles PE mit hoher Dichte (PE-HD) und fossiler Herkunft hat durchschnittlich einen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck cradle-to-gate von 1,84 CO<sub>2</sub>-Äquivalenten

(CO<sub>2</sub>-eq). Das bedeutet: Betrachtet man die gesamte Wertschöpfungskette vom Erdöl (cradle) bis das fertige PE-HD-Endprodukt das jeweilige Industriegelände verlässt (gate), verursacht die Herstellung von einer Tonne PE-HD den Ausstoß von Treibhausgasen, die 1,84 t CO<sub>2</sub> entsprechen. Ersetzt man nun Erdöl durch pflanzenbasierten Abfall oder andere Biomasse, reduziert sich der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck um 3,71 CO<sub>2</sub>-eq zu einem Negativwert von -1,87 CO<sub>2</sub>-eq. Die pflanzlichen Rohstoffe, die hinter der Biomasse stehen, haben somit während ihres Wachstums der Atmo- »

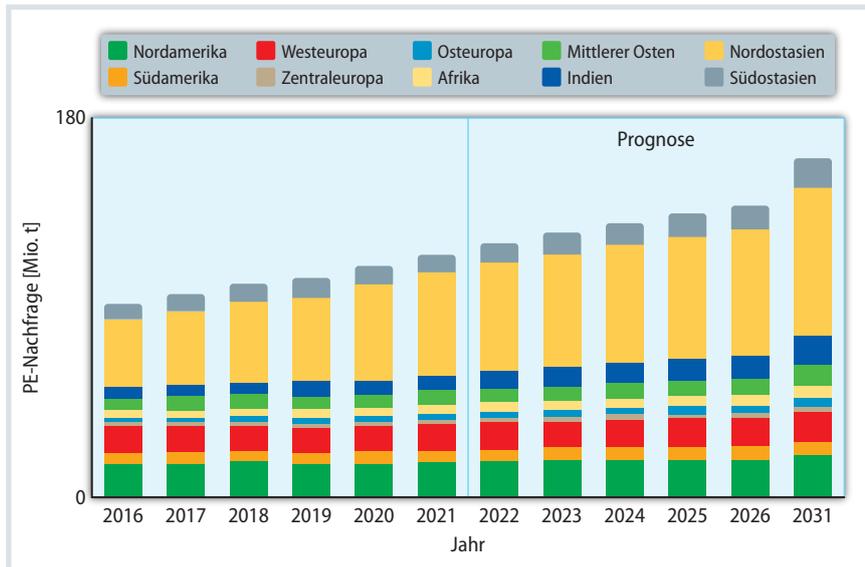
# NONNENMANN



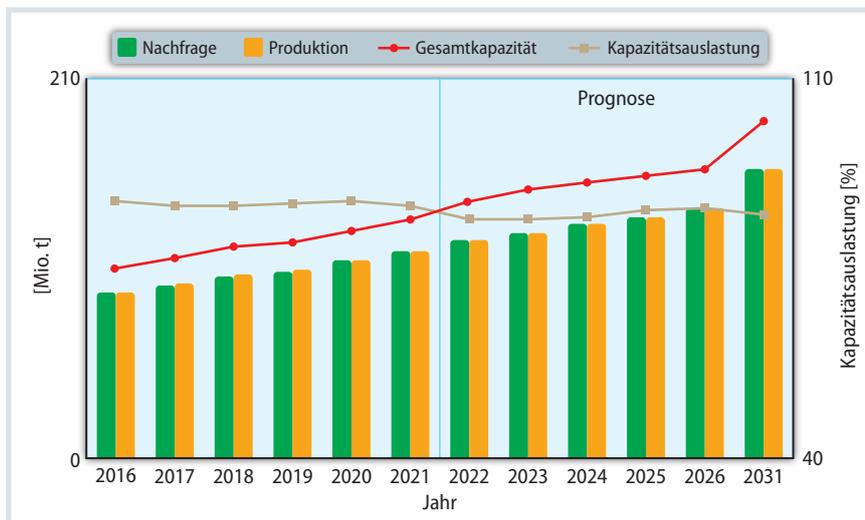
KUPPLUNGSTECHNIK  
Wasser / Hydraulik / Pneumatik

tst





**Bild 2.** Weltweite PE-Nachfrage nach Regionen: Der Markt wächst in Asien stark und wird bis 2031 voraussichtlich weiter deutlich zulegen. Quelle: Chemical Market Analytics von Opis, a Dow Jones Company; Grafik: © Hanser



**Bild 3.** PE-Kapazitäten und -Nachfrage werden voraussichtlich beide gleichmäßig wachsen.

Quelle: Chemical Market Analytics von Opis, a Dow Jones Company; Grafik: © Hanser

sphäre mehr CO<sub>2</sub> entnommen, als der gesamte Herstellungsprozess von PE erzeugt. Derzeit sind noch nicht viele Raffinerien darauf ausgelegt, Biomasse in crackerfähiges Naphtha umzuwandeln. Die Entwicklung hat jedoch begonnen. Eine enge Kooperation zwischen dem finnischen Raffineriebetreiber Neste und dem Kunststoffhersteller LyondellBasell ermöglicht die Herstellung von PE auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen. Die Qualität der produzierten Polymere entspricht dabei der von konventionellem PE.

Bei Kunststoffabfall geht es darum, eine Alternative zur konventionellen Entsorgung anzubieten und den Wert des Werkstoffs Kunststoff so lange wie

möglich zu erhalten und diesen selbst im Umlauf zu halten. Die Wertschöpfungskette ist komplex und nicht einfach zu organisieren. Es beginnt damit, den Abfall zu sammeln und nicht leichtfertig zu entsorgen. Ist das geschehen, muss das Abfallgemenge möglichst sortenrein getrennt werden. Das zerkleinerte, weitgehend sortenreine PE wird dann gereinigt, aufgeschmolzen, zu Granulat extrudiert, um als Regranulat wieder Einsatz bei Gebrauchsgütern zu finden, die nicht allzu strengen Regularien wie Lebensmittelzulassungen oder solchen für medizinische Anwendungen unterliegen.

Sehr groß ist das Interesse an der Aufbereitung bei Einwegkunststoffartikeln und Verpackungen. Durch die

Umstellung auf eine solche zirkuläre Wertschöpfungskette soll der Kunststoffverpackungsmüll deutlich reduziert werden. Wie das in der Praxis funktionieren kann, zeigt etwa anschaulich das Beispiel der Kooperation zwischen dem Abfallentsorgungsunternehmen Veolia und LyondellBasell. Zusammen betreiben beide Firmen das Joint-Venture QCP (Quality Circular Products). Es bildet die Schnittstelle zwischen dem Sammeln und der Aufbereitung von Kunststoffabfällen und der Vermarktung und dem Verkauf dieser unkonventionellen Produktkategorie.

### Höherer Rezyklateinsatz durch verbesserte Sortierung und Reinigung

Für Rezyklate werden die gleichen strengen Vorgaben bezüglich der Produktsicherheit angelegt wie für Neuware. Das erfordert ständig verbesserte Sortier- und Reinigungsprozesse. Die Fortschritte bei diesen werden dafür sorgen, dass der adressierbare Markt für mechanisch aufbereitete Rezyklate in den nächsten Jahren signifikant steigen wird. Ein Beispiel dafür ist der Einsatz solcher Materialien in Kosmetikverpackungen. Bei diesen arbeitet das Industriekonsortium Cospatox an der Erstellung wissenschaftlich fundierter Kriterien und Prozesse, die den sicheren Einsatz von Rezyklaten ermöglichen sollen. Optimierte Sortier- und Reinigungsprozesse erlauben darüber hinaus die Verwendung von Rohstoffströmen, die mit bisherigen Technologien nicht für das mechanische Recycling zugänglich sind. Zusätzlich sucht die Industrie nach Lösungen, die das Rezyklieren vereinfachen. Beispiele dafür sind der Ersatz von Verbundfolien aus mehreren Kunststoffen durch Monomateriallösungen oder eine neue Generation von Tubenverpackungen, bei denen Tubenkörper, -schulter und -verschluss aus PE gefertigt werden und daher ohne weitere Trennung wiederverwertet werden können.

Ein logischer nächster Schritt wäre die Verwendung von PE-Post-Consumer-Rezyklat (PCR) in Lebensmittelanwendungen. Entscheidend dafür ist jedoch die Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette, um die mit der Verwendung von PCR-Materialien in stark regulierten Anwendungen ver-



**Bild 4.** Das grabenlose Verlegen von Rohren ist weniger energie- und arbeitsintensiv als herkömmliche Verfahren. Es eignet sich auch für die Verlegung von Hochspannungsstromkabeln, etwa im Zuge der Anpassung der Verteilungsnetze hin auf eine dezentralere Stromversorgung.

© Gerodur MPM Kunststoffverarbeitung

bundenen Herausforderungen zu bewältigen.

### **Chemisches Recycling – der nächste Schritt zur Kreislaufwirtschaft**

Aus mechanisch recycelten Abfällen hergestelltes PE stößt teilweise an seine Grenzen. Der Fall ist das einerseits aufgrund der oft geringeren Qualität im Vergleich zu konventionellem PE und andererseits wegen Regularien, die den Einsatz von mechanisch rezyklierten Produkten für bestimmte Anwendungen nicht zulassen. An der Stelle kommt chemisches Recycling ins Spiel. Beim

chemischen Recycling werden etwa Polymerketten über ein Pyrolyseverfahren und mitunter durch Einsatz geeigneter Katalysatoren in Kohlenwasserstoffmoleküle zurückverwandelt, die sich wiederum in Crackern als Naphthaersatz einsetzen lassen. Dadurch werden mehrere Fliegen mit einer Klappe geschlagen. Der Einsatz von nativem Rohöl wird reduziert und gleichzeitig Kunststoffabfall vermindert ohne Verlust von Qualitätsniveau und Freigabestatus der erzeugten PE. Auf diese Weise hergestellte Drop-in-Produkte lassen sich auch für Artikel verwenden, die sehr hohe Hygieneansprüche zu erfüllen haben.

Europa spielte und spielt weiterhin bei der Entwicklung von neuen Verfahrenstechniken zur Erzeugung von PE eine Vorreiterrolle. Gleichzeitig beflügelt der Ingenieurgeist Europas die Anwendungsentwicklung mit dem Kunststoff. Es ist davon auszugehen, dass Europa beim Thema Nachhaltigkeit seiner Vorreiterrolle künftig weiterhin treu bleibt und neue Standards setzt, die mithilfe von in Europa entwickelten Verfahrenstechniken erfolgreich erfüllt werden. Europäische Depolymerisationsverfahren werden dabei nicht nur einen Beitrag bei der Aufbereitung von Kunststoffabfällen innerhalb Europas leisten. Analog zu PE-Polymerisationsverfahren ist davon auszugehen, dass sie sich auch außerhalb Europas vermarkten oder lizenzieren lassen.

### **Vorreiter Europa**

Europa setzt in vielen Einsatzgebieten Qualitätsstandards, die sich rasch international verbreiten. Gleichzeitig setzt die Europäische Union regulatorische Rahmenbedingungen, die wegweisend sind und stellt diese kontinuierlich auf den Prüfstand. Umwelt- und Chemikalienauflagen sind oft die strengsten weltweit und verschärfen sich auch weiterhin. In diesem Ansatz stecken sowohl Risiken als auch Chancen. Risiken insofern, da regulatorische Bedingungen die Entwicklung und Vermarktung von Produkten erschweren; Chancen dadurch, dass durch Entwicklungsarbeit neue Produkte und Anwendungen entstehen, die neue Geschäftsfelder eröffnen können. Nachstehend werden beispielhaft aktuell bedeutende Entwicklungen aufgezeigt, die aus regulatorischer Sicht auf den



**Bild 5.** Statt für Kraftstofftanks kommt PE bei Elektrofahrzeugen etwa bei Batteriekomponenten zum Einsatz.

© Adobe Stock; NVB Stocker

PE-Markt Einfluss haben und diesen verändern werden.

Im Bereich der PE-Rohrsysteme wurden zum ersten Mal Materialien mit besonders hoher Spannungsrissfestigkeit, die sogenannten PE-100-RC-Typen, in die europäische Norm für Gasrohrmaterialien aufgenommen. Eine entsprechende Erweiterung der Norm für Trinkwassermaterialien und die Übertragung in die ISO-Normen wird in Kürze erwartet. Damit bestätigt sich der Trend zu robusteren Materialien, die insbesondere für die unkonventionelle Verlegung ausgelegt sind (**Bild 4**). Diese Verfahren, etwa das grabenlose Verlegen, sind herkömmlichen Methoden oft überlegen, wenn es um den Energie- und Arbeitsaufwand bei der Verlegung von Rohren geht. Das stellt einen deutlichen Nachhaltigkeitsgewinn dar, zu dem die verwendeten PE-Werkstoffe beitragen.

### Grabenlos verlegt für die Energiewende

PE-basierte Rohrsysteme spielen für die regenerative Energieerzeugung ebenfalls eine wichtige Rolle. Im Rahmen der Energiewende soll bis 2050 mindestens 80 % des erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien stammen. Um auch zukünftig eine stabile und sichere Stromversorgung zu gewährleisten, müssen die Stromnetze an die veränderte Erzeugungsstruktur angepasst werden. Wegen der dezentraleren Stromerzeugung sind unterirdisch verlegte Hochspannungsverteilungsnetze notwendig. Dabei spielen leistungsstarke Gleichstromleitungen (bis zu 525 kV), die als Erdkabel verlegt werden, eine entscheidende Rolle. Die verwendeten Hochspannungskabel stellen jedoch besondere Anforderun-



**Bild 6.** Fest mit dem Produkt verbundene Verschlüsse, sogenannte Tethered Caps, sind ab 2024 etwa bei Flaschen vorgeschrieben. Sie erfordern die Anpassung von Design und Werkstoffen, um einen Mehrverbrauch an Material zu vermeiden.

© United Caps

gen an die Isolationsmaterialien, wobei sich neben Spezial-Compounds auch Kunststoff auf der Basis von vernetztem PE (PE-X) in dieser Anwendung etabliert.

Die Kabel benötigen außerdem Kabelschutzrohre, die langfristig Temperaturen um die 70 °C standhalten. Um den Austausch zu erleichtern, werden die Erdkabel häufig mithilfe von Kabelschutzrohren aus PE-HD verlegt. Die Verwendung solcher Rohre erlaubt den einfachen Austausch der Kabel am Ende ihrer Lebensdauer, ohne dass erneut Erdarbeiten durchgeführt werden müssen.

### Geeignet für Wasserstoff

Ein anderes hochaktuelles Thema im Zusammenhang mit der Energiewende ist die Verwendung von Wasserstoff, sowohl im industriellen Einsatz als auch in der Energieversorgung von Haushalten. Untersuchungen zur Nutzung von PE-Rohren in der Wasserstoffversorgung haben gezeigt, dass PE chemisch inert gegenüber Wasserstoff ist und somit im Prinzip auch für den Wasserstofftransport geeignet ist. Weitere Untersuchungen zu dieser Thematik werden gegenwärtig vorgenommen, beispielsweise

zur Bewertung der Permeationseigenschaften von PE.

Die Elektrifizierung des Antriebs von Automobilen, eingeschlossen hybrid-elektrischer Fahrzeuge, wird weiter fortgeschritten. Branchenexperten gehen davon aus, dass zwischen 2030 und 2035 der Anteil an elektrischen Fahrzeugen am Markt überwiegen wird. Bei PE steht dabei der Wegfall von Kraftstoffbehältern der Verwendung von Batterieseparatorenfolien gegenüber. PE kommt somit trotz unterschiedlicher Technologien und somit geforderter Lebenszyklen im Automobil nicht aus der Mode (**Bild 5**).

### Verpackungen: Tethered Caps und Monomaterialien

Die Einwegkunststoffverordnung (EU) 2019/904 wird ab 2024 bei einer Reihe von Kunststoffartikeln die feste Anbindung von beweglichen Bestandteilen zur Verpackungsbasis einfordern. Das betrifft etwa bei Flaschen die Verschlusskappen und wird als Tethered Caps bezeichnet (**Bild 6**). Die auf diese Weise angedachte Reduktion von Kunststoffabfall erfordert eine optimierte Materialverteilung zur Beibehaltung der Produkteigenschaften, falls ein Mehrver-



## EXTRUDEX

Hochgeschwindigkeits-  
Extrusionslinien und  
Komplettanlagen

HALLE 16  
STAND 16B42



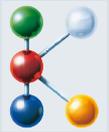
EXTRUDEX Kunststoffmaschinen GmbH  
In den Waldäckern 16 · 75417 Mühlacker  
Tel. +49 7041 9625-0 · [www.extrudex.de](http://www.extrudex.de)



The Art of Plastics Extrusion

EXTRUDEX bietet ein breites Spektrum an Komplettlösungen:

- Bedarfsgerechte Komplettanlagen aus einer Hand (turn-key-solution)
- für
  - Glatt- und Verbundrohr
  - Automotive
  - Medizintechnik
- sowie diverse Spezialanwendungsgebiete



brauch an Material vermieden werden soll. LyondellBasell hat für neue Kap-pendesigns robuste Materialien entwickelt. Durch optimierte Festigkeit und Steifigkeit können eine Vielzahl an Geometrien realisiert werden, die dem Spannungsfeld zwischen Designansprü-

chen, Packungsintegrität und Gebrauchsfreundlichkeit gerecht werden.

Flexible Verpackungen aus Multimaterialien sind gegenwärtig sehr verbreitet in der Verpackungsindustrie. Sie bestehen aus verschiedenen Kunststofftypen, was ihr Recycling erschwert oder ganz verhindert. Unter dem Aspekt der angestrebten Kreislaufwirtschaft müssen Multimateriallösungen durch Monomaterialstrukturen ersetzt werden. Dieser Wandel erfordert ein Neudesign der Verpackungen. Zum Beispiel sollten aufkaschierte Folien aus Polyethylenterephthalat (PET) in der Außenschicht durch PE-Folien mit verbesserten Eigenschaften ersetzt werden. Um das zu erreichen, ist eine Orientierung der Folie notwendig, was durch die Anwendung eines Monoaxial- oder eines Biaxialorientierungsprozesses erreicht werden kann. Mit beiden Technologien wird eine PE-Folie mit ausgezeichneten mechanischen und optischen Eigenschaften erzeugt, die über vergleichbare Eigenschaften wie Multimaterialfolien verfügt.

Aufgrund des Trends zu Monomaterialverpackungslösungen werden Aluminiumbarrieren durch Kunststofflaminatbarrieren

ersetzt. Mit speziellen PE-Materialien können die Anforderungen an hohe Festigkeit und Zähigkeit ausbalanciert und dadurch der Einsatz von Laminat reduziert werden, was die Abfallmenge verringert. Diese neuen Barrieralösungen sind vor allem in Produktanwendungen wie der Kosmetik, der Körperpflege, der Mundpflege oder bei Lebensmittelverpackungen einsetzbar.

### *Polyethylen – ein Material mit Zukunft*

Während in Nordamerika und China der PE-Markt durch steigenden Bedarf und Kapazitätserweiterungen vorangetrieben wird, eröffnen in Europa alternative Rohstoffe und Regularien neue Anwendungsgebiete. Es bleibt spannend zu sehen, wie sich die Verfügbarkeit von nachwachsenden Rohstoffen und Rezyklaten, sowie die Verfeinerung neuer Produktionstechnologien, die das Recycling und die Rückführung von Produkten in die Wertschöpfungskette erleichtern, in den nächsten Jahrzehnten weiterentwickeln werden. Die Pandemiejahre haben gezeigt, dass PE ein krisenfester Werkstoff ist, der auch unter sich ändernden Marktbedingungen erfolgreich bleiben wird. ■

## Info

### Text

**Dr. Ugur Akgün** ist Head of Application Development & Technical Service Polyethylene Europe bei LyondellBasell.

**Michael Berger** ist Director PE Specialties Polyethylene Europe bei LyondellBasell.

**Dr. Patrik Schneider** ist Associate Director R&D Polyethylene Product Development and Circular Design EU bei LyondellBasell.

### Digitalversion

Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/onlinearchiv](http://www.kunststoffe.de/onlinearchiv)

### English Version

Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)

## Additive

# Weniger Gerüche bei Rezyklaten

Verunreinigungen wie Störgerüche erschweren den Einsatz von Rezyklaten in vielen Bereichen.

© Quarzwerke



Die Nachhaltigkeit von Produkten erlangt immer größere Bedeutung. Das Interesse am Einsatz von hochwertigen Kunststoffrezyklaten nimmt deshalb steigt zu. Verunreinigte Kunststoffabfälle stellen dabei jedoch eine große Herausforderung dar, da das von der

Industrie geforderte Qualitätsniveau bei ihnen häufig nicht erreicht werden kann. Ein Problem sind beispielsweise an den Abfällen haftende Störgerüche. Das Unternehmen Quarzwerke hat deshalb Additive zur Geruchsoptimierung von Kunststoffrezyklaten entwi-

ckelt. Der Additivhersteller zeigt diese auf der K 2022.

Unangenehmen Gerüche, die aus Verunreinigungen oder im Recyclingprozess selbst entstehen können, verhindern den Einsatz von Rezyklaten an vielen Stellen etwa im Automobilinnenraum. Die Wirkung der Geruchsabsorber auf Mineralbasis von Quarzwerke konnte in Tests nachgewiesen werden. Sie wurden mit einem Anteil von 5 Gew.-% in einem Doppelschneckenextruder in ein aus Post-Consumer-Abfällen erzeugtes Polypropylen-Rezyklat (PP) eingemischt. Das resultierende Produkt wurde einer olfaktometrischen Prüfung nach der Norm VDA 270 unterzogen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Zugabe der Additive die Geruchsintensität des Rezyklats deutlich unter den Schwellenwert von 3 senkt. Sie wird somit nicht mehr als störend empfunden.

» **Halle 6, Stand E 23**