

Von der Flasche zur Flasche – Recycling im Kreislauf

Polyethylenterephthalat, PET, findet zunehmend als Getränkeverpackung Anwendung und verdrängt herkömmliche Materialien wie Glas, Weißblech und Aluminium. Geschmacks- und lichtempfindliche Produkte erfordern jedoch spezielle Kunststoffgemische, deren Recycling bislang scheiterte. Ein neu entwickeltes Verfahrenskonzept auf Basis der selektiven Abtrennung von Störstoffen schafft Abhilfe. Es erschließt umweltfreundlich ein großes Wertstoffpotenzial, schont Ressourcen und bietet Chancen einer Übertragung auf das Recycling von anderen Kunststoffen.



PET-Flaschen als Input-Material für das Recycling

Seit Mitte der 80er Jahre befinden sich Getränkeverpackungen aus PET in Deutschland auf dem Vormarsch. Sie verdrängen zunehmend traditionelle Verpackungsmaterialien wie Glasflaschen und Getränkedosen. Jährlich nimmt der PET-Verbrauch um über 15 Prozent zu. Der Einsatz von PET-Flaschen für Erfrischungsgetränke und Mineralwasser ist bereits heute Standard. Das Abfüllen von Bier und anderen empfindlichen Produkten wie Fruchtsäften sind neuere Entwicklungen. Dieser Trend erfordert gleichzeitig hohe Anforderungen an das Material, sollen die Qualität und vor allem der Geschmack der Getränke unverändert bleiben. Um das qualitätsmindernde Eindringen von Sauerstoff und Lichteinfluss zu vermeiden, müssen die Materialeigenschaften durch spezielle Additive und Kunststoffgemische oder durch die Herstellung von mehrschichtigen Kunststoffflaschen mit Sauerstoffbarriereschichten kontinuierlich verbessert werden.

Mit zunehmendem Einsatz von PET-Flaschen steigt die Menge an PET-Abfällen in Deutschland kontinuierlich an. Im Jahre 2002 hat die DSD-Sammlung 70.000 Tonnen erfasst.



PET vor, während und nach der Reinigung (von links nach rechts)

Mit der Einführung des Pflichtpfandes sanken die vom DSD lizenzierten PET-Abfallmengen drastisch. Gleichzeitig nahm die Komplexität der Abfälle stark zu. In 2004 wird mit einem Aufkommen von 15.000 Tonnen gerechnet. Der Anteil von PET-Flaschenabfällen aus dem Non-Food-Bereich liegt mittlerweile bei 15 Prozent, dazu kommen sehr viele Verpackungen wie Folien, Trays und Blister. Das Gesamtaufkommen an erfassten PET-Abfallmengen – inklusive der bepfandeten Einwegsysteme – zeigt ein jährliches Wachstum im zweistelligen Prozentbereich. Mit wachsendem Einsatz mehrschichtiger Verpackungen kommen neben dem PET zunehmend andere Kunststoffe in den Kreislauf. Dadurch verändert sich die Zusammensetzung der PET-Abfälle. Diese Veränderung erfordert die technische Weiterentwicklung des PET-Recyclings.

Vor diesem Hintergrund entwickelte das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung in dem vom BMBF geförderten Forschungsvorhaben einen Verfahrensprozess, der das PET-Rezyklat soweit aufbereitet, dass es wieder im Flaschenbereich eingesetzt werden kann. Das Recycling von der Flasche zur Flasche wird auch für PET-Mischabfälle möglich. Die Trennung der PET-haltigen, verschmutzten

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, IVV

Dr. rer. nat. Andreas Mäurer
Giggenhauser Straße 35
85354 Freising
Telefon +49 (0) 8161 / 491700
Telefax +49 (0) 8161 / 491777
E-Mail am@ivv.fraunhofer.de



Reaktor der kleintechnischen Versuchsanlage

und unterschiedlich eingefärbten Kunststoffabfälle aus der DSD-Sammlung in sortenreine Fraktionen durch Schwimm-Sink-Verfahren oder durch die Ausnutzung optischer und

Das hochwertige PET-Rezyklat kann wieder als Getränkeverpackung verarbeitet werden. Es erfüllt die hohen Reinheitsanforderungen für Lebensmittelverpackungen.

elektrostatischer Eigenschaften erwies sich als unzureichend. Erst eine gezielte Abtrennung, die Störstoffe durch Reinigung der Polymere auf molekularer Ebene aus der Kunststoffmatrix effizient entfernt, erfüllt die verfahrenstechnischen Anforderungen.

Im neu konzipierten Aufbereitungsprozess löst ein selektives organisches Lösemittel das zu rezyklierende PET in seine Makromoleküle auf. Aus der gewonnenen Polymerlösung werden durch mechanische und chemisch-physikalische Verfahren sowohl gelöste als auch ungelöste Verunreinigungen ausgeschleust. Im nächsten Prozessschritt erfolgt durch Zugabe eines selektiven Fällmittels und durch Tempe-

raturveränderung die Ausfällung des PET. Das Forscherteam testete für das selektive Auflösen von PET zahlreiche Lösemittel und entwickelte darauf aufbauend eine spezielle Lösemittelformulierung, die wirtschaftlich tragfähige Verfahrensparameter garantiert. Aufgrund der Toxizität und Gefahrstoffstufungen kamen aromatische und halogenierte Lösemittel nicht in Betracht.

Durch ein patentrechtlich geschütztes Verfahren gelang es den Forschern, die Menge an eingesetzten Lösemitteln deutlich zu reduzieren. Diese werden im Kreislauf gefahren und größtenteils mechanisch mit Pressen abgetrennt und aufbereitet, was den Energieverbrauch für die thermische Trocknung deutlich vermindert. Die Güte der Abtrennung von Löse- und Fällmittel beeinflusst entscheidend die Produktqualität und wegen des Energiebedarfs auch die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Das Verfahren wurde zunächst im Labormaßstab entwickelt und später über den kleintechnischen in den Techniksmaßstab übertragen. Dieses Vorgehen sicherte die technische Umsetzbarkeit des Verfahrens ab und ermittelte wesentliche Scale-up-Parameter.

Mit dem Ziel, das rezyklierte PET zu bewerten und Fortschritte der Verfahrensentwicklung abzuleiten, führten die Forscher umfangreiche chemisch-physikalische Analysen durch und bestimmten die werkstofflichen Kennwerte zur Charakterisierung des Endprodukts. Die Untersuchungen fokussierten sowohl auf die Stabilitätsprüfung des PET und des Lösemittels gegenüber thermischer Beanspruchung als auch auf die thermischen, rheologischen und optischen Eigenschaften der Rezyklate. Bei der Bewertung der Rezyklatqualitäten arbeitete das Fraunhofer-Institut grenzüberschreitend mit britischen PET-Experten von DuPont zusammen. Die Ergebnisse dokumentieren die hohe technische Qualität des Recycling-Produktes, das sogar wieder in direkten Kontakt mit Lebensmitteln gebracht werden kann. Denn das PET-Rezyklat erfüllt die hohen Reinheitsanforderungen des Lebensmittel- und Bedarfsgegenstandegesetzes.

Auf der Basis einer umfassenden Verfahrensbewertung, die technische, ökonomische und ökologische Aspekte gleichermaßen beleuchtet, legten die Forscher die technischen Daten für eine Industrieanlage fest, um die Ergebnisse mit detaillierten Planungsunterlagen in die Praxis umsetzen zu können. Eine zukünftige Anwendung des Verfahrens für andere Kunststoffe – etwa aus dem Automobilbereich oder dem Recycling von Elektroaltgeräten – erscheint sehr aussichtsreich.