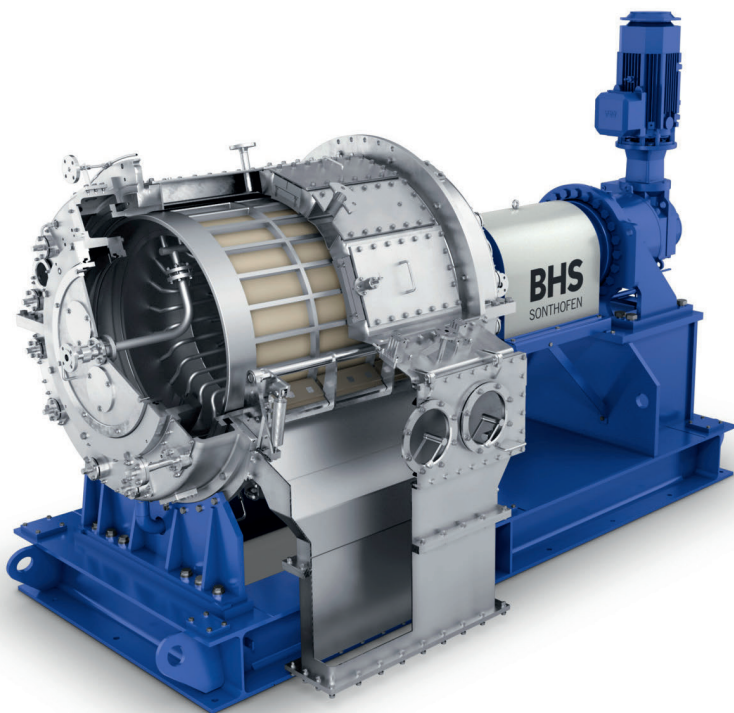


Effiziente Filtration und Kuchenwäsche verbessern das chemische PET-Recycling

## Gut filtriert ist gleich besser recycelt

Chemische Recyclingverfahren ermöglichen die Aufbereitung auch von stark verunreinigten Kunststoffabfällen. Dabei entstehen Rezyklate mit der gleichen Qualität wie Neuware. Mit neu entwickelten Prozessen gelingt es etwa, PET-Altkunststoffe wieder dem Materialkreislauf zuzuführen. Über die Qualität der Endprodukte entscheidet dabei die Reinheit der zurückgewonnenen Komponenten. Diese lässt sich durch effiziente Filtration und Kuchenwäsche deutlich steigern.



Der BHS-Druckdrehfilter RPF ist eine kontinuierlich arbeitende Anlage zur Druckfiltration, Kuchenwäsche und Trocknung von Suspensionen. Die Kuchenwäsche spielt eine wichtige Rolle, um die Verfahrenseffizienz des chemischen Recyclings zu erhöhen. © BHS-Sontheofen

**K**unststoffabfälle verursachen gravierende Umweltprobleme. Mit geeigneten Recyclingverfahren kann Altkunststoff jedoch als wertvoller Sekundärrohstoff genutzt werden – ein entscheidender Schritt, mit dem sich nicht nur die hohen Abfallmengen bewältigen lassen, sondern auch der Rohstoffknappheit begegnet werden kann. Den Bedarf an einer verstärkten Abfallaufbereitung hat auch die Politik erkannt und entsprechende gesetzliche Rahmenbedingungen auf den Weg gebracht: Flaschen aus Polyethylenterephthalat (PET) müssen beispielsweise in der EU ab 2025 einen mindestens 25-prozentigen Anteil an recyceltem Kunststoff enthalten, alle Verpackungen bis 2030 wiederverwendbar und recyclingfähig sein.

Höhere Recyclingquoten bieten aber auch großes wirtschaftliches Potenzial, falls die Kunststoffbranche die richtigen Schritte einleitet. Nach Angaben des Beratungsunternehmens McKinsey könnten Wiederverwendung und Recycling von Kunststoffen der Industrie Ertragsmöglichkeiten von bis zu 60 Mrd. USD eröffnen [1].

Mechanische Recyclingverfahren haben jedoch ihre Grenzen. Beim werkstofflichen Recycling wird der Kunststoff geschmolzen und zu Rezyklaten umgeformt. Dabei leidet die Qualität des Kunststoffs. Deshalb ist es beispielsweise so schwer möglich, neue Flaschen aus 100 % recyceltem PET herzustellen. Hersteller suchen daher nach alternativen Methoden. Inzwischen bringt eine steigende Anzahl an Unternehmen chemisches Recycling erfolgreich zum Einsatz.

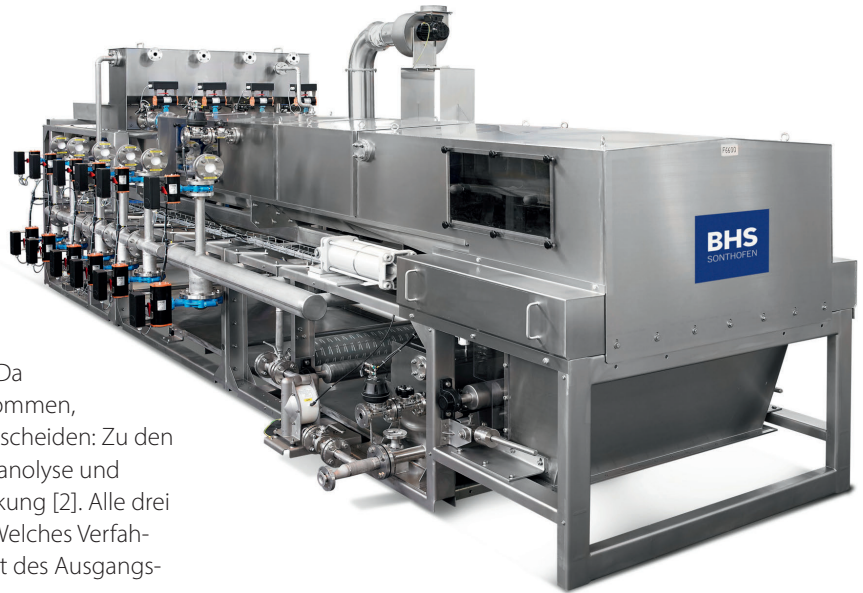
### *Chemisches Recycling: Produkte erreichen Qualität von Neuware*

Unter chemisches Recycling fallen alle Verfahren zur Depolymerisation von Kunststoffen. Kunststoffprodukte werden dabei erst mechanisch zerkleinert und dann chemisch, oft unter Einsatz eines Katalysators oder Enzyms, in ihre Grundbausteine zerlegt. Diese weisen die gleichen Eigenschaften auf, wie aus Erdöl hergestellte Rohstoffe und können direkt erneut in den Herstellungsprozess von Kunststoffen zurückgeführt werden. Der entscheidende Unterschied zur werkstofflichen Wiederaufbereitung ist: Bei den chemischen Verfahren fließen sehr reine Materialien mit hoher Qualität aus dem Recyclingprozess in die Kunststoffherstellung. Die Endprodukte sind qualitativ gleichwertig zu Neuware.

Dadurch entsteht erstmals ein geschlossener Rohstoffkreislauf für Kunststoffe. Das chemische Recycling öffnet somit neue Wege und ist aktuell als alternativloser Baustein auf dem Weg zur Erreichung der angestrebten Recyclingquoten zu betrachten. Das Umweltbundesamt teilt diese Bewertung und stuft das chemische Recycling von Kunststoffen als präferiertes Verfahren nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz ein.

An Recyclingtechniken wurde neben der thermochemischen Spaltung unter Abwesenheit von Sauerstoff (Pyrolyse) und der Vergasung in den letzten Jahren vor allem die als Solvolyse bezeichnete Aufspaltung durch Lösungsmittel diskutiert und getestet. Unter Einwirkung geeigneter Agentien werden

**Bild 1.** Beim chemischen Recycling von PET ist die Fest-Flüssig-Trennung ein besonders wichtiger Prozessschritt. Entsprechende Systeme dafür von BHS-Sonthofen kommen bereits bei verschiedenen Unternehmen zum Einsatz. © BHS-Sonthofen



vor allem thermoplastische Kunststoffe wie PET verflüssigt und in ihre Monomere zerlegt. Da unterschiedliche Lösungsmittel zum Einsatz kommen, lassen sich die Solvolyseverfahren weiter unterscheiden: Zu den gängigen Methoden gehören Glykolyse, Methanolyse und Hydrolyse, teilweise mit enzymatischer Verstärkung [2]. Alle drei Verfahren sind geeignet, um PET abzubauen. Welches Verfahren zum Einsatz kommt, hängt von der Qualität des Ausgangsmaterials ab.

### Hohe Reinheit der Monomere

Bei den genannten Verfahren werden Monomere in gleicher Qualität zu ihren erdölbasierten Pendanten erzeugt. Diese liegen in den Prozessflüssigkeiten gelöst vor und müssen separiert werden. Sobald die Depolymerisation abgeschlossen ist, werden die Monomere aus der Lösung ausgefällt und die Suspension einem Filter zugeführt. Dort erfolgt die Abtrennung von Lösungsmitteln, Katalysatoren und anderen Bestandteilen.

Die Qualität der hergestellten PET-Neuware hängt in hohem Maße von der Reinheit der Monomere ab, da Verunreinigungen die Überführung in Polymere deutlich beeinträchtigen und die Reaktionen einen anderen Verlauf nehmen. Die für einen erfolgreichen Recyclingprozess erforderliche Produktreinheit wird maßgeblich durch eine Fest-Flüssig-Trennung mit effektiver Kuchenwäsche erreicht (Bild 1). Mehrere internationale Unternehmen, die eines der beschriebenen Recyclingverfahren anwenden, nutzen für diesen Schritt die verfahrenstechnischen Lösungen von BHS-Sonthofen.

### Mehrstufige Gegenstromwäsche mit geringerem Ressourcenverbrauch

Für einen dieser Kunden lieferte BHS-Sonthofen zwei Taktbandfilter vom Typ BF (Bild 2). Die beiden Maschinen arbeiten parallel in der Produktionslinie mit einer Durchsatzleistung von 2 t/h. Der Taktbandfilter vom Typ BF ist ein kontinuierlich arbeitender, horizontaler Vakuumfilter, der zur effizienten und schonenden Abtrennung von sedimentierenden Feststoffen aus Suspensionen eingesetzt wird.

Bei der Anwendung findet eine mehrstufige Gegenstromwäsche mit Waschfiltraten statt, die eine sehr effiziente Form der Kuchenwäsche darstellt. Dabei wird in der letzten Waschzone frische, anwendungsspezifische Waschflüssigkeit verwendet, die dann in den vorhergehenden Zonen erneut zum Einsatz kommt. Diese Betriebsart ist besonders geeignet, hohe Reinheit zu erzeugen – bei geringem Waschflüssigkeits- und Energieverbrauch.

Insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Verfahrenseffizienz mit darüber entscheiden wird, wie sich das chemische Kunststoffrecycling künftig am Markt etabliert, ist das ein be-

sonders wichtiges Merkmal der Kuchenwäsche. Ein weiterer Vorteil besteht außerdem darin, dass die frische Flüssigkeit zum Waschen des Filtertuchs verwendet wird, bevor es wieder für die Filtration und spätere Kuchenwäsche zum Einsatz kommt. Der vom Tuch abgewaschene Feststoff wird in den Kreislauf zurückgeführt und als Produkt weiterverwendet. Das erhöht die Produktausbeute. »



PASSION FOR PERFORMANCE  
**KITZMANN**  
GRUPPE

- ▣ Maßgeschneiderte Komplettanlagen
- ▣ **Sackaufgabe** Geeignet für pneumatische Saug- oder Druckförderung mit Aspirationsfilter und Leersackverdichter.
- ▣ Made in Germany





**Bild 2.** Der BHS-Taktbandfilter ist in Edelstahl ausgeführt und unterstützt eine mehrfache Gegenstromwäsche.

© BHS-Sonthofen

BHS-Sonthofen hat seinen Filtrationsprozess auf die Anforderungen des chemischen Recyclings angepasst. Dadurch lassen sich auf effiziente Weise Monomere in hoher Reinheit zurückgewinnen, die ohne weitere Prozessschritte für die Synthese von neuem PET verwendet werden können. Dabei konnte das Unternehmen auf seine Erfahrungen aus dem Einsatz der Filter in zahlreichen Kunststoffanwendungen zurückgreifen.

### *Druckdrehtfilter für das chemische Recycling*

Für den Einsatz beim chemischen Recycling von PET eignet sich außerdem der BHS-Druckdrehtfilter vom Typ RPF (**Bild 3**). Dabei handelt es sich um einen kontinuierlich arbeitenden Apparat zur Druckfiltration, Kuchenwäsche und Trocknung von Suspensionen. Erfahrungswerte und umfangreiche Versuche zeigen, dass beide Technologien erfolgreich für das chemische Recycling von PET eingesetzt werden können. Vorteilhaft bei der Entwicklung der Filter ist die langjährige Erfahrung von BHS-Sonthofen bei der Herstellung von PET-Neuware.

Das chemische Kunststoffrecycling bietet mehrere Vorteile: Dadurch wird das Verbrennen von Kunststoffen, die „thermische

Verwertung“, vermieden und der Verbrauch fossiler Rohstoffe reduziert. Auch stark verunreinigte Kunststoffabfälle lassen sich recyceln und stofflich bisher nicht in Frage kommende Abfallströme können dem Recycling zugeführt werden. Es sind jedoch Herausforderungen ökologischer und ökonomischer Natur zu meistern. Die Prozesse müssen hinsichtlich Energie- und Ressourcenverbrauch so gestaltet werden, dass sie eine positive Ökobilanz aufweisen und sich auch aus wirtschaftlicher Sicht lohnen. Daher spielt neben der Qualität der zurückgewonnenen Monomere die Verfahrenseffizienz eine Hauptrolle, wenn es um den industriellen Einsatz der beschriebenen Prozesse geht. Dafür sind clevere Prozesslösungen gefragt, die Produktqualität und Effizienz gleichermaßen sicherstellen.

### *Hohe Monomerausbeute durch passende Fest-Flüssig-Trennung*

Mit dem Einsatz effizienter Maschinen werden hohe Ausbeuten an Monomeren bei reduziertem Energie- und Ressourcenaufwand erreicht. Eine maßgeschneiderte Lösung zur Fest-Flüssig-Trennung für die jeweilige Kundenanwendung trägt entscheidend dazu bei, das chemische Recycling von Kunststoffen auf breiter Basis nutzbar zu machen. Gelingt es, technisch funktionale und kommerziell tragfähige Lösungen am Markt zu etablieren, ist der Industrie ein großer Schritt zur nachhaltigen Produktion von Kunststoffen gelungen. ■

## Info

### Text

**Dipl.-Ing. Christian Gassen** ist Process Engineer bei BHS-Sonthofen Process Technology. Er arbeitet seit 2011 für das Unternehmen; [process-technology@bhs-sonthofen.com](mailto:process-technology@bhs-sonthofen.com)

### Kontakt

BHS-Sonthofen GmbH;  
[www.bhs-sonthofen.de](http://www.bhs-sonthofen.de)

### Literatur & Digitalversion

Das Literaturverzeichnis und 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)



**Bild 3.** Für den Einsatz beim chemischen Recycling von PET ist auch Druckfiltration geeignet, etwa durch den Druckdrehtfilter RPF.

© BHS-Sonthofen