

SPECIAL:

Kreislaufwirtschaft

Glykolische Depolymerisierung versus mechanisches Bottle-to-Bottle-Recycling

Mit Glykol wird der Extruder zum Turbo

Gängige Anlagen fürs PET-Recycling setzen auf Einschnckenextruder, deren maximale Durchsätze bei zweieinhalb Tonnen pro Stunde liegen. KraussMaffei forscht seit 2004 an einem Verfahren, bei dem diese Mengen mithilfe von Glykol und dem Einsatz eines Doppelschneckenextruders deutlich erhöht werden. Bei der derzeit hohen Nachfrage nach rPET-Materialien gewinnt die Technologie zunehmend an Bedeutung.



© iStock-1150737840

Das wohl bekannteste Verfahren im Bereich des Kunststoffrecyclings ist die Rückführung und Neuproduktion von PET-Flaschen. Dieser Prozess, bei dem aussortierte PET Flaschen gewaschen, eingeschmolzen, gefiltert und nach dem Granulieren als Basisstoff neuer PET-Flaschen dienen, ist seit vielen Jahren eines der wenigen Recyclingverfahren, das als etabliert bezeichnet werden darf. Allgemein wird bei PET heute schon eine weltweite Wiederverwendungsquote von über 30 % erreicht.

Durch das wachsende Interesse an Recyclingkunststoffen haben sich nun auch die Anforderungen an Materialmengen und Qualität deutlich erhöht. Die gängigen Verfahren in diesem Bereich unter dem Einsatz von Einschnckenextrudern erreichen dabei Durchsätze von maximal 2,5 t pro Stunde und Maschine. Aus dieser Situation heraus, sowie der Möglichkeit, Polymerstruktu-

ren neu aufzubauen und damit die Qualität von Neuware zu erreichen, erlangt der glykolitische Abbau für PET-Materialien immer größere Aufmerksamkeit. KraussMaffei hat für solche Verfahren bereits im Jahr 2004 die ersten Anlagen in Betrieb genommen. In jüngster Zeit hat das Interesse an diesem Verfahren stark zugenommen.

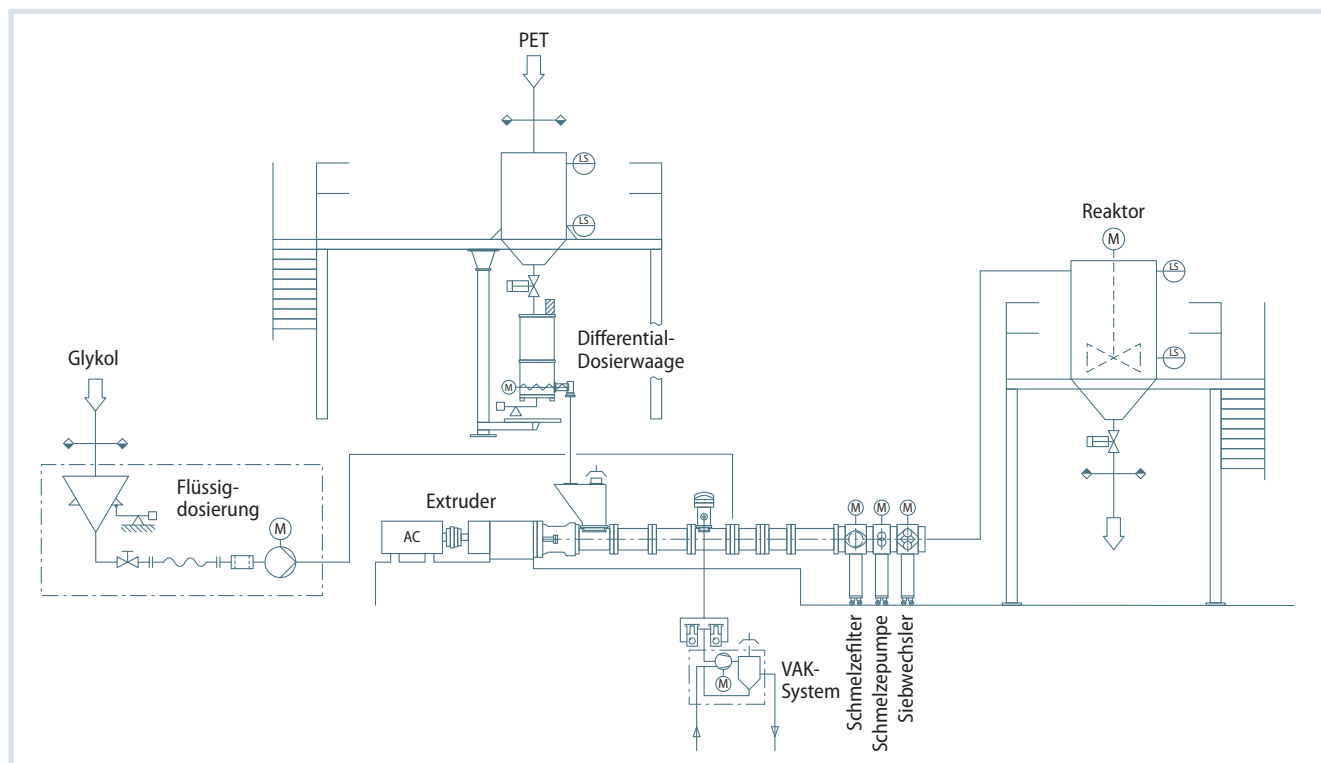
Die Technologie punktet mit Nachhaltigkeit – unabhängig von allen Preisen

Der Trend wurde in den vergangenen Jahren zusätzlich durch rückläufige Preise für PET-Neuware beeinflusst, was nur den Einsatz von Großmaschinen rentabel machte. Während der Preis für PET-Neuwaren vor 2010 eher zunahm, und somit rPET auch aus ökonomischen Aspekten bereits bei geringen Mengen wettbewerbsfähig sein konnte, hat sich diese Situation seither stark verändert.

Nun setzen die PET-Polymerhersteller aber auch aus Gründen der Nachhaltigkeit auf den Einsatz von rPET. Und dort werden beim glykolitischen Abbau im selben Prozess gleich mehrere Tonnen rPET in das Verfahren eingespeist, sodass Doppelschneckenextruder weiter in den Fokus rücken.

Die Viskosität der Schmelze im Griff

Der Prozess von KraussMaffei beginnt mit der Dosierung, von der aus das Material an den Doppelschneckenextruder übergeben wird. Dort werden die gewaschenen und getrockneten Flakes aufgeschmolzen, homogenisiert und über einen Vakuum-Entgasungsdom von anhaftender Feuchtigkeit und etwaigen niedrig siedende Kontaminationen befreit. Darauf folgend wird in das Verfahrensteil flüssiges Glykol eingespritzt und homogen eingemischt. Die entstehende chemische Reaktion spaltet und kürzt die Polymerketten, wodurch Oligomere entstehen. So wird aus der PET-Flaschenfraktion mit einem IV-Wert von 0,7 bis 0,8 dl/g eine niedrigviskose Schmelze. Die Viskosität kann kontrolliert abgesenkt werden, wobei in der Regel ein IV-Wert zwischen 0,5 und 0,2 dl/g für die nachfolgenden Prozesse benötigt wird. An dieser Stelle zeigt sich die große Stärke des Prozesses. Je niedriger die Viskosität, desto feinere Filter können im nächsten Schritt eingesetzt werden. Filter mit einer Feinheit von 60 µm oder kleiner sorgen dafür, dass auch sehr kleine Störstoffe aus der Schmelze entfernt werden. Im Prozess der petroche-



Das Schema verdeutlicht die Funktionsweise des Doppelschneckenextruders bei der rPET-Gewinnung, bei dem es auf eine exakte Dosierung, Extrusion und Filterung des Glykolgemischs ankommt. Quelle: KraussMaffei, © Hanser

mischen Großindustrie für die PET-Herstellung wird im Anschluss daran die niedrigviskose Rezyklaterschmelze parallel zum Materialstrom des Reaktors für Neuware in einen Endreaktor eingespeist. Dort wird dann dieses Inputmaterial zu langkettigen Polymerem mit dem gewünschten IV-Wert repolymerisiert.

Die Erreichung eines IV-Wertes von 0,2 dl/g stellt hohe Ansprüche an Maschine und Prozess. Die Dichtungen und Spiele des Extruders, von Schmelzepumpen und Filtern müssen hierauf entsprechend angepasst werden. KraussMaffei realisiert dies durch sehr geringe Fertigungstoleranzen in der Qualität „made in Germany“.

Aufgrund der Anforderung des Marktes, möglichst feine Filterstufen nutzen zu können, wurden in den Laboren von KraussMaffei viele Versuche gefahren, um einen IV-Wert von 0,2 dl/g und niedriger zu erreichen. Neben einer geringstmöglichen Viskosität war die Zielsetzung, keine Additive zu nutzen, um eine hohe Schmelzequalität ohne Fremdstoffe zu erreichen. Die Zugabe von hohen Glykolen ist nicht trivial, da im Labor keine Reaktoren als Nachfolge zur Verfügung stehen um das Material zu repolymerisieren und eine Regranulierung

somit nicht möglich ist. In den Versuchen konnte eine Viskosität von 0,15 dl/g erreicht werden und die Schmelze von einer Zahnradpumpen abgefördert werden. Dabei wurde nachgewiesen, dass diese Viskosität mit 2 bis 3 % Glykol erreicht werden kann und eine weitere Zugabe von Glykol diese weder verringert noch erhöht.

Bei all diesen Versuchen gilt es zu beachten, dass beim Umgang mit Ethylen-Glykol-Mengen aufgrund des Flamm- und Siedepunktes ein besonderes Augenmerk auf die Atex-Schutzmaßnahmen gerichtet werden muss. Zum einen können Undichtigkeiten in der Glykolyzugabe zu Entflammung oder zur Deflagration führen, wenn diese sich an heißen Oberflächen des Extruders entzünden beziehungsweise verdampfen und anschließend entzünden. Zum anderen können auch die aus der Schmelze austretenden Glykoldämpfe sich entzünden oder eine Deflagration auslösen. Diese Dampfentwicklung ist besonders bei einem höheren Anteil von Glykol (> 5 %) zu beobachten.

Durch die geringe Viskosität können noch feinere Filter verwendet werden. Dies kann die Qualität der Schmelze weiter erhöhen und somit den Recycling-Anteil

im Endprodukt erhöhen. Durch die Zugabe von Additiven oder neue Verfahren könnte die Viskosität noch weiter abgesenkt werden, um noch feinere Filter zu verwenden, die unter Umständen sogar größere Farbpigmente entfernen könnten. Offensichtlich wird, dass Doppelschneckenextruder mit solchen Prozessen eine sehr gute Alternative gegenüber gängigen Prozessen darstellen. Die hohen Durchsätze und Qualitäten, die KraussMaffei hierbei mit seinen Anlagen erzielt, werden diesen Wandel weiter verstärken. ■

Info

Autoren

Franz-Xaver Keilbach ist seit 2020 Application Owner Circular Economy/Recycling bei KraussMaffei

Daniel Prizinitzki ist seit 2017 Process Engineer Compounding bei KraussMaffei
www.kraussmaffei.com

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