



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **719 694 A1**

(51) Int. Cl.: **B29B** 17/00 (2006.01)
C08J 11/04 (2006.01)
C08G 63/80 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 000578/2022

(71) Anmelder:
ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co. KG,
Allmendstrasse 81
6971 Hard (AT)

(22) Anmeldedatum: 13.05.2022

(72) Erfinder:
Daniel Goldenstein, 6911 Lochau (AT)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.11.2023

(74) Vertreter:
Swisspat Riederer Hasler Patentanwälte AG,
Kappelestrasse 17
9492 Eschen (LI)

(54) **Verfahren zum Recycling von Polyester-Behältern.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Recycling von Polyester-Behältern, insbesondere PET-Behältern, aufweisend die folgenden Verfahrensschritte: (a) Behältersortierung, (b) Zerkleinerung der Behälter zu Flakes, (c) Wäsche der Flakes, (d) Flakesortierung, (e) Extrusion der Flakes einschliessend eine erste Schmelzefiltration, (f) Granulierung der Schmelze zu Pellets, (g) Kristallisation der Pellets und (h) Behandlung der Pellets mit einer Festphasen-Polykondensation (SSP). Zwischen den Verfahrensschritten (e) und (f) wird eine Flüssigphasen-Polykondensation (LSP) (i) der Schmelze als weiterer Verfahrensschritt angewendet, wodurch das Verfahren eine Kombination aus einer Festphasen-Polykondensation (SSP) und einer Flüssigphasen-Polykondensation (LSP) aufweist.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Recycling von Polyester-Behältern gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Anlage zur Umsetzung des Verfahrens, sowie rezyklierte Polyester-Pellets, welche mit dem Verfahren hergestellt werden.

Stand der Technik

[0002] Bisherige PET Recycling-Verfahren nutzen gewöhnlich die SSP-Technologie (Solid State Polycondensation), um rPET zu dekontaminieren bzw. die intrinsische Viskosität (IV) des recycelten Materials aufzubauen. Leichtflüchtige Substanzen wie Acetaldehyd können effizient entfernt werden und die Vergilbung der resultierenden rPET-Granulate ist gering. Die SSP-Technologie kann jedoch nicht-flüchtige Kontaminationen, im speziellen sogenannte Precursor-Substanzen, welche zur Bildung von Benzol führen können, nur zu einem gewissen Grad abreinigen, obwohl der Prozess mindestens 360 Minuten dauert. Die bekanntesten Precursor-Substanzen sind die Polymere PVC und PS.

Aufgabe der Erfindung

[0003] Aus den Nachteilen des beschriebenen Stands der Technik resultiert die Aufgabe das bekannte Recycling-Verfahren, welches die SSP-Technologie anwendet, derart zu verbessern, dass nicht flüchtige Substanzen verstärkt abgereichert werden bzw. abreagieren und so im weiteren Prozess als unproblematisch anzusehen sind.

Beschreibung

[0004] Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt bei einem Verfahren zum Recycling von Polyester-Behältern, insbesondere PET-Behältern durch die im kennzeichnenden Abschnitt des Patentanspruchs 1 angeführten Merkmale. Weiterbildungen und/oder vorteilhafte Ausführungsvarianten sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0005] Die Erfindung zeichnet sich bevorzugt dadurch aus, dass zwischen den Verfahrensschritten der Extrusion der Flakes einschliessend eine erste Schmelzefiltration e und der Granulierung der Schmelze zu Pellets f eine Flüssigphasen-Polykondensation (Liquid State Polycondensation-LSP) i der Schmelze als weiterer Verfahrensschritt angewendet wird, wodurch das Verfahren eine Kombination aus einer LSP und einer SSP aufweist. Die Dekontamination in der LSP ($t < 30$ min, $T > 260^\circ\text{C}$) führt dazu, dass neben dem freien Benzol auch die Bildungsreaktionen (= Abbaureaktionen von z.B. PVC und PS) zu Benzol weiter vorangetrieben werden. Durch diesen Prozess wird die Benzolbildung somit aktiv gefördert bzw. erzwungen und die Precursor-Substanzen entsprechend abgereichert, um diese in nachfolgenden Prozessschritten nicht mehr vorzufinden. Gleichzeitig findet eine erste Abreinigung der freien Benzol-Bestandteile statt. Durch die nachträgliche Dekontamination in der SSP kann dem Granulat verbliebenes freies Benzol (Siedetemperatur = 80°C) und auch Acetaldehyd (Siedetemperatur = 20°C) entzogen werden. Die Anordnung der LSP zwischen den Prozessschritten der Extrusion (erste Schmelzefiltration) und Granulierung der Schmelze ist essentiell, da nur so der Prozess überhaupt funktioniert. Grundsätzlich wird eine Schmelze benötigt, damit der LSP-Reaktor betrieben werden kann - insofern benötigt es vorab die Extrusion. Diese Schmelze darf allerdings nur in einem gewissen Viskositätsspektrum liegen, damit die Masse überhaupt gehandhabt werden kann. Wenn die Viskosität zu hoch wäre (beispielsweise nach einer vorangegangenen SSP-Behandlung), könnte die Schmelze mechanisch nicht gehandhabt werden, da sie zu zähflüssig wäre. Wäre die Anordnung SSP - LSP (anstatt LSP - SSP), würde es 2 Extrusionsvorgänge inkl. Granulatherstellung benötigen: Erstens müssten die Flakes vor der SSP aufgeschmolzen und granuliert werden, damit die SSP am Granulat erfolgen kann. Zweitens müsste dieses Granulat nochmals vor der LSP aufgeschmolzen werden und nach der LSP erneut granuliert werden.

[0006] Die beschriebene Anordnung der LSP ist also essentiell, damit der Prozess am energieeffizientesten ablaufen kann und vor allem auch damit Investitionskosten geringgehalten werden können.

[0007] In synergistischer Weise addieren sich bei dem erfindungsgemässen Verfahren die Verweilzeiten der SSP und der LSP nicht, sondern lassen sich signifikant reduzieren. Die bisher notwendigen Verweilzeiten beider Technologien lassen sich zumindest um 33% reduzieren ($t_{\text{LSP}} < 20$ min; $t_{\text{SSP}} < 4$ h), wodurch sich das Verfahren trotz der erhöhten Investitionen für einen SSP- und einen LSP-Reaktor rasch amortisiert. Zudem sind die hergestellten rPET-Pellets nahezu benzolfrei und dadurch von einer bedeutend besseren Qualität als standardmässig hergestelltes rPET-Granulat. Benzolfrei beschreibt in diesem Kontext nicht nur, dass die rPET-Granulate kaum Benzol aufweisen, sondern das auch aus diesen Granulaten hergestellte Produkte (z.B. PET-Rohlinge) nur geringfügig höhere Benzolwerte aufweisen als aus Neuware hergestellte Produkte.

[0008] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die intrinsische Viskosität (IV) der Schmelze durch die LSP (i) auf bis zu 0,95 dl/g gesteigert und eine weitere Steigerung der IV der Pellets erfolgt durch die SSP (h) auf bis zu 1,3 dl/g. Die Anhebung der IV kann daher in 2 Stufen erfolgen und trotzdem mit akzeptabler Verweilzeit die Zielviskosität erreichen. Für diese spezielle Anwendung zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass die LSP i höchstens 1 h dauert und die SSP h bevorzugt 14 h und besonders bevorzugt 10 h dauert. Mit diesen gewählten im Vergleich zum „Standard-Prozess“ längeren Verweilzeiten lässt sich die IV auf bis zu 1,3 dl/g erhöhen. Die Verweilzeit kann daher im Vergleich zu den gemäss dem Stand der Technik eingesetzten Prozessen zur Erzielung einer finalen IV von 0,8-0,9 dl/g

(Standardanwendungen) und finalen IV von 1,2-1,3 dl/g (EBM-PET Anwendungen) deutlich reduziert werden, wodurch das vorliegende Verfahren effizient und dementsprechend kostenoptimiert ist.

[0009] Als zweckdienlich hat es sich erwiesen, wenn die Schmelze nach der LSP (i) eine zweite Schmelzefiltration mit einer Maschenweite von 50 - 150 μm erfährt. Dadurch können noch vorhandene bzw. während der LSP neu entstandene, feste Kontaminationen zusätzlich ausgetragen werden und so die optische Materialqualität gesteigert werden.

[0010] Zweckmässigerweise wird die erste Schmelzefiltration nach der Extrusion mit einer Maschenweite von 30 - 100 μm durchgeführt, wodurch feste Verunreinigungen zuverlässig aus der Schmelze entfernt werden.

[0011] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dauert die LSP i vor der zweiten Schmelzefiltration 10 bis 15 min. Die Verweilzeit kann besonders kurzgehalten werden, da eine weitere Polykondensation im SSP-Reaktor stattfindet. Dadurch wird der Aufbau von Acetaldehyd geringgehalten.

[0012] Besonders bevorzugt ist es, wenn während der LSP i in der Schmelze Abbaureaktionen von Bildungssubstanzen (Precursor) von Benzol stattfinden, wodurch die Bildung von Benzol in den Pellets und daraus hergestellten Polyester-Behältern verhindert ist. Die Bildungsreaktionen (= Abbaureaktionen von PVC und PS) werden während der LSP vorangetrieben. Durch den Prozess wird die Benzolbildung aktiv gefördert, um diese in nachfolgenden Prozessschritten zu verhindern. So kann sich beispielsweise in dem aus den rPET-Pellets spritzgegossenen Preform (Vorformling) kein Benzol bilden, da keine Precursors mehr vorhanden sind.

[0013] Mit Vorteil wird während der SSP h den Pellets vorhandenes Benzol entzogen. Dadurch sind die produzierten rPET-Pellets nahezu benzolfrei, weil durch die LSP die Bildungssubstanzen für Benzol vorab zu Benzol abreagieren und das gesamte Benzol durch die SSP abgereichert wird.

[0014] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Anlage zur Umsetzung des Verfahrens, wie oben beschrieben. Die Erfindung zeichnet sich auch dadurch aus, dass die Anlage einen LSP-Reaktor und einen SSP mit einem Durchsatz von jeweils 450 bis 2500 kgt/h aufweist. Der SSP-Reaktor weist für die Erzielung eines solchen Durchsatzes ein Volumen von ca. 11 m^3 auf. Bei diesem Durchsatz in dem kontinuierlich geführten Prozess sind der erhöhte Platzbedarf und die erhöhten Investitionskosten überschaubar. Die Investition wird durch die verkürzten Verweilzeiten in den beiden Reaktoren und die verbesserte Qualität der rPET-Pellets, welche auch im Lebensmittelbereich einsetzbar sind, rasch kompensiert.

[0015] Noch ein Aspekt der Erfindung betrifft rezyklierte Polyester-Pellets, insbesondere rPET-Pellets, welche nach dem oben beschriebenen Verfahren hergestellt werden. Da die Pellets nahezu benzolfrei sind, sind sie besonders gut für die Herstellung von Lebensmittel-Behältern, insbesondere rPET-Flaschen für sensitive Applikationen wie Mineralwasser, geeignet.

[0016] Aus den rezyklierten Polyester-Pellets lassen sich mit Vorteil Preforms (Vorformlinge) spritzgiessen, welche zu Behältern streckgeblasen werden.

Detaillierte Beschreibung des Stands der Technik und eines Ausführungsbeispiels

[0017] Bekannte Verfahren zur Herstellung von rezyklierten Polyester-Pellets basieren auf der Festphasen-Polykondensation (SSP) in einem Reaktor. Dadurch wird die intrinsische Viskosität gesteigert und vorhandenes Benzol oder Acetaldehyd, welches aus dem Rücklauf von Polyester-Behältern stammt, effektiv abgereichert.

[0018] Einige Rücklauf-Ströme für das Post Consumer PET Recycling sind mit nicht-PET Komponenten verschmutzt, wobei hier insbesondere Fremdpolymere wie PS und PVC zu nennen sind. Trotz aller Sortier- und Waschschriffe im Recyclingbetrieb, kommt es immer wieder vor, dass Bestandteile (< 50 ppm) von PVC und PS bis in die Extrusion und Dekontamination vordringen. Der Abbau dieser Fremdpolymere während des Recycling-Verfahrens kann unter anderem eine Benzolbildung hervorrufen, wobei dies hauptsächlich in der Schmelzephase auftritt. Die nachträgliche Dekontamination in der SSP ($t = 6\text{h}$; $T > 195^\circ\text{C}$, $p < 10\text{ mbar}$) führt dazu, dass freies vorhandenes Benzol (Siedetemperatur = 80°C) dem Granulat entzogen werden kann - es kann aber keine weitere Abreicherung von den Benzol-Bildungssubstanzen (Precursor) PS und PVC stattfinden.

[0019] Typische Prozesswerte der SSP-Technologie sind:

Prozessablauf:

- Gewaschene Flakes als Input
- Extrusion (optional inkl. Entgasung)
- Schmelzefiltration
- Kristallisation
- SSP Reaktor ($T \approx 195 - 220^\circ\text{C}$, $t > 6\text{h}$, $p < 10\text{ mbar}$)
- Finales Granulat liegt vor

IV-Aufbau:

- eher langsam, typischerweise 0,02 dl/g pro Stunde für Granulat
- Eingangs-IV vor Extrusion $\approx$ 0,65 - 0,75 dl/g
- IV nach Extrusion $\approx$ 0,60 - 0,72 dl/g
- IV nach SSP $\approx$ 0,72 - 0,88 dl/g (bei Verweilzeit von 6 - 8h)

Benzol nach Dekontamination:

- Sehr niedrig, typischerweise $< 0,1$ ppm gemäß Fraunhofer-Methode
- Temperatur ist in SSP zu niedrig, um beispielsweise PVC abzubauen

Benzol im Preform:

- Niedrig bis hoch (Wenn Benzol-Bildungssubstanzen im Inputstrom vorhanden sind) - stark abhängig von Qualität der eingesetzten Flakes.
- Benzol typischerweise 0,1 - 0,9 ppm gemäß Fraunhofer-Methode
- „Precursor“ Substanzen wie PVC werden während des Spritzgießprozesses abgebaut und führen zu einer erneuten Benzolbildung

[0020] Das SSP-Verfahren ist seit Jahrzehnten am Markt und ist dementsprechend ausgereift. Um Marktanteile zu gewinnen, wurde von neu auf den Recycling-Markt drängenden Firmen die Flüssigphasen-Polykondensation (LSP) entwickelt. Die LSP weist Parallelitäten zum „Melt-To-Resin“ Prozess der PET-Neuwarenherstellung auf. Die LSP-Technologie hat mit Vergilbung und höheren Acetaldehyd-Werten zu kämpfen, der Prozess ist dafür aber sehr schnell (≈ 30 min).

[0021] Typische Prozesswerte der LSP-Technologie sind:

Prozessablauf:

- Gewaschene Flakes als Input
- Extrusion (optional inkl. Entgasung)
- Schmelzefiltration
- Schmelzepumpe zum Transport in den LSP-Reaktor
- LSP Reaktor inkl. Rührwerk ($T > 265^{\circ}\text{C}$, $p < 10$ mbar, $t \approx 25 - 30$ min)
- Schmelzepumpe zum Austrag des Materials
- Filtration
- Granulierung
- Kristallisation
- Nachbehandlung in „Dealdehydisierung“: Durchströmung des Materials mit heisser Luft ($200 - 500\text{m}^3/\text{h}$; $150 - 165^{\circ}\text{C}$; $10 - 20\text{h}$)
- Finales Granulat liegt vor

IV-Aufbau:

- sehr schnell, bis zu 0,01 dl/g pro Minute
- Eingangs-IV vor Extrusion $\approx$ 0,65 - 0,75 dl/g
- IV nach Extrusion $\approx$ 0,60 - 0,72 dl/g
- IV nach LSP $\approx$ 0,78 - 0,90 dl/g (bei Verweilzeit von 25 - 30 min)

Vergilbung:

- Ist durch lange Verweilzeit in der Schmelze + Oxidation in Dealdehydisierung eher hoch
- Typischerweise um 2 - 5 im b* höher als selbes Material aus SSP-Prozess (abhängig von Qualität der eingesetzten Flakes)

AA-Werte (Acetaldehyd-Gehalt; gemäß Fraunhofer-Methode):

- 4 - 12 ppm vor der Dealdehydisierung
- 0,5 - 4 ppm nach Dealdehydisierung (10 - 20 h Verweilzeit)
- Ziel sollte < 2ppm sein

Benzol nach Dekontamination:

- Sehr niedrig und typischerweise < 0,1 ppm gemäß Fraunhofer GC-Methode
- Lange Verweilzeit in der Schmelzephase setzt bestimmte Reaktionen in Gang, beispielsweise den Abbau von PVC

Benzol im Preform:

- Sehr niedrig, da alle Benzolbildungssubstanzen im Schmelzereaktor durchreagieren
- Sehr geringer Benzolaufbau im Spritzgießprozess
- Typischerweise < 0,2 ppm gemäß Fraunhofer-Methode

[0022] Das vorliegende Verfahren weist die folgenden Verfahrensschritte auf:

In einem Schritt a wird der Input Strom von gesammelten Polyester-Behältern, insbesondere PET-Flaschen sortiert und in einem Schritt b werden die sortierten Behälter zu Flakes zermahlen. Die Flakes werden in Schritt c gewaschen und in Schritt d sortiert. Anschliessend werden die Flakes in einem Schritt e extrudiert, nachdem sie vorgetrocknet wurden. Während der Extrusion werden die Flakes in einer ersten Schmelzefiltration mit einer Maschenweite vom 30-100 µm gefiltert, um die Schmelze von Fremdkörpern zu befreien. Nach der Granulierung der Schmelze zu Pellets (Schritt f) und der Kristallisation der Pellets (Schritt g) werden die Pellets einem SSP-Reaktor übergeben (Schritt h).

[0023] In überraschender Weise lässt sich das Verfahren mit einer Flüssigphasen-Polykondensation (Schritt i) kombinieren, wobei die LSP zwischen den Verfahrensschritten e und f vorgenommen wird. Dies führt zu synergistischen Effekten und die Nachteile der SSP und der LSP werden nahezu vollständig behoben. Die Kombination der Schritte h und i ist schon deshalb nicht naheliegend, weil sowohl der Platzbedarf eines SSP-Reaktors und eines LSP-Reaktors als auch die Investitionskosten beider Reaktoren erheblich ist. Zudem sind Skaleneffekte sehr klein, da ein großer LSP- oder SSP-Reaktor günstiger ist als ein kleiner LSP-Reaktor und ein kleiner SSP-Reaktor zusammen. Aus kostentechnischer Betrachtung ist eine Kombination von SSP und LSP sinnlos und eine Amortisierung würde lange Zeit benötigen.

[0024] Die Investition der Durchführung einer kombinierten SSP und LSP rechnet sich jedoch, da sich die nötigen Verweilzeiten für EBM-PET mit einer IV von 1,10 - 1,30 dl/g signifikant reduzieren lassen: Im ersten Schritt im LSP-Reaktor ist eine IV-Anhebung bis max. 0,95 dl/g möglich. Die weitere Anhebung der IV auf 1,10 - 1,30 dl/g erfolgt im SSP-Reaktor. Anstatt 24h im SSP-Reaktor kann der Prozess in seiner Dauer mit einer Verweilzeit von 1h im LSP-Reaktor und 10 - 14h im SSP-Reaktor stark verkürzt werden.

[0025] Weiter Vorteile bei der kombinierten Durchführung einer LSP und einer nachgeschalteten SSP sind:

- Die extrudierte Schmelze kann direkt nach der Filtration in den LSP-Reaktor überführt werden. Dadurch ist das Verfahren äusserst energieeffizient, da kein unnötiger Phasenübergang flüssig/ fest stattfindet.
- Leicht aufkondensierte Schmelze nach LSP (Verweilzeit ca. 15 min) kann ein zweites Mal filtriert werden. Durch die geringere Verweilzeit ist die IV nach der LSP geringer als bei herkömmlichem LSP-Prozess (Verweilzeit 25 - 30 min), sodass ein geringerer AA-Aufbau stattfindet.
- Die Granulierung und die Kristallisation des rPET wird im „halbfertigen Zustand“ durchgeführt, um die SSP zu ermöglichen
- Die IV des granulierten rPET wird anschliessend, während der SSP weiter aufgebaut und flüchtige Bestandteile, vor allem AA, werden abgereinigt.

- Der finale rezyklierte Polyester, insbesondere rPET, kann beispielsweise im Preform-Spritzguss weiterverarbeitet werden. Der Preform besitzt eine hohe Reinheit, da sowohl Benzol als auch Benzolbildungssubstanzen während des Verfahrens durch die Kombination der SSP und der LSP abgereinigt werden. Solche hochwertigen Preforms lassen sich zu Behältern streckblasformen, in welche sich auch Lebensmittel abfüllen lassen.

[0026] Mit dem vorliegenden Verfahren zum Recycling von Polyester-Behältern lassen sich folgende Werte erzielen:

IV-Aufbau:

- Eingangs IV vor Extrusion: 0,65 - 0,75 dl/g
- IV nach Extrusion: 0,60 - 0,72 dl/g
- IV nach LSP: 0,74 - 0,85 dl/g (für Standardanwendungen wie Wasserflaschen, Softdrinks, Kosmetikprodukte...) / 0,85 - 0,95 dl/g (für EBM-PET Anwendungen)
- IV nach SSP: 0,80 - 0,90 dl/g (für Standardanwendungen) / IV > 1,2 - 1,3 dl/g (für EBM-PET Anwendungen) Vergilbung:
- Vergleichbar mit bisherigem Material aus dem SSP-Prozess
- SSP (unter Vakuum oder Stickstoffatmosphäre) anstelle von Dealdehydisierung führt zu weniger oxidativer Materialschädigung

AA-Werte:

- Vergleichbar mit bisherigem Material aus dem SSP-Prozess
- Geringerer AA-Aufbau nach dem LSP durch verringerte intrinsische Viskosität
- Erhöhte Reduktion des AA durch die SSP durch höhere Temperaturen und angelegtes Vakuum (verglichen mit Dealdehydisierung)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Recycling von Polyester-Behältern, insbesondere PET-Behältern, aufweisend die folgenden Verfahrensschritte
 - (a) Behältersortierung,
 - (b) Zerkleinerung der Behälter zu Flakes,
 - (c) Wäsche der Flakes,
 - (d) Flakesortierung,
 - (e) Extrusion der Flakes einschliessend eine erste Schmelzefiltration,
 - (f) Granulierung der Schmelze zu Pellets,
 - (g) Kristallisation der Pellets und
 - (h) Behandlung der Pellets mit einer Festphasen-Polykondensation (SSP) **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Verfahrensschritten (e) und (f) eine Flüssigphasen-Polykondensation (LSP) (i) der Schmelze als weiterer Verfahrensschritt angewendet wird, wodurch das Verfahren eine Kombination aus einer SSP (h) und einer LSP (i) aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die intrinsische Viskosität (IV) der Schmelze durch die LSP (i) auf bis zu 0,95 dl/g gesteigert wird und eine weitere Steigerung der IV der Pellets durch die SSP (h) auf bis zu 1,3 dl/g erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die LSP (i) höchstens 1 h dauert und die SSP (h) bevorzugt 14 h und besonders bevorzugt 10 h dauert.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelze nach der LSP (i) eine zweite Schmelzefiltration mit einer Maschenweite von 50 - 150 µm erfährt.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schmelzefiltration mit einer Maschenweite von 30 - 100 µm durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die LSP (i) vor der zweiten Schmelzefiltration 10 bis 15 min dauert.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während der LSP (i) in der Schmelze Abbaureaktionen von Bildungssubstanzen (Precursor) von Benzol stattfinden, wodurch die Bildung von Benzol in den Pellets und daraus hergestellten Polyester-Behältern minimiert ist.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während der SSP (h) den Pellets vorhandenes Benzol entzogen wird.
9. Anlage zur Umsetzung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage einen LSP-Reaktor und einen SSP-Reaktor mit einem Durchsatz von jeweils 450 bis 2500 kg/h aufweist.
10. Rezyklierte Polyester-Pellets, insbesondere rPET-Pellets, welche nach einem der Ansprüche 1 bis 8 hergestellt werden.
11. Preform zum Streckblasen von Behältern, welcher Preform aus rezyklierten Polyester-Pellets gemäss Anspruch 10 spritzgegossen ist.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS 1040-24427				
Nationales Aktenzeichen 5782022	Anmeldedatum 13-05-2022				
Anmeldeland CH	Beanspruchtes Prioritätsdatum				
Anmelder (Name) ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & CO. KG					
Datum des Antrags auf eine Recherche Internationaler Art 07-07-2022	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat SN81598				
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben) Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC Siehe Recherchenbericht					
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; border: 1px solid black; padding: 2px;">Klassifikationssystem</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Klassifikationssymbole</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">IPC</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Siehe Recherchenbericht</td> </tr> </table> Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen		Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	IPC	Siehe Recherchenbericht
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole				
IPC	Siehe Recherchenbericht				
III. ☐ EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)					
IV. ☐ MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)					

Formblatt PCT/ISA 201 A (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 5782022

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B29B17/00 C08G63/80 C08G63/78 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B29B C09J C08G C08J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CH 717 234 A1 (ALPLA WERKE ALWIN LEHNER GMBH & CO KG [AT]) 30. September 2021 (2021-09-30) * Alle Schritte bis auf die Wäsche der Flakes werden offenbart - diese ist jedoch fachüblich.; Absatz [0018] - Absatz [0086]; Ansprüche 1, 4-8, 17, 18, 29 * ----- -/--	1-3, 5-11
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art		Absendedatum des Berichts über die Recherche internationaler Art
12. September 2022		
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Rüdiger, Patrick

1

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 5782022

C.(Fortsetzung). ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
T	MCNEILL I C ET AL: "A study of the products of PVC thermal degradation", POLYMER DEGRADATION AND STABILITY, BARKING, GB, Bd. 49, Nr. 1, 1. Januar 1995 (1995-01-01), Seiten 181-191, XP027286625, ISSN: 0141-3910 [gefunden am 1995-01-01] * Abschnitt 4.1, insbesondere Seite 186, mitte der rechten Spalte *	7, 8
Y	US 2005/187306 A1 (KULKARNI SANJAY T [IN]) 25. August 2005 (2005-08-25) * Figur 1 und der dazugehörige Teil der Beschreibung - Alle Schritte des Anspruchs 1 bis auf die Kristallisation werden offenbart *	1-3, 5-11
Y	US 4 064 112 A (ROTHER HANS JOACHIM ET AL) 20. Dezember 1977 (1977-12-20) * Lehrt eine Kristallisation vor einer SSP von PET um ein Verkleben des PET Granulats bei der SSP zu vermeiden; Spalte 2, Zeile 23 - Zeile 65 *	1-3, 5-11
A	DE 197 10 098 A1 (PAUL STEHNING GMBH [DE]) 17. September 1998 (1998-09-17) * das ganze Dokument *	1-11

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 5782022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
CH 717234	A1	30-09-2021	CH	717234 A1	30-09-2021
			WO	2021185757 A1	23-09-2021

US 2005187306	A1	25-08-2005	KEINE		

US 4064112	A	20-12-1977	DE	2559290 A1	14-07-1977
			GB	1557337 A	05-12-1979
			IT	1067955 B	21-03-1985
			NL	7613094 A	04-07-1977
			US	4064112 A	20-12-1977

DE 19710098	A1	17-09-1998	AT	201351 T	15-06-2001
			AU	6718398 A	29-09-1998
			BR	9812419 A	03-10-2000
			DE	19710098 A1	17-09-1998
			EP	0966344 A1	29-12-1999
			ES	2159433 T3	01-10-2001
			US	6436322 B1	20-08-2002
			WO	9840194 A1	17-09-1998
