



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **720 952 A1**

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **C08J** 11/06 (2006.01)
B29B 17/04 (2006.01)
B29B 13/06 (2006.01)
B29B 17/02 (2006.01)
F26B 3/08 (2006.01)
F26B 21/06 (2006.01)

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 000762/2023

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

(22) Anmeldedatum: 14.07.2023

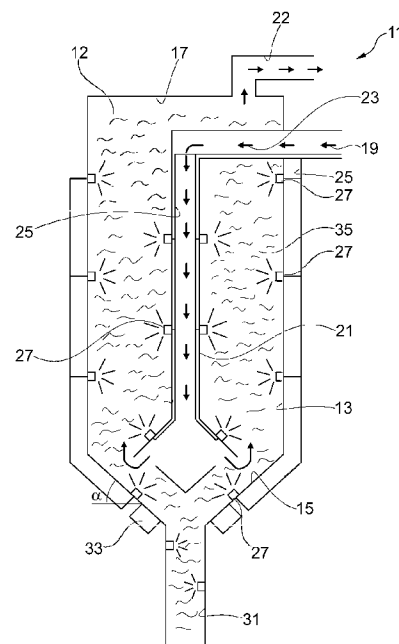
(72) Erfinder:
Robert Siegl, 6850 Dornbirn (AT)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.01.2025

(74) Vertreter:
Swisspat Riederer Hasler Patentanwälte AG,
Elestastrasse 8
7310 Bad Ragaz (CH)

(54) **Verfahren zum Recycling von Kunststoff-Verpackungen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Recycling von Kunststoff-Verpackungen aufweisend die folgenden Verfahrensschritte: (a) Anlieferung der Verpackungen, bevorzugt in Ballenform, (b) Verpackungssortierung, (c) Zerkleinerung der Verpackungen zu Flakes (12), (d) Waschschrift, (e) Trocknung der Flakes (12) mit trockener heisser Luft, (f) Flakesortierung und (g) Granulieren der Flakes (12) in einem Extruder. Die Trocknung der Flakes (e) wird in einem Silo (11), einen Entnahmekegel (15) aufweisend, vorgenommen, die Trocknungsluft (19) wird über einen Grundstrom (23) und einen Düsenstrom (25) in den Silo (11) eingeblasen und der Düsenstrom (25) wird über eine Mehrzahl von Lufdüsen (27) in den Silo (11) als Druckstoß zeitlich und örtlich begrenzt eingeblasen.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Recycling von Kunststoff-Verpackungen gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 und einen Silo zur Umsetzung des Trocknungsschrittes des Verfahrens gemäss Oberbegriff des Anspruchs 14.

Stand der Technik

[0002] Im Zuge eines Kunststoff-Recycling-Verfahrens werden gebrauchte Verpackungen aus Kunststoff im Kreislauf gehalten. Dabei werden die Verpackungen nur selten in der bestehenden Form im Ganzen gewaschen. Üblich ist die Anlieferung der Verpackungen in komprimierten Ballen, wobei die Verpackungen meist gepresst und perforiert sind.

[0003] Nach dem Aufbrechen der Ballen, werden die Verpackungen einer optischen Kontrolle, einer Metallabscheidung und optional einer Label-Abscheidung unterzogen. Im Regelfall werden die Flaschen zu Flakes (Chips) gemahlen und die Flakes werden gewaschen.

[0004] Nach der Wäsche werden die Flakes getrocknet. Üblich hierzu sind Pressen, Zentrifugen aber auch Trockenluft-trockner bzw. Kombinationen daraus. Lufttrockner haben den Vorteil, dass sich ein Teil der Kontaminationen verfärbt. Diese verfärbten Kontaminationen sind mit optischen Sensoren gut erkennbar und können dementsprechend gut abgetrennt werden. Zusätzlich werden volatile niedermolekulare Kontaminationen anhaftend am Material, insbesondere geruchsaktive Aldehyde, Carbonsäuren, Lactone aber auch allergene Substanzen sowie Substanzen, problematisch für den künftigen Lebensmittel- oder Hautkontakt, viel leichter abgetrennt, als wenn diese niedermolekularen Kontaminationen beim Aufschmelzen in das Recycling-Material eingearbeitet werden.

[0005] Die Trocknung mit trockener heißer Luft hat aber einige gravierende Nachteile:

- Die Flakes verändern Ihre Form bei der heißen Trocknung, verhaken und bilden Agglomerate.
- Die Flakes verkleben miteinander, insbesondere je weicher und klebriger diese mit der Temperatur werden.
- Die Flakes bilden auch wegen statischer Effekte für die Luft und undurchdringbare Knäuel und Agglomerate.
- Das auf den Flakes verbliebene Waschwasser kann wie ein Kleber wirken, sodass sich die Flakes nicht wie ein gut rieselbares Schüttgut verhalten und von der Luft nicht gleichmäßig durchströmt werden können.

[0006] Es bilden sich sogenannte Brücken und Agglomerationen, die die Flakes in Schüttgutform zurückhalten, sodass der Materialfluss in einem Silo zum Erliegen kommt bzw. nicht aus der Öffnung des Silos ausgetragen werden kann. Die Brücken und Agglomerationsbildung führt auch zu ungleichmässigen Luftströmungen, welche das Material nicht vollständig durchströmen und dementsprechend nicht gleichmäßig trocknen, verfärben oder dekontaminieren.

[0007] Zur Vermeidung der Agglomerationsbildung werden Rührwerke eingesetzt, die mit grosser Kraft und hohem Energieeinsatz die Flakes ständig rühren. Die Rührwerke zerkleinern und zerbrechen die Flakes unter Staubbildung. Eine Sortierung nach dem Trockner ist nur bei großen Flakes und Partikeln möglich, kleine Partikel, und anhaftenden Partikel können gar nicht oder nur zu einem geringen Anteil aussortiert werden. Bei vorhandenem Staub werden die Sensoren zusätzlich durch den Staub gestört und verschmutzt.

[0008] Bekannt sind auch Rotationssilos die das Material ständig bewegen und mit eingeschweißten Stegen das Material durch den Silo schieben oder Silos mit integrierten Schrauben-, Wellen- und Entnahme-Vorrichtungen, die das Material zwangsfördern. Eine weitere Alternative sind Systeme, die mit Luft- und Energieüberschuss und einer sehr hohen Reynolds Zahl versuchen, die Agglomeratbildung zu unterbinden oder sogar versuchen die Flakes in ein „Fluid Bed“ umzuwandeln.

[0009] Grosse heisse Luftmengen einfach in die Umgebung abzugeben ist kritisch, da man viel Energie verliert und die Kontaminationen darin die Umgebung stören.

Aufgabe der Erfindung

[0010] Aus den Nachteilen des beschriebenen Stands der Technik resultiert die Aufgabe, die Agglomerationen der Flakes bei gleichzeitiger Flaketrocknung durch ein schonendes und unaufwendiges Verfahren zu verhindern bzw. bereits entstandene Agglomerationen wieder aufzubrechen.

Beschreibung

[0011] Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt bei einem Verfahren zum Recycling von Kunststoff-Verpackungen durch die im kennzeichnenden Abschnitt des Patentanspruchs 1 angeführten Merkmale. Weiterbildungen und/oder vorteilhafte Ausführungsvarianten sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0012] Die Erfindung zeichnet sich bevorzugt dadurch aus, dass die Trocknung der Flakes in einem Silo, einen Entnahmekegel aufweisend, vorgenommen wird und dass ein Trocknungsfluid, insbesondere Trocknungsluft über einen Grundstrom

und einen Düsenstrom in den Silo eingeblasen wird, wobei der Düsenstrom über eine Mehrzahl von Luftdüsen örtlich und zeitlich inkonstant in den Silo eingeblasen wird. Eine eigene Logik ist vorgesehen, durch welche gesteuert wird, wie und wo die Luftstöße durch die Luftdüsen eingebracht werden, um das Flakematerial aufzulockern. Besonders hilfreich hat sich eine Logik in den Druckstößen etabliert, die entweder Düsen an Stellen im Silo gezielt als erstes ansteuert, die wiederholt zum Problem geführt haben. Das Lösen der Brücken ist detektierbar. Genauso werden jene Materialbereiche gezielt angeblasen, welche beim Durchlauf durch den Silo noch keinen Druckstoß erhalten haben.

[0013] Die Luftdüsen mobilisieren die Flakes, indem gezielt durch die Luftdüsen eingebrachte Luft bzw. Luftstöße gebildete Flakeagglomerate, -anhaftungen und -brücken auflöst und das Flakebett in dem Silo erneut vollständig durchströmbar macht.

[0014] Zweckmässigerweise wird der Grundstrom im Inneren des Silos im Bereich des Entnahmekegels aufgegeben und strömt von unten nach oben. Dadurch wird das natürliche Aufsteigen der warmen Trocknungsluft genutzt. Um jedoch die Trocknung aller Flakes zu vergleichmässigen und möglichst alle Flakes anzuströmen wird der Düsenstrom eingesetzt.

[0015] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird ein Teil des Düsenstromes über eine Mehrzahl von Luftdüsen in den Silo eingeblasen, welche Luftdüsen an einer Einblasvorrichtung zum Einblasen des Grundstromes angeordnet sind. Dadurch wird nicht nur durch Luftdüsen, welche an der Aussenseite des Silos angeordnet sind, gezielt Luft an die Flakes gebracht, sondern auch durch Luftdüsen, welche an der Einblasvorrichtung innerhalb des Silos angeordnet sind. Folglich ist nahezu jede Agglomeration von den Luftstößen erreichbar und kann gezielt aufgelöst werden. Als Agglomerate werden im Rahmen dieser Anmeldung Flakecluster bzw. verklebte Flakes verstanden.

[0016] Die Speisung der im letzten Absatz beschriebenen Luftdüsen kann auch durch eine Abzweigung von Trocknungsluft aus dem Grundstrom realisiert sein, beispielsweise durch einen Doppelmantel, aus dessen Ringraum Luft durch die Düsen in den Innenraum des Silos geblasen wird.

[0017] Bevorzugt ist es, wenn der Trocknungsschritt mit einem gesamten Durchflussvolumen gemessen am Ausgang von 1,5 bis 5 Nm³ Luft / kg Kunststoff und bevorzugt zwischen 3 bis 4 Nm³ Luft / kg Kunststoff betrieben wird. Dadurch ist ausreichend Luftvolumen vorhanden, um die Flakes zuverlässig zu trocknen und zu dekontaminieren.

[0018] Als zweckdienlich hat es sich erwiesen, wenn bis zu 80% der Trocknungsluft über den Düsenstrom und mindestens 20% der Trocknungsluft über den Grundstrom in den Silo eingespeist wird. Dadurch ist einerseits ausreichend Luft vorhanden, um diese durch alle Luftdüsen in den Silo einzuleiten und damit Agglomerationen aufzubrechen. Andererseits ist in dem Grundstrom ausreichend Trocknungsluft vorhanden, um möglichst das gesamte Flakevolumen zu trocknen.

[0019] In einer bevorzugten Variante der Erfindung wird die Trocknungsluft über einen Kondensatabscheider aufgereinigt und die Wärmeenergie über einen Wärmetauscher rückgewonnen wird. Dadurch kann die heisse kontaminierte Luft durch Aufreinigung und einen Wärmetauscher in sauber Luft umgewandelt werden. Die gereinigte Luft kann dem Silo nach Vorerwärmung als Grund- und Düsenstrom erneut zugeführt werden.

[0020] Die Erfindung zeichnet sich auch bevorzugt dadurch aus, dass durch die Luftdüsen Druckstöße mit einem Druck von 1,2 bis 12 bar in den Silo abgegeben werden, wodurch in dem Silo gebildete Flakeagglomerate, -anhaftungen und -brücken aufgelöst werden. Dadurch kann die Trocknungsluft mit einer höheren Temperatur in den Silo eingeblasen werden. Die erhöhte Temperatur bewirkt, dass Kontaminationen von der Flakeoberfläche mitgerissen und entfernt werden und nicht in die Schmelze bzw. in das Granulat gelangen. Laminar anhaftende und stehende Luftmassen sind ungeeignet Kontaminationen zu entfernen. Erst lokale Druckstöße lösen die Kontaminationen.

[0021] Damit die Druckstöße nicht kontraproduktiv sind, werden diese derart behutsam aufgegeben, sodass die Staubbildung der Flakes möglichst gering ist und die Flakes für einen optischen Sensor erkennbar bleiben. Im Vergleich zu üblichen Rührwerken, welche Agglomerationen zwar aufbrechen, jedoch eine starke Zerkleinerung und eine dementsprechende unerwünschte Staubbildung bewirken, ist die Staubbildung durch die Druckstöße vernachlässigbar.

[0022] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Trocknungsluft eine Höchsttemperatur von 20°C und bevorzugt von 0°C unter der Erweichungstemperatur der zu trocknenden Flakes auf. Wie schon weiter oben ausgeführt, kann die Trocknungsluft eine erhöhte Temperatur aufweisen, da sich bildende Agglomerate durch das Vorsehen der Luftdüsen wieder aufgelöst werden können.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Anordnung der Luftdüsen, durch welche die Druckluftstöße abgegeben werden und die Intensität der Druckluftstöße durch Orte der erhöhten Agglomerationsaffinität in dem Silo bestimmt. Zur Umsetzung wird bevorzugt eine Steuerungslogik eingesetzt. Besonders hilfreich hat sich eine Logik in den Druckstößen etabliert, die entweder Düsen an Stellen im Silo gezielt als erstes ansteuert, die wiederholt zum Problem geführt haben. Das Lösen der Brücken ist detektierbar, wodurch neuralgische Orte der Brückenbildung bekannt sind. Zudem werden jene Flakebereiche angeblasen, die beim Durchlauf durch den Silo noch keinen Druckstoß und keine damit verbundene Agitation erhalten haben.

[0024] Zweckmässigerweise wird der Entnahmekegel mit einer Amplitude über 0,5mm und einer Frequenz von 2 bis 200 Hz in Schwingung versetzt, um Flake-Agglomerate aufzulösen. Dadurch werden die Flakes aufgelockert, um durch den engen Auslassbereich fließen zu können.

[0025] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung transportiert die Trocknungsluft neben dem zu verdampfenden Waschwasser an der Oberfläche der Flakes anhaftende Substanzen, beispielsweise Allergene, ab. Durch die Trocknung bei heisseren Temperaturen und dem Abdampfen des Wassers von der Oberfläche, werden auch oberflächlich anhaftende Kontaminationen bei der aktiven Verdampfung mitgerissen, die vom Siedepunkt der Kontaminationen gesehen, sich erst viel später ablösen würden.

[0026] Insbesondere Allergene lösen sich und gelangen so überwiegend nicht mehr in die Schmelze und später ins Granulat. Unter einem Allergen wird im Rahmen dieser Anmeldung eine Substanz verstanden, die über Vermittlung des Immunsystems Überempfindlichkeitsreaktionen (allergische Reaktionen) auslösen kann. Die verschiedenen Überempfindlichkeitsreaktionen sind Allergien, Pseudoallergien und Intoleranzen. Beispielsweise wird durch das erfindungsgemässe Verfahren das als Allergen bekannte Hexylzimtaldehyd mit einem Siedepunkt von 170 bis 180°C auf und in HDPE-Flakes bei Temperaturen um die 120°C von 30 mg Hexylzimtaldehyd/kg HDPE-Flake auf unter 0,2 mg Hexylzimtaldehyd/kg HDPE-Flake reduziert.

[0027] Dadurch, dass sich an der Oberfläche der Flakes anhaftende Substanzen durch die Trocknungsluft erwärmen und verfärben, sind die Flakes auf denen die verfärbten Kontaminationen anhaften, sensorisch gut erkennbar und gut abtrennbar.

[0028] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft einen Silo zur Umsetzung des oben beschriebenen Trocknungsverfahrens. Der Silo zeichnet sich dadurch aus, dass an der Oberfläche des Silos, welche mit den Flakes in Berührung kommt, eine Mehrzahl von Luftdüsen angeordnet ist, durch welche Trocknungsluft in den Silo eingeblasen werden kann. Dadurch können Agglomerationen und Brücken der Flakes, welche auch durch die gezielt gewählte höhere Temperatur der Trocknungsluft entstehen, aufgelöst werden. Die erhöhte Temperatur der Trocknungsluft ermöglicht, dass Kontaminationen viel besser abtransportiert werden können als bei Trocknungsverfahren gemäss dem Stand der Technik, welche niedrigere Trocknungstemperaturen anstreben, um Agglomerationen bzw. Verklumpungen der Flakes zu vermeiden.

[0029] Gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Luftdüsen an dem Zylindermantel, dem Entnahmekegel und der Einblasvorrichtung angeordnet. Dadurch kann jede sich in dem Silo bildende Agglomeration oder Verklumpung von Luftstössen erreicht und aufgelöst werden.

[0030] Bevorzugt weist der Entnahmekegel einen Öffnungswinkel zwischen 50 und 70 Grad und bevorzugt zwischen 55 und 65 Grad auf. Diese Dimensionierung der Entnahmekegelsteigung hat sich für den zuverlässigen Ausfluss der Kunststoffflakes aus dem Silo bewährt.

[0031] Zweckmässigerweise weist die Entnahmeöffnung des Entnahmekegels einen Durchmesser zwischen 10 und 25 cm und bevorzugt zwischen 15 und 20 cm auf. Diese Abmessung der Entnahmeöffnung stellt sicher, dass die Bildung von Flakebrücken erschwert ist und die Flakes freifliessend aus dem Silo entnommen werden können.

[0032] Durch die lokalen Druckstösse benötigt man viel weniger heisse Luft, als wenn man den ganzen Silo mit derselben Intensität durchströmen würde. Der Energieverlust und die Aufreinigung der sich durch einen gleichmässigen Luftstrom ergebenden grossen Luftmengen wären viel zu hoch bzw. viel zu aufwendig.

[0033] Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung unter Bezugnahme auf die schematischen Darstellungen. Es zeigen in nicht massstabsgetreuer Darstellung:

Figur 1: Längsschnitt durch einen erfindungsgemässen Silos zur Trocknung und Dekontaminierung von Flakes;

[0034] Aus dem Stand der Technik sind Recycling-Verfahren für Kunststoff-Verpackungen, insbesondere Kunststoff-Behälter, bekannt, bei welchen durch folgende Verfahrensschritte aus den entsorgten Verpackungen Kunststoffgranulat hergestellt wird. Entsorgte Verpackungen können alle Arten von Behältern und insbesondere Flaschen aus Kunststoff sein. Das Granulat kann zur erneuten Herstellung von Verpackungen verwendet werden.

[0035] Nach der Anlieferung der Verpackungen, bevorzugt perforiert und in kubische Ballen gepresst, werden die Verpackungen sortiert. Die Ballen werden aufgebrochen und einer optischen Kontrolle, einer Magnetabscheidung und einer optionalen Label-Abscheidung unterzogen. Die Verpackungen können auch vorgewaschen werden. Dann werden die Verpackungen zu Flakes (auch Chips genannt) zerkleinert bzw. gemahlen und die Flakes werden gewaschen.

[0036] Das Waschwasser muss von den Flakes 12 entfernt werden. Deshalb werden diese in einem Silo getrocknet, welcher gesamthaft mit dem Bezugszeichen 11 bezeichnet ist. Der Innenraum des Silos ist in typischer Weise durch einen Zylindermantel 13, einen Entnahmekegel 15 und einer obenliegenden Abdeckung 17 begrenzt.

[0037] Die Trocknungsluft 19 wird über eine Einblasvorrichtung 21 im Bereich des Entnahmekegels 15 in den Silo eingeblasen. Dadurch kann die Trocknungsluft 19 von unten nach oben strömen und verlässt an der Abdeckung 17 den Silo 11, beladen mit Waschwasser und mitgerissenen zuvor an den Flakes 12 anhaftenden Substanzen, in einem Auslass bzw. einer Austrittsöffnung 22. In der Einblasvorrichtung 21 ist der Grundstrom 23 der Trocknungsluft gebildet. Von dem Grundstrom 23 wird ein Düsenstrom 25 ausserhalb des Silos 11 abgezweigt. Der Düsenstrom 25 könnte auch separat, ohne dass er von dem Grundstrom 23 abgezweigt wird, erzeugt werden. Der Düsenstrom 25 wird über eine Mehrzahl von Luftdüsen 27, positioniert am Mantel 13 und am Entnahmekegel 15 in den Silo 11 eingeblasen. Zusätzlich wird der Dü-

senstrom 25 aufgesplittet, um auch über Luftdüsen 27, angeordnet entlang der Einblasvorrichtung 21, in den Silo 11 eingebracht werden zu können kann.

[0038] Zweckmässigerweise besitzt der Entnahmekegels 15 einen Öffnungswinkel α mit 55 und 65 Grad. Die Entnahmeöffnung 31 des Entnahmekegels weist einen Durchmesser von bevorzugt zwischen 15 und 20 cm auf. An der Aussenseite des Entnahmekegels 15 ist eine Vibrationsvorrichtung 33 angeordnet, welche den Kegel in Schwingung versetzen kann. Bevorzugt ist eine Amplitude über 0,5mm und einer Frequenz von 2 bis 200 Hz. Diese drei Vorkehrungen, stellen sicher, dass die getrockneten und dekontaminierten Flakes 12 zuverlässig aus dem Silo 11 als Schüttgut fließen und die Entnahmeöffnung 31 nicht verstopfen.

[0039] Der Trocknungsschritt wird mit einem Durchflussvolumender Trocknungsluft von bevorzugt zwischen 3 bis 4 Nm³ Luft / kg Kunststoff betrieben. Bis zu 80% der Trocknungsluft wird über den Düsenstrom 25 und mindestens 20% der Trocknungsluft über den Grundstrom 23 in den Silo eingespeist.

[0040] Die über die Luftdüsen 27 eingebrachte Trocknungsluft ermöglicht, dass gebildete Agglomerationen 35 der Flakes 12 aufgebrochen werden. Dazu sind die Luftdüsen 27 an Stellen angeordnet, an welchen sich Agglomerationen 35 bevorzugt bilden und dementsprechend über die aus den Luftdüsen 27 abgegebenen Druckstößen erreichbar sind. Durch die Düsen können Druckstöße mit einem Druck von 1,2 bis 12 bar in den Silo abgegeben werden, wodurch die gebildeten Flakeagglomerationen, -anhaftungen und -brücken aufgelöst werden. Zudem werden die Druckstöße derart behutsam aufgegeben, dass die Staubbildung der Flakes möglichst gering ist und die Flakes nach der Trocknung für einen optischen Sensor erkennbar bleiben. Farb-, Vergilbungs und Polymer-Sortierer haben dadurch einen hohen Erkennungsgrad. Ein weiterer Vorteil der lokalen Druckstöße ist, dass durch die lokalen Druckstöße viel weniger heisse Luft benötigt wird, als wenn man den ganzen Silo mit derselben Intensität durchströmen würde. Der Energieverlust und die Aufreinigung der sich durch einen gleichmässigen Luftstrom ergebenden grossen Luftmenge wäre viel zu hoch bzw. viel zu aufwendig.

[0041] Das Vorsehen der Luftdüsen 27 ermöglicht, dass die Trocknungsluft eine Höchsttemperatur von 20°C und bevorzugt von 0°C unter der Erweichungstemperatur der zu trocknenden Flakes aufweist. Dadurch kann äusserst effizient getrocknet und dekontaminiert werden. Große Moleküle von Verunreinigungen, welche auf den Flakes anhaften, werden vor dem Extrudieren entfernt, wenn diese Kontaminationen noch auf den Flakes sind oder erst oberflächlich in das Material eingedrungen sind. Gerade in dem Waschschrift kann ein Behälter mit Rückständen (z.B: Mineralöl, Erdnusbutter, Laktose) viele Behälter beim Waschen selbst kontaminieren. Diese beim Waschschrift erst auf die Flake-Oberfläche gelangten Kontaminationen können erfindungsgemäss vor dem Extruder entfernt werden, da die Kontaminationen, wenn sie erst einmal in die Schmelze oder in das Granulat Korn gelangt sind, sehr schwer zu entfernen sind.

[0042] Versuche am Granulat Korn haben gezeigt, dass insbesondere Allergene erst nach 10 Stunden in der Deodorisierung abtrennbar sind. Es ist viel effizienter diese oberflächlichen Kontaminationen direkt nach der Wäsche abzutrennen. Dies ermöglicht der erfindungsgemässe Trocknungsschritt.

[0043] Durch die Trocknung bei heißeren Temperaturen und dem Abdampfen des Waschwassers von der Oberfläche, werden auch oberflächlich anhaftende Kontaminationen bei der aktiven Verdampfung mitgerissen, obwohl die Trocknungstemperatur vom Siedepunkt noch weit entfernt ist und zu erwarten wäre, dass sich die Kontaminationen erst bei viel höheren Temperaturen ablösen. Insbesondere Allergene lösen sich und gelangen so überwiegend nicht mehr in die Schmelze und später ins Granulat Korn.

[0044] Durch die Flaketrocknung mit erhöhter Trocknungstemperatur, welche in überraschender Weise erst durch die gezielten Luftstößen durch die Düsen 27 ermöglicht ist, erwärmen und verfärben sich an der Oberfläche der Flakes anhaftende Substanzen verstärkt. Diese verfärbten Substanzen sind sensorisch besonders gut erkennbar und abtrennbar.

Legende:

[0045]

- 11 Silo
- 12 Flakes
- 13 Zylindermantel
- 15 Entnahmekegel
- 17 Abdeckung
- 19 Trocknungsluft
- 21 Einblasvorrichtung
- 22 Auslass
- 23 Grundstrom
- 25 Düsenstrom
- 27 Luftdüsen
- 31 Entnahmeöffnung
- 33 Vibrationsvorrichtung
- 35 Agglomerationen
- α Öffnungswinkel

Patentansprüche

1. Verfahren zum Recycling von Kunststoff-Verpackungen aufweisend die folgenden Verfahrensschritte
 - (a) Anlieferung der Verpackungen, bevorzugt in Ballenform,
 - (b) Verpackungssortierung,
 - (c) Zerkleinerung der Verpackungen zu Flakes (12),
 - (d) Waschschrift,
 - (e) Trocknung der Flakes (12) mit einem trockenen heissen Fluid, insbesondere heisse Trocknungsluft,
 - (f) Flakesortierung und
 - (g) Granulieren der Flakes (12) in einem Extruder, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Trocknung der Flakes (e) in einem Silo (11), einen Entnahmekegel (15) aufweisend, vorgenommen wird und
 - dass die Trocknungsluft (19) über einen Grundstrom (23) und einen Düsenstrom (25) in den Silo (11) eingeblasen wird und der Düsenstrom (25) über eine Mehrzahl von Luftdüsen (27) örtlich und zeitlich inkonstant, in den Silo (11) eingeblasen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundstrom (23) im Inneren des Silos (11) im Bereich des Entnahmekegels (15) aufgegeben wird und von unten nach oben strömt.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des Düsenstromes (25) über eine Mehrzahl von Luftdüsen (27) in den Silo (11) eingeblasen wird, welche Luftdüsen (27) an einer Einblasvorrichtung (21) zum Einblasen des Grundstromes (23) angeordnet sind.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trocknungsschritt (e) mit einem gesamten Durchflussvolumen gemessen am Ausgang von 1,5 bis 5 Nm³ Luft / kg Kunststoff und bevorzugt zwischen 3 bis 4 Nm³ Luft / kg Kunststoff betrieben wird.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungsluft (19) über einen Kondensatabscheider aufgereinigt wird und die Wärmeenergie über einen Wärmetauscher rückgewonnen wird.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bis zu 80% der Trocknungsluft (19) über den Düsenstrom (25) und mindestens 20% der Trocknungsluft (19) über den Grundstrom (23) in den Silo (11) eingespeist wird.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Luftdüsen (27) Druckstösse mit einem Druck von 1,2 bis 12 bar in den Silo (11) abgegeben werden, wodurch in dem Silo (11) gebildete Flakeagglomerate (35), -anhaftungen und -brücken aufgelöst werden.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckstösse derart behutsam aufgegeben werden, sodass die Staubbildung der Flakes (12) möglichst gering ist und die Flakes (12) für einen optischen Sensor erkennbar bleiben.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungsluft (19) eine Höchsttemperatur von 20°C und bevorzugt von 0°C unter der Erweichungstemperatur der zu trocknenden Flakes (12) aufweist.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung der Luftdüsen (27), durch welche die Druckluftstösse abgegeben werden und die Intensität der Druckluftstösse durch Orte der erhöhten Agglomerationsaffinität in dem Silo (11) bestimmt werden.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Entnahmekegel (15) mit einer Amplitude über 0,5mm und einer Frequenz von 2 bis 200 Hz in Schwingung versetzt wird, um Flake-Agglomerate (35) aufzulösen.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungsluft (19) neben dem zu verdampfenden Waschwasser an der Oberfläche der Flakes (12) anhaftende Substanzen, beispielsweise Allergene, abtransportiert.
13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich an der Oberfläche der Flakes (12) anhaftende Substanzen durch die Trocknungsluft (19) erwärmen und verfärben.
14. Silo (11) zur Umsetzung des Trocknungsschrittes (e) und der Dekontaminierung von an den Flakes (12) anhaftenden Substanzen gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, aufweisend
 - einen Zylindermantel (13),
 - einen an den Mantel (13) anschliessenden Entnahmekegel (15),
 - ein Vibrationsvorrichtung (33), welche den Entnahmekegel (15) in Schwingung versetzen kann,
 - eine Einblasvorrichtung (21), mit welcher Trocknungsluft (19) in den Silo (11) einblasbar ist, und
 - eine Austrittsöffnung (22) für die mit Waschwasser und Substanzen beladene Trocknungsluft, dadurch gekennzeichnet,

CH 720 952 A1

dass an der Oberfläche des Silos (11), welche mit den Flakes (12) in Berührung kommt, eine Mehrzahl von Luftdüsen (27) angeordnet ist, durch welche Trocknungsluft (19) in den Silo (11) eingeblasen werden kann.

15. Silo nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftdüsen (27) an dem Zylindermantel (13), dem Entnahmekegel (15) und der Einblasvorrichtung (21) angeordnet sind.
16. Silo nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Entnahmekegel (15) einen Öffnungswinkel (α) zwischen 50 und 70 Grad und bevorzugt zwischen 55 und 65 Grad aufweist
17. Silo nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Entnahmeöffnung (31) des Entnahmekegels (15) einen Durchmesser zwischen 10 und 25 cm und bevorzugt zwischen 15 und 20 cm aufweist.

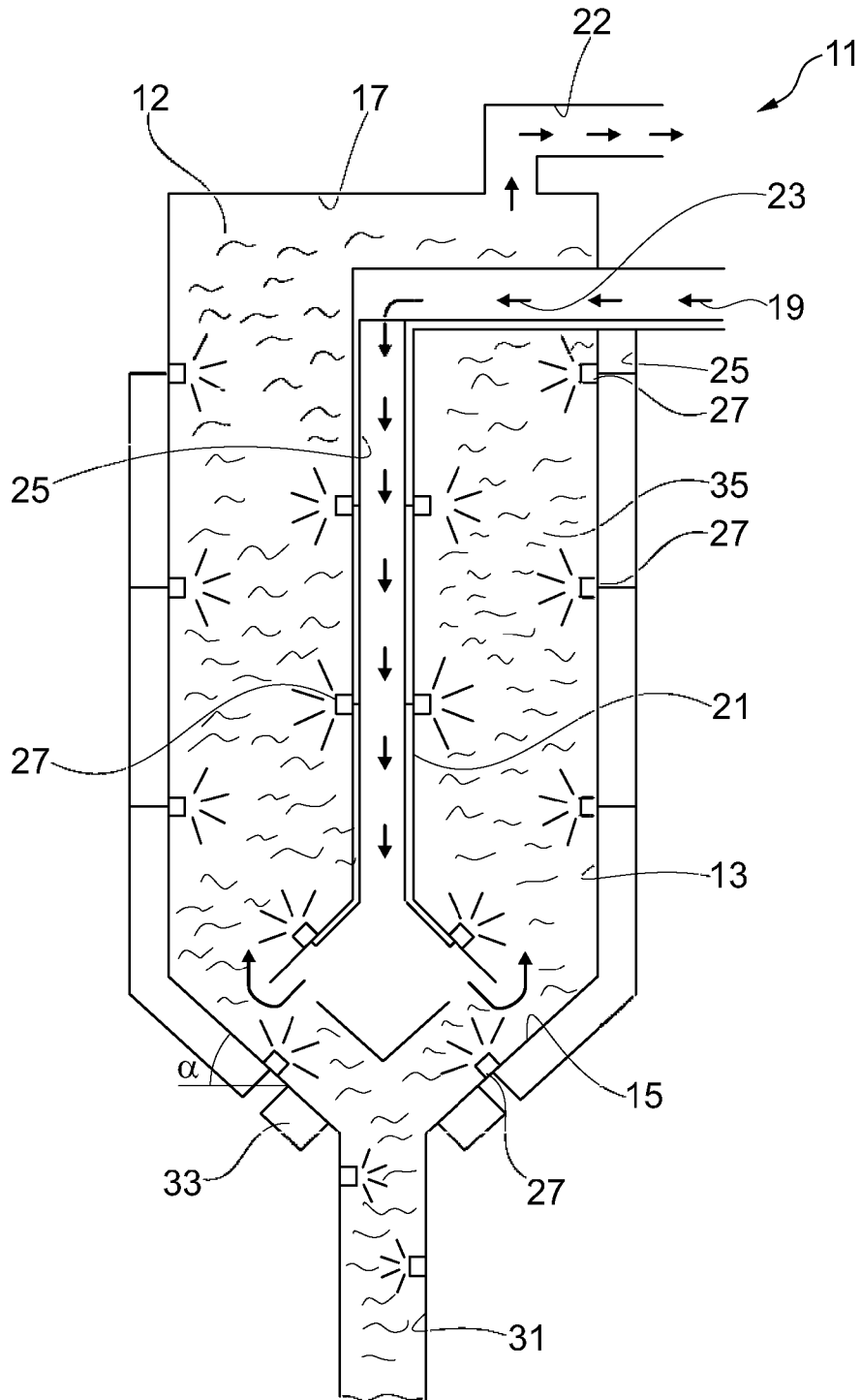


Fig. 1

**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 1040-25324
Nationales Aktenzeichen 7622023	Anmeldedatum 14-07-2023
Anmeldeland CH	Beanspruchtes Prioritätsdatum
Anmelder (Name) Alpla Werke Alwin Lehner GmbH & CO. KG	
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art 07-08-2023	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat SN84416
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	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
IPC	Siehe Recherchenbericht
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen	
III. <input type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	
IV. <input type="checkbox"/> 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 7622023

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES						
INV.	B29B17/00	B29B17/02	F26B17/14	F26B3/06	F26B3/08	
	F26B5/02	F26B9/08	F26B21/08	B01D53/30	C08F6/00	
ADD.	B29B17/04	B29L31/00	B01F25/00	B29B9/16		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK						
B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE						
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)						
B29B B29L F26B B01F B01D C08F						
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.	
A	CN 207 556 205 U (DALIAN JINJIA MAT RECYCLING CO LTD) 29. Juni 2018 (2018-06-29) * Anspruch 1; Fig. 1 *				1-17	
A	CH 495 770 A (SIEMENS AG [DE]) 15. September 1970 (1970-09-15) * Anspruch 1; Spalte 1, z. 8-24; Spalte 6, z. 17-35; Fig. 1-3 *				1, 14	
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer 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				Absenddatum des Berichts über die Recherche internationaler Art		
2. Oktober 2023						
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 Härtig, Thomas		

1

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 7622023

im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 207556205	U	29-06-2018	KEINE
CH 495770	A	15-09-1970	AT 274744 B 25-09-1969
			BE 694026 A 17-07-1967
			CH 495770 A 15-09-1970
			DE 1542445 B1 14-05-1970
			DE 1542446 A1 18-06-1970
			DE 1667252 B1 03-02-1972
			FR 1513885 A 16-02-1968
			GB 1183355 A 04-03-1970
			NL 6702604 A 11-09-1967
			SE 309573 B 31-03-1969