



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **715 231 A1**

(51) Int. Cl.: **B29B 17/02** (2006.01)

**Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00955/18

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

(22) Anmeldedatum: 06.08.2018

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

(43) Anmeldung veröffentlicht: 14.02.2020

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

(54) **Verfahren zur Aufbereitung von zur Wiederverwendung vorgesehenen Thermoplasten.**

(57) Dargestellt und beschrieben ist ein Verfahren zur Aufbereitung von zur Wiederverwendung vorgesehenen Thermoplasten wie beispielsweise Polyethylenterephthalat (PET) in Form von Flakes. Erfindungsgemäss ist vorgesehen, dass die Flakes in einem ersten Schritt mit einem oxidativen Fluid unter Hitze so lange beaufschlagt werden, bis sich kontaminierte Flakes so verändern, dass diese aufgrund ihrer Veränderung in einem zweiten Schritt von den übrigen Flakes abgetrennt werden.

**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft ausserdem ein Halbzeuge oder Kunststoffverpackungen, wie beispielsweise Getränkeflaschen, welche mit einem Thermoplast hergestellt werden, welche gemäss diesem Verfahren aufbereitet wurden sowie eine Aufbereitungsanlage zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Sehr häufig wird Polyethylenterephthalat (kurz: PET), ein thermoplastischer Kunststoff, heutzutage im Bereich der Verpackung von Lebensmitteln, Softdrinks und Wasser eingesetzt. Derartige Kunststoffverpackungen sollen zu einem grossen Teil dem Recyclingstrom zugeführt werden und dadurch immer wieder verarbeitet werden. Für Verpackungen von Lebensmitteln, Softdrinks, Wasser und dergleichen werden PET-Verpackungen, insbesondere PET-Flaschen eingesetzt, die zur Gänze aus recyceltem PET hergestellt wurden. Diese 100% Recycling-Quote ist möglich, aber die Ausnahme, da Verunreinigungen im PET diese 100% im Regelfall nicht zulassen.

[0003] Eines der bekannten Probleme, das sich bei dem wiederholten Rezyklieren ergibt, ist die fortschreitende Vergilbung, Eintrübung und Vergrauung des PET. Bei jedem weiteren Recycling-Zyklus wird das PET gelblicher, trüber und grauer. Durch die Zugabe von blauer Farbe kann der Gelbstich kompensiert werden. Bei dieser Farbkompensation wird das PET jedoch dunkler und grauer. Ein mit fortlaufenden Recyclingstufen kontinuierlich gelber und/oder dunkler gewordenes PET kann die optischen Anforderungen von hochwertigen Verpackungen oftmals nicht mehr erfüllen.

[0004] Ein weiteres Problem, das sich mit fortlaufendem Rezyklieren ergibt, ist die steigende Anzahl von Fremdkörpern im Regenerat (Glassplitter, Fremdpolymere, Papier, Holz etc.), welche mit jedem weiteren Zyklus zunimmt. Entweder trüben solche Fremdkörper selbst das PET ein oder sie wirken als Kristallisationskeime, die dazu führen, dass das PET lokal auskristallisiert, wobei die Trübung durch die zusätzliche kristalline Struktur verstärkt wird.

[0005] Ein weiteres Problem sind die chemischen Verunreinigungen, die entweder unmittelbar den Einsatz des Regenerats für den Lebensmittelbereich nicht mehr zulassen oder bei einer weiteren Verarbeitung unerwünschte Reaktionsprodukte bilden, die den Einsatz für den Lebensmittelbereich oder für Bedarfsgegenstände nicht mehr zulassen.

[0006] Ausserdem können PET Flaschen Polyamid in Schichten oder zugemischt enthalten, um eine Barriere gegenüber Sauerstoff und Kohlendioxid aufzuweisen. Solche mit Polyamiden versetzte PET Flaschen wirken sich besonders negativ auf den Gelbstich des Regenerats aus, da Polyamid mit fortlaufender Zeit und erhöhter Temperatur viel stärker vergilbt als PET. Zusätzlich bildet das Polyamid im PET Regenerat kleine Polyamid Domänen aus, die das Licht streuen und so das PET Regenerat zusätzlich eintrüben. Es wurde daher versucht, mit Polyamid versetzte PET Flaschen erst gar nicht in den Recycling Strom einzubinden.

[0007] Weiter können PET Flaschen mit auf Polystyrol oder PET G basierenden Labels oder Sleeves kaschiert sein, die nicht zur Gänze abgetrennt werden können, und bei den erhöhten Temperaturen zu einer starken Vergilbung und zu Verklebungen führen können. Besonders kritisch sind ausserdem Kleber, Farben und Lackierungen auf den Flaschen, die gar nicht aus dem Regenerat abgetrennt werden können und bei erhöhten Temperaturen zu unerwünschten Reaktionsprodukten führen können.

[0008] Es ist bekannt, unterschiedliche Thermoplaste über ihre physikalische Eigenschaften wie beispielsweise die nahe Infrarotabsorption oder die Dichte zu trennen. Nach der Trennung wird der im wesentlichen sortenreine Thermoplast gewaschen und dabei werden Kontaminationen, wie beispielsweise Papier oder Klebstoff, entfernt. Beim Waschen von Thermoplasten werden diese im Grunde nicht verändert. Die Thermoplaste werden nur von Verunreinigungen gesäubert und in eine Form gebracht, die eine weiter Verarbeitung oder Aufbereitung ermöglicht, beispielsweise als Flakes, welche in der Regel als Mahlgut 2 bis 30 mm<sup>2</sup> gross sind. Es ist ferner bekannt, durch Erhitzen der Flakes im Vakuum oder in sauerstoffarmer Umgebung diese zu entfeuchten und dabei flüchtige Kontaminationen zu entfernen. In speziellen Verfahren, wie beispielsweise der Solid State Polymerisation (SSP-Verfahren), gelingt es auch durch Erhitzen im Vakuum oder unter Sauerstoffabschluss eine erneute Polykondensation einzuleiten. Dabei ist es möglich, die Polymerkettenlänge auf das Niveau des ursprünglichen Rohmaterials zu erhöhen. Es ist auch bereits bekannt, die Flakes vor der Extrusion heiss oder kalt zu trocknen; aber auch bei diesen bekannten Verfahren wird versucht möglichst schonend zu trocknen, um Reaktionen bzw. deren Folgen wie z.B. Vergilbung so gering wie möglich zu halten.

[0009] Ein weiteres bekanntes Problem bei nachfolgender Weiterverarbeitung von rezyklierten Flakes ist, dass die erhöhten Temperaturen immer wieder zur Vergilbung führen, was -wie zuvor erläutert – die Brauchbarkeit der rezyklierten Flakes und der daraus hergestellten Zwischenprodukte beschränkt.

[0010] Um dieser Vergilbung entgegen zu wirken, wird in der Regel bei der Herstellung von Verpackungen, insbesondere von Flaschen nicht nur wiederverwertete Thermoplaste verwendet, sondern es wird eine sortenreine Mischung aus wiederverwerteten und neu produzierten Thermoplasten verwendet. Bisher war beispielsweise für PET-Flaschen in der Europäischen Union die Verwendung einer Mischung von 30% recyceltem PET und 70% von Virgin PET üblich.

[0011] Generell ist man bestrebt, den Anteil von rezykliertem Thermoplast zu erhöhen. Hierbei treten jedoch Limitierungen zu Tage, die aufgrund der Verfärbung, d.h. aufgrund von Vergilbung, Vergrauung, Trübung, und ähnlichem sowie aufgrund von chemischen Kontaminationen des rezykliertem Thermoplast gegeben sind. Wird der Anteil an rezykliertem

Thermoplast zu hoch, so gelingt es im Regelfall nicht mehr, die geforderten optischen und chemischen Eigenschaften zu erreichen, um eine hochwertige Verpackung herstellen zu können.

**[0012]** Hier setzt die Erfindung an. Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung ein Verfahren anzugeben, welches eine Aufbereitung von thermoplastischen Kunststoffen, insbesondere von Polyethylenterephthalat (PET) ermöglicht, bei der die Qualität des aufbereiteten Thermoplasts gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Aufbereitungsverfahren weiter verbessert wird. Insbesondere soll die Qualität des aufbereiteten Thermoplasts soweit verbessert werden, dass dieses Thermoplast für Kunststoffverpackungen insbesondere für Lebensmittel verwendet werden kann, wobei diese Verpackungen einen hohen Qualitätseindruck vermitteln sollen. Dieser Qualitätseindruck entsteht beispielsweise bei Getränkeflaschen durch hohe Transparenz.

**[0013]** Wiederaufbereitete Thermoplaste hoher Qualität ermöglichen, dass der Anteil von aufbereiteten Thermoplast weiter erhöht werden kann und dementsprechend der Anteil an neu hergestellten Thermoplasten bei der Herstellung von Halbzeugen oder Kunststoffverpackungen reduziert werden kann. Das erfindungsgemässe Verfahren soll bestehende Verarbeitungsprozesse ergänzen, dabei möglichst wirtschaftlichen sein und ökologische Gesichtspunkte berücksichtigen.

**[0014]** Hierbei nutzt die Erfindung die Erkenntnis aus, dass unterschiedliche Kontaminationen des zu recycelnden Thermoplasts bei Beaufschlagung mit erhöhten Temperaturen spezifisch zu verschiedenen Reaktionen führen, die Reaktionsprodukte freisetzen und/o-der eine Verfärbung, Vergilbung oder Verklebung zur Folge haben können. Dies gilt unter anderem für Fremdkunststoffe, Sauerstofffänger, Öle, Zucker, Polyamide, Polystyrole, UV-Absorber vor allem dann, wenn diese unter Hitze besonders schnell mit Sauerstoff reagieren und sich dabei verfärben und unter Umständen unerwünschte Reaktionsprodukte wie zyklische Kohlenwasserstoffe (Benzole, Xylole, Toluole, Phenole) oder Aldehyde (Formaldehyd, Acetaldehyd) bilden. Manche dieser Kontaminationen sind thermisch instabil und verändern, d.h. verfärben, sich oder spalten niedermolekulare Reaktionsprodukte ab aufgrund der hohen Temperaturen.

**[0015]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Aufbereitung von zur Wiederverwendung vorgesehenen Thermoplaste in Form von Flakes, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass die Flakes in einem ersten Schritt mit einem oxidativen Fluid unter Hitze so lange beaufschlagt werden, bis sich Kontaminationen durch chemische und/oder physikalische Effekte so verändern, dass diese in einem zweiten Schritt aufgrund der Änderung von den Flakes abgetrennt werden können. Chemische Effekte im Sinne der Erfindung können beispielsweise die Bildung von Reaktionsprodukten oder die Abspaltung von Reaktionsprodukten sein. Verfärbung, Vergilbung, Trübung oder infolge von Verklumpung gebildete Agglomerate stellen beispielsweise physikalische Effekte im Sinne der Erfindung dar.

**[0016]** Dabei kann die Erhitzung direkt sowohl durch Konvektion des erhitzten oxidativen Fluids erfolgen, als auch indirekt durch Wärmeleitung, Reibung (Schall) oder Strahlung (Mikrowelle, UV, sichtbares Licht, IR Strahlung). Das oxidative Fluid kann dabei bereits vorhandene chemische Kontaminationen als auch solche Kontaminationen, welche erst bei erhöhter Temperatur entstehen, aufnehmen und abtransportieren. Die Identifikation von feststofflichen Kontaminationen erfolgt erfindungsgemäss aufgrund der zuvor beschriebenen spezifischen Änderungen (z. B. Verfärbung, Verklumpung) die sich während des Verfahrens an diesen und an den kontaminierten Flakes vollziehen.

**[0017]** Eine erste Abtrennung feststofflicher Kontaminationen gemäss zweitem Schritt kann durch Siebtechnologien erfolgen, welche insbesondere verklebte Kontaminationen o-der Kontaminationen aussiebt, welche durch die Hitze und Oxidationsbehandlung brüchig und bröselig geworden sind oder sich zu Stauben verwandelt haben.

**[0018]** Die Abtrennung verfärbter (vergilbter, vergrüner, vergrauten) feststofflicher Kontaminationen kann mit marktüblichen Sortieranlagen bekannter Hersteller wie beispielsweise Sesotec, Tomra, Bühler oder Pellenc erfolgen. Bevorzugt geschieht die Abtrennung in noch heissem Zustand, d.h. über 90 °C. Hierbei werden feststoffliche Kontaminationen als solche identifiziert und abgetrennt.

**[0019]** Zur Identifikation von Verfärbungen bedient sich die Erfindung in einer bevorzugten Ausführungsform des CIELAB-Farbmodels (auch Lab-Farben, CIEL\*a\*b\*). Die Farbe ist damit auch bei Kunststoffen durch die drei Parameter L, a und b bestimmt. Die Parameter werden als L, a, b oder oft auch als L\*a\*b\* dargestellt. Der L\*a\*b\*-Farbraum (auch: Lab-Farben, CIELAB, CIEL\*a\*b\*) beschreibt alle wahrnehmbaren Farben. Zu den wichtigsten Eigenschaften des L\*a\*b\*-Farbmodells zählen die Geräteunabhängigkeit und die Wahrnehmungsbezogenheit, das heisst: Farben werden unabhängig von der Art ihrer Erzeugung oder Wiedergabetechnik so definiert, wie sie von einem Normalbeobachter bei einer Standard-Lichtbedingung wahrgenommen werden. Das Farbmodell ist in der EN ISO 11664-4 «Colorimetry – Part 4: CIE 1976 L\*a\*b\* Colour space» genormt.

**[0020]** Die Anwendung des CIELAB-Farbmodell wird im Folgenden erklärt. Der Parameter L ist ein Mass für die Dunkelheit. Je höher der L-Wert ist, umso heller sind die Flakes. Flakes mit Werten von  $L < 65$  sind sehr dunkel und eher grau, wohingegen Flakes mit Werten von  $L > 85$  hell sind. Beispielsweise kann neu hergestelltes PET ohne Recycling Anteile (sogenanntes Virgin-PET) problemlos mit einem L Wert über 85 hergestellt werden, z.B.  $L = 89$ . Es gibt auch graues Virgin PET, mit L Werten unter 85, das Kohlestaub, IR Absorber oder sonstige Additive enthält, die das Virgin-PET eintrüben.

**[0021]** Der b-Wert ist ein Mass für die gelb-blau Verfärbung der Flakes. Vergilbte Flakes besitzen beispielsweise einen b-Wert grösser 5 ( $b > 5$ ), welcher beispielsweise bei stark vergilbtem PET Werte von  $b > 20$  erreichen kann. Ein negativer b-Wert beschreibt das Mass der Blaufärbung der Flakes. Virgin-PET hat beispielsweise b-Werte zwischen -3 und 0. Der Blaustich wird über Additive, beispielsweise Kobalt Verbindungen, erzeugt. Beispielsweise wird Virgin-PET auf einen

Blaustich eingestellt, da es bei der Verarbeitung zwangsläufig gelblicher wird und der b-Wert somit steigt. Der a-Wert ist ein Mass für die rot-grün Verfärbung der Flakes. Neben der Vergilbung des Regenerats tritt meist auch eine Grünverfärbung des Regenerats auf, die mit roter Farbe kompensiert wird, und bei der Farbkompensation auch das Regenerat dunkler werden lässt, wenn durch die additive Farbmischung der Grünstich unterdrückt werden soll.

**[0022]** Bei jedem Recycling Prozess, welcher ein Thermoplast durchläuft, sinkt der L-Wert wohingegen der b-Wert steigt. Der a-Wert sinkt tendenziell in vergleichsweise geringem Umfang. Die Flakes werden nicht nur selbst während der Recycling Durchläufe gelblicher, sondern der Gelbstich wird insbesondere durch Verunreinigungen verstärkt, welche während eines Recycling Zyklus die Flakes kontaminieren.

**[0023]** Die im Folgenden angeführten vorteilhaften Ausführungsvarianten der Erfindung führen allein oder in Kombination miteinander zu weiteren Verbesserungen des erfindungsgemässen Verfahrens.

**[0024]** Das erfindungsgemässe Verfahren wird in einer weiteren Ausführungsform nach Durchführung bereits allgemein vorbekannter Verfahren zur Aufbereitung von Flakes durchgeführt. Solche Verfahren sind das Waschen der Flakes, beispielsweise in Laugen oder die Kallsortierung zur Abtrennung von Kontaminationen wie Metallen und anderen Kunststoffen. Bevorzugt erfolgt die erfindungsgemässe Abtrennung der Kontaminationen von den übrigen Flakes vor der Extrusion und Granulation. Das erfindungsgemässe Verfahren ermöglicht eine Erhöhung der Polymerkettenlänge auf das Niveau des ursprünglichen Rohmaterials. Optional ist es möglich, nach dem erfindungsgemässen Verfahren ein SSP-Verfahren durchzuführen, um die Polymerkettenlängen weiter zu erhöhen.

**[0025]** Die Ermittlung der Verfärbung feststofflicher Kontaminationen kann mittels eines oder mehrerer optischer Sensoren erfolgen und die Verfärbung auf Basis des zuvor erläuterten CIELAB-Farbmodels beurteilt werden.

**[0026]** In Versuchen hat sich gezeigt, dass gute Qualitäten von wiederaufbereiteten Flakes erhalten werden, wenn Flakes mit einem Color b Wert grösser 0, vorzugsweise grösser 4 abgetrennt werden, d.h. aus der Menge der für die Wiederaufbereitung vorgesehenen Flakes ausgeschieden werden. Diese Auswahl hat zur Folge, dass man Flakes für die Wiederverwendung erhält, die allenfalls einen geringen Grad an Vergilbung aufweisen.

**[0027]** Für die Herstellung von transparenten bzw. glasklaren Verpackungen gut geeignete aufbereitete Flakes erhält man, wenn Flakes mit einem deutlichen Rotstich, d.h. mit einem Color a Wert kleiner minus 4 abgetrennt werden und/ oder wenn Flakes mit einem deutlichen Grünstich, d.h. eine Color a Wert kleiner 4 abgetrennt werden. Weiter sollten die Flakes einem Color L Wert aufweisen der grösser 50 ist und damit werden erfindungsgemäss Flakes mit einem Color L Wert kleiner 50 abgetrennt.

**[0028]** Erfindungsgemäss kann als Fluid ein Luft-Gasgemisch mit einem Sauerstoffanteil von wenigstens 5% verwendet werden.

**[0029]** Mit dem erfindungsgemässen Verfahren können insbesondere feststoffliche Kontaminationen wie Mischungen von Thermoplasten mit einem Radikalfänger sowie Klebstoffe, PVC und Polystyrol abgetrennt werden. Um die schnelle Vergilbung dieser Kontaminationen sicherzustellen, wird als Fluid ein Luft-Gasgemisch mit einem Sauerstoffanteil von wenigstens 5% eingesetzt und die die Flakes werden mit Temperaturen im Bereich von 160 °C bis 240 °C und vorzugsweise im Bereich von 175° C bis 205° beaufschlagt, wobei der besonders bevorzugte Temperaturbereich bei 185 °C bis 195 °C liegt. Es wird angestrebt, die Temperatur des Fluids während des Verfahrens im Wesentlichen konstant zu halten, wobei eine Schwankung von +/- 15 °C akzeptabel ist um die Temperatur im Reaktionsraum zu regeln. Die Beaufschlagung der Flakes mit dem heissen Fluid kann zwischen 5 Minuten und 10 Stunden dauern.

**[0030]** Erfindungsgemäss werden somit die Prozessbedingungen so gewählt, dass die Kontaminationen während der Durchführung des Verfahrens zur Reaktion und/ oder Ausgasung gezwungen werden und gemeinsam mit dem oxidativen Fluid aus dem Reaktionsraum abgeschieden werden können.

**[0031]** Bevorzugt werden bei dem Verfahren entfeuchtete bzw. getrocknete Flakes mit einer Temperatur von 90 °C bis 2000 °C zugeführt. Um daher eine Neukontamination insbesondere mit Wasserdampf zu verhindern, weist das Fluid, in einer Ausführungsform der Erfindung, bei der Zuführung eine relative Feuchte in der Grössenordnung von 10<sup>-6</sup>% und 10<sup>-2</sup>% auf. Das zugeführte Fluid ist üblicherweise Luft und weist bevorzugt bei der Zuführung einen Taupunkt von -10 °C bis -100 °C auf. Damit können die Flakes, während diese vom Fluid durchströmt werden, auf einen Wassergehalt von unter 50 ppm getrocknet werden.

**[0032]** Insbesondere kontaminierte Flakes und Agglomerate, welche bei der reaktiven Aufbereitung verklebt oder zerbröckelt sind, werden in einer Ausführungsform der Erfindung durch Siebtechnologien, wie beispielsweise mechanische Sortierungsverfahren abgetrennt oder abgeschieden. Ursächlich für die Störung der Rieselfähigkeit der Flakes sind im Regelfall die hohen Temperaturen.

**[0033]** Rührwerke und sonstige Hilfen zur Unterstützung der Rieselfähigkeit können eingesetzt werden, damit die Flakes nicht lokal kleben bleiben oder zu stark verklumpen. Um die Kristallinität des Materials anzuheben und ein gut rieselfähiges Granulat zu erhalten, kann der Temperaturverlauf während des Verfahrens so gewählt werden, dass das Thermoplast zu mehr als 30% und vorzugsweise mehr als 40% kristallisiert. Gleichzeitig werden durch die Kristallisation Kontaminationen ausgetrieben, die im kristallisiertem PET schlecht oder gar nicht löslich sind.

**[0034]** Ein weiterer vorteilhafter Aspekt des erfindungsgemässen Verfahren ist, dass Kontaminationen mit einer Molekularen Masse kleiner als 350 Da (Dalton), die in die Flakes bereits hinein migriert sind, durch erzwungene Reaktionen in Folge der Beaufschlagung mit dem heissen Fluid und der Anwesenheit von Sauerstoff aus den Flakes in das Fluid migrieren und aus diesem leicht abgeschieden werden können.

**[0035]** Das vorliegende erfindungsgemässe Verfahren unterscheidet sich von vorbekannten Verfahren dadurch, dass bewusst «kontaminierende» Reaktionen ausgelöst werden, um Kontaminationen (Vergilbung, Vergrauung, Benzolbildung, Phenolbildung) herzustellen, um diese dann gezielt abzutrennen.

**[0036]** Ein weiterer vorteilhafter Aspekt des erfindungsgemässen Verfahren ist, dass gasförmige Reaktionsprodukte und sonstige Gase, welche während der Durchführung des Verfahrens entstehen oder aus den Flakes migrieren, gemeinsam mit dem oxidativen Fluid aus dem Verfahren abgeschieden und damit dem Prozess entzogen und abgeleitet werden können. Somit ermöglicht das erfindungsgemässe Verfahren auch, dass neben den feststofflichen Kontaminationen auch Reaktionsprodukte und die sonstigen Gase den Flakes entzogen werden können.

**[0037]** Das erfindungsgemässe Verfahren wird bevorzugt mit sortenrein vorsortierten Flakes ausgeführt. Darunter ist zu verstehen, dass beispielsweise nur Flakes einer Kunststoffart im Verfahren behandelt werden. Sind die aufzubereitenden Flakes aus Polyethylenterephthalat (PET), so werden abgesehen von den feststofflichen Kontaminationen und sonstigen Verunreinigungen keine anderen Thermoplaste gemeinsam mit den Flakes aus Polyethylenterephthalat (PET) aufbereitet.

**[0038]** Das erfindungsgemässe Verfahren ist insbesondere für die Aufbereitung von Flakes aus Polyethylenterephthalat (PET) geeignet und kann mit sehr gutem Erfolg auch für andere Thermoplaste wie insbesondere für Polyactide (PLA), Polyethylenfuranoat (PEF), Polypropylen (PPF), High density Polyethylen (HDPE) oder Polypropylen (PP) eingesetzt werden.

**[0039]** Der Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens ist darin zusehen, dass feststoffliche Kontaminationen entfernt werden und andere Kontaminationen haben durch die aufgrund der hohen Temperaturen erzwungenen Abbaureaktionen schon abreagiert. Durch das erfindungsgemäss erzwungene Abreagieren und Abtrennen bei hohen Temperaturen entstehen bei der Weiterverarbeitung der erfindungsgemäss aufbereiteten Thermoplaste kaum oder nur sehr wenige neue Kontaminationen. Dies ist bemerkenswert, weil jede Weiterverarbeitung immer auch eine thermische Belastung für die Thermoplaste bedeutet.

**[0040]** Von besonderem Vorteil ist die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens bei der Aufbereitung von PET für Flaschen, Preforms, Tuben oder sonstige Behälter. Dies ist deshalb der Fall, weil aus PET hergestellte Behälter oftmals zwei Umformungen unter hoher Temperatureinwirkung durchlaufen und damit mehrfachen thermischen Belastungen bei der Weiterverarbeitung ausgesetzt sind.

**[0041]** Untersuchungen der Patentanmelderin haben gezeigt, dass sich Behälter, welche aus PET hergestellt werden, das auf PET Flakes basiert, die mit dem erfindungsgemässen Verfahren behandelt werden, im Bereich der CIELAB-Werte, insbesondere im Bereich des CIELAB b-Wertes um etwa +5 bis +10 Punkt verbessern lassen. Das bedeutet, dass aufzubereitende PET Flakes mit einem b-Wert im Bereich von 0 bis 15 nach der Aufbereitung mit dem erfindungsgemässen Verfahren einen b-Wert von -5 bis 5 aufweisen.

**[0042]** Die Erfindung betrifft auch ein Halbzeug oder Kunststoffverpackung, insbesondere Getränkeflaschen, welche ein Thermoplast, insbesondere Polyethylenterephthalat (PET) enthalten, das mit dem erfindungsgemässen Verfahren aufbereitet worden ist. In einer bevorzugten Ausführungsform weist ein Halbzeug oder eine Kunststoffverpackung mit Polyethylenterephthalat (PET) einen ersten Anteil von maximal 40% Virgin Polyethylenterephthalat (PET), vorzugsweise von maximal 30% PET und besonders bevorzugt maximal 25% PET enthält und einen zweiten Anteil von mindestens 60% Polyethylenterephthalat (PET), vorzugsweise von mindestens 70% PET und besonders bevorzugt mindestens 75% PET welches mit dem erfindungsgemässen Verfahren aufbereitet worden ist.

**[0043]** Mit dem erfindungsgemässen Verfahren behandelte Flakes und damit die daraus hergestellten Halbzeuge und Kunststoffverpackungen enthalten vorzugsweise weniger als 0,3 ppm Benzol, Toluol oder Xylol. Ausserdem ermöglicht das erfindungsgemässe Verfahren die Herstellung von Flakes und damit von Halbzeugen und Kunststoffverpackungen, die weniger als 0,03 ppm Phenole, wie insbesondere Bisphenol A oder Bisphenol S enthält. Somit sind diese Produkte für den Einsatz im Lebensmittelbereich für die Verpackung von Lebensmitteln und Getränken geeignet.

**[0044]** Das erfindungsgemässe Verfahren kann primär in Aufbereitungsanlagen zur Aufbereitung von zur Wiederverwendung vorgesehenen Thermoplast, insbesondere Polyethylenterephthalat (PET) in Form von Flakes, durchgeführt werden, wobei der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens eine Waschorrichtung zum Waschen der Flakes aus Thermoplasten vorgeschaltet und ein anderes Verfahren zur Bildung eines thermoplastischen Granulats nachgeschaltet sein kann. Ausserdem kann eine Vorrichtung zur Durchführung eines Solid State Polymerisationsverfahren (SSP-Verfahren) nachgeschaltet werden.

**[0045]** Genannte optionale Merkmale können in beliebiger Kombination verwirklicht werden, soweit sie sich nicht gegenseitig ausschliessen. Insbesondere dort wo bevorzugte Bereiche angegeben sind, ergeben sich weitere bevorzugte Bereiche aus Kombinationen der in den Bereichen genannten Minima und Maxima.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Aufbereitung von zur Wiederverwendung vorgesehenen Thermoplasten in Form von Flakes, dadurch gekennzeichnet, dass die Flakes in einem ersten Schritt mit einem oxidativen Fluid unter Hitze so lange beaufschlagt werden, bis sich Kontaminationen durch chemische und/ oder physikalische Effekte so verändern, dass diese in einem zweiten Schritt aufgrund dieser Änderung von den übrigen Flakes abgetrennt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaminationen in noch heissem Zustand, d.h. über 90 °C abgetrennt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2; dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaminationen während der Durchführung des Verfahrens durch entsprechende Wahl der Prozessbedingungen zur Reaktion und/ oder Ausgasung gezwungen werden und gemeinsam mit dem oxidativen Fluid aus dem Reaktionsraum abgeschieden werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Beaufschlagung der Flakes mit einem oxidativen Fluid die Flakes gewaschen werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtrennung der Kontaminationen von den übrigen Flakes vor der Extrusion und Granulation erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass feststoffliche Kontaminationen wie kontaminierte Flakes oder Agglomerate anhand ihrer Änderungen identifiziert und danach abgetrennt werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines oder mehrerer optischer Sensoren die Verfärbung der Flakes auf Basis des CIELAB-Farbmodels ermittelt wird und hierbei kontaminierte Flakes identifiziert werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass Flakes mit einem Color b Wert grösser 0, vorzugsweise grösser 4 abgetrennt werden.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 6 bis 8 dadurch gekennzeichnet, dass Flakes mit einem Color a Wert kleiner minus 4 abgetrennt werden.
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass Flakes mit einem Color L Wert kleiner 50 abgetrennt werden.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, dass Agglomerate oder Flakes, welche in Folge der Beaufschlagung mit einem oxidativen Fluid verklebt oder zerbröselt sind durch Siebtechnologien abgeschieden werden.
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid ein Luft-Gasgemisch mit einem Sauerstoffanteil von wenigstens 5% ist.
13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, dass die Flakes mit Temperaturen im Bereich von 160 °C bis 240 °C beaufschlagt werden, wobei der besonders bevorzugte Temperaturbereich bei 185 °C bis 195 °C liegt.
14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid bei der Zuführung zum Verfahren eine relative Feuchte in der Grössenordnung von 106% und 102% aufweist.
15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid bei der Zuführung zum Verfahren einen Taupunkt von -10 °C bis -100 °C aufweist und die Flakes während der Durchströmung auf einen Wassergehalt von unter 50 ppm getrocknet werden.
16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, dass der Temperaturverlauf während des Verfahrens so gewählt wird, dass das Thermoplast zu mehr als 30% kristallisiert und dass durch die Kristallisation niedermolekulare Kontaminationen kleiner 350 Da ausgetrieben werden.
17. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, dass die Flakes in einem Rührwerk verrührt werden, um ein Verklumpen weitestgehend zu verhindern.
18. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, dass Agglomerationen und verklumpte Flakes durch mechanische Sortierungsverfahren abgetrennt werden.
19. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, dass gasförmige Reaktionsprodukte und Gase, welche während der Durchführung des Verfahrens entstehen oder aus den Flakes migrieren gemeinsam mit dem oxidativen Fluid aus dem Reaktionsraum abgeleitet werden.
20. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche; dadurch gekennzeichnet, dass feststoffliche Kontaminationen wie PET Mischungen mit Radikalfängern sowie Klebstoffe, PVC und/ oder Polystyrol abgetrennt werden.
21. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Flakes gewaschen und vorsortiert werden bevor sie der reaktiven Aufbereitung zugeführt werden.

## CH 715 231 A1

22. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zur Wiederaubereitung vorgesehene Thermoplast Polyethylenterephthalat (PET), Polylactide (PLA), Polyethylenfuranoat (PEF), Polypropylenfuranat (PPF), High density Polyethylen (HDPE) oder Polypropylen (PP).
23. Halbzeug oder Kunststoffverpackung insbesondere in Form einer Getränkeflasche überwiegend bestehend aus einem Thermoplast, insbesondere Polyethylen-terephthalat (PET), welche nach einem der vorherigen Ansprüche aufbereitet worden ist.
24. Halbzeug oder Kunststoffverpackung insbesondere in Form einer Getränkeflasche enthaltend Polyethylenterephthalat (PET), dadurch gekennzeichnet, dass das Halbzeug oder die Kunststoffverpackung einen ersten Anteil von maximal 40% Virgin Polyethylenterephthalat (PET) enthält und einen zweiten Anteil von mindestens 60% Polyethylenterephthalat (PET), welches nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22 aufbereitet worden ist.
25. Halbzeug oder Kunststoffverpackung nach einem der Ansprüche 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Thermoplast, insbesondere das Polyethylenterephthalat (PET) weniger als 0,3 ppm Benzol, Toluol oder Xylol enthält.
26. Halbzeug oder Kunststoffverpackung nach einem der Ansprüche 23, 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Thermoplast, insbesondere das Polyethylenterephthalat (PET) weniger als 0,03 ppm Phenole, wie insbesondere Bisphenol A oder Bisphenol S enthält.
27. Aufbereitungsanlage zur Durchführung eines Verfahrens zur Aufbereitung von zur Wiederverwendung vorgesehenen Thermoplast, insbesondere Polyethylen-terephthalat (PET) in Form von Flakes, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage eine Wascheinrichtung zum Waschen der Flakes aus Thermoplasten, eine Vorrichtung zur Bildung von Granulat und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 22 umfasst.

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	
		1040-21376	
Nationales Aktenzeichen		Anmeldedatum	
9552018		06-08-2018	
Anmeldeort		Beanspruchtes Prioritätsdatum	
CH			
Anmelder (Name)			
ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co. KG			
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art		Nummer, die die internationale Recherchierbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeleitet hat	
13-09-2018		SN71962	
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS <small>(treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)</small>			
<small>Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC</small>			
B29B17/00;B29B17/02			
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE			
<small>Recherchierter Mindestprüfstoff</small>			
<small>Klassifikationssystem</small>		<small>Klassifikationssymbole</small>	
IPC		B29B	
<small>Recherchiere, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen</small>			
III. <input type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN <small>(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)</small>			
IV. <input type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG <small>(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)</small>			

Formblatt PCT/ISA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 9552018

<p>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES                  INV. B29B17/00 B29B17/02                  ADD.</p>		
<p>Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK</p>		
<p>B. RECHERSCHIERTE BACHGEBIETE                  Recherchiertes Mindestprüfgebiet (Klassifikationsystem und Klassifikationsymbole)                  B29B</p>		
<p>Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfgebiet gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen</p>		
<p>NSTrom der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)                  EPO-Internal, WPI Data</p>		
<p>C. ALLE WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN</p>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Spalte C benannten Tabelle	Betr. Anspruchs Nr.
X	<p>WO 2012/143692 A2 (BUHLER SORTEX LTD [GB];                  CHRISTEL ANDREAS [CH])                  26. Oktober 2012 (2012-10-26)                  * Figuren 1 bis 4 und der zugehörige Teil                  der Beschreibung; Anspruch 1 *</p>	1-27
X	<p>N N: "Buhler sets new trends in PET                  sorting",                  INTERNET CITATION,                  4. Juli 2008 (2008-07-04), Seiten 1-2,                  XP002681765,                  Gefunden im Internet:                  URL: <a href="http://www.buhlergroup.com/global/en/about-buhler/news/archive/details-buhler-sets-new-trends-in-pet-sorting.htm">http://www.buhlergroup.com/global/en/about-buhler/news/archive/details-buhler-sets-new-trends-in-pet-sorting.htm</a>                  [gefunden am 2012-08-13]                  * das ganze Dokument *</p>	1
<p>-----                  -/-</p>		
<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen</p>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<p>Siehe Anhang Patentfamilie</p>	
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:</p>		
<p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p>		
<p>"B" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p>		
<p>"C" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchiertenbereich genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie angeführt)</p>		
<p>"D" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausübung oder andere Maßnahmen bezieht</p>		
<p>"E" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>		
<p>"F" 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</p>		
<p>"G" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertätiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p>		
<p>"H" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertätiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung betrachtet wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p>		
<p>"I" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<p>Datum des abschließlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art</p>		<p>Dauer des Berichts über die Recherche internationaler Art</p>
<p>29. Oktober 2018</p>		<p>06 -11- 2018</p>
<p>Name und Postenschrift der internationalen Rechercheneinrichtung                  Europäisches Patentamt, P.O. Box 1, 8044 München 2                  NL - 2580 HV Rijswijk                  Tel. (+31 70) 343 2000                  Fax. (+31 70) 343 2030</p>		<p>Bevollmächtigter Beauftragter                  Rüdiger, Patrick</p>

Formular PCT/ISA/201 (2008) 21 (Januar 2004)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche  
CH 9552618

G (Pfeilsetzung) ALS WESENTLICH ANGEHEBENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bez. Anspruch Nr.
X	EP 0 856 537 A2 (ILLINOIS TOOL WORKS [US]) 5. August 1998 (1998-08-05) * Figure 1 and the corresponding part of the description *	1
A	DE 43 33 221 A1 (DEUTSCHES TEXTILFORSCHZENTRUM [DE]) 6. April 1995 (1995-04-06) * Absatz [0067] *	7-10
A	WO 2009/152114 A1 (CONSTAR INT INC [US]; HOCH RICHARD LEONARD [US]; DAUZVARDIS MATTHEW JA) 17. Dezember 2009 (2009-12-17) * Seite 2, Zeile 24 - Zeile 32 *	7-10
A	US 2004/140248 A1 (DAUZVARDIS MATTHEW J [US] ET AL) 22. Juli 2004 (2004-07-22) * das ganze Dokument *	1-27

2

CH 715 231 A1

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 9552018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2012143692	A2	GB 2492942 A	23-01-2013
		WO 2012143692 A2	26-10-2012
EP 0856537	A2	AT 243228 T	15-07-2003
		AU 688652 B2	22-10-1998
		BR 9806508 A	06-07-1999
		CA 2227952 A1	03-08-1998
		CN 1192451 A	09-09-1998
		CZ 9800270 A3	12-08-1998
		DE 69815559 01	24-07-2003
		DE 69815559 T2	13-05-2004
		DK 0856537 T3	06-10-2003
		EP 0856537 A2	05-08-1998
		ES 2201406 T3	16-03-2004
		HU 9800189 A2	28-12-2000
		IL 122969 A	19-06-2005
		JP H10259264 A	29-09-1998
		NO 980445 A	04-08-1998
		PL 324680 A1	17-08-1998
		PT 856537 E	28-11-2003
		RU 2151154 C1	20-06-2000
		SK 11898 A3	13-03-2000
		TR 199600162 A2	21-08-1998
		TW 432086 B	01-05-2001
		US 5886058 A	23-03-1999
DE 4333221	A1	06-04-1995	KEINE
WO 2009152114	A1	17-12-2009	KEINE
US 2004140248	A1	22-07-2004	KEINE

Formblatt PC 1/88/201 (Anhang Patentamt) Januar 2006