



(19)

REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 411 161 B**

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1620/99  
(22) Anmeldetag: 22.09.1999  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.03.2003  
(45) Ausgabetag: 27.10.2003

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B29B 17/00**

(56) Entgegenhaltungen:  
BR 9705948A JP 9123169A

(73) Patentinhaber:  
BACHER HELMUT  
A-4490 ST. FLORIAN, OBERÖSTERREICH (AT).  
SCHULZ HELMUTH  
A-4490 ST. FLORIAN, OBERÖSTERREICH (AT).  
WENDELIN GEORG  
A-4033 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

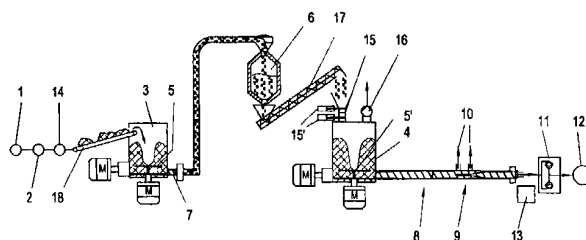
## (54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM RECYCLEN VON PET-GUT

(57) Ein Verfahren zum Recyceln von PET-Gut sieht vor, dass das anfallende PET-Gut durch Bewegung erwärmt und dadurch getrocknet, plastifiziert bzw. aufgeschmolzen und anschließend, gegebenenfalls nach einer Filterung, zu PET-Granulat verarbeitet wird. Das anfallende PET-Gut wird hierbei in zwei Stufen behandelt, wobei in der ersten Stufe das PET-Gut einer Vorbehandlung durch Beaufschlagung mit mechanischer Energie unterworfen und dadurch erwärmt und bei erhöhter Temperatur getrocknet und gleichzeitig kristallisiert wird. Sodann erfolgt in der dem Plastifizieren bzw. Aufschmelzen vorangehenden zweiten Stufe eine Hauptbehandlung des PET-Gutes. Bei dieser Hauptbehandlung wird unter Vakuumbedingungen das PET-Gut nochmals durch Beaufschlagung mit mechanischer Energie getrocknet und weiter kristallisiert. Diese Hauptbehandlung erfolgt bei einer gegenüber der Vorbehandlung erhöhten Temperatur.

Eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens kennzeichnet sich durch zwei Behandlungsstufen, in deren erster für eine Vorbehandlung des anfallenden PET-Gutes eine Vorbehandlungseinrichtung (3) mit mechanischen Behandlungselementen (5) für eine Trocknung und gleichzeitige Kristallisierung des PET-Gutes bei erhöhter Temperatur vorgesehen ist. Dieser ersten Stufe ist eine

zweite Behandlungsstufe mit einer evakuierbaren Hauptbehandlungseinrichtung (4) mit mechanischen Behandlungselementen (5') für eine weitere Trocknung, Kristallisation und Temperaturerhöhung des von der Vorbehandlungseinrichtung (3) zugeführten PET-Gutes nachgeordnet.

FIG. 2

**AT 411 161 B**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Recyclen von PET-Gut gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 bzw. gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 16.

Beim Recyclen von Gegenständen aus Polyethylenterephthalat bzw. von Polyethylenterephthalat-Materialien ist es von Bedeutung, dass das zu recycelnde PET-Gut möglichst trocken ist, um einen hydrolytischen Abbau der Molekülketten durch Wasserstoff bei der Plastifizierung bzw. beim Aufschmelzen zu verhindern. Eine effiziente Trocknung ist aber nur bei höherer Temperatur möglich, bei der die amorphen PET-Teilchen bzw. -stücke zusammenkleben. Aus diesem Grund soll vor einer Trocknung eine Kristallisation des PET-Guts erreicht werden. Eine derartige Kristallisation kann dadurch erzielt werden, dass die Teilchen gleichmäßig bei einer Temperatur bewegt bzw. mechanisch beaufschlagt werden, die niedriger ist als die Trocknungstemperatur, auf jeden Fall auch niedriger ist als die Plastifizierungstemperatur.

Da jedoch die zum Recyclen vorgesehenen PET-Materialien bzw. aus PET bestehenden Gegenstände, insbesondere PET-Flaschen, zumeist verunreinigt sind, ist vor dem eigentlichen Recycling-Vorgang eine Waschung und allenfalls auch eine Zerkleinerung erforderlich. Bei der Zerkleinerung wird häufig das bearbeitete PET-Gut weiter verschmutzt. Es erfolgt daher vorab zumeist eine definierte Zerkleinerung bzw. ein Mahlen, ein Waschen und ein Trocknen. Eine derartige Vortrocknung sollte den Wassergehalt zumindest auf einen Wert von kleiner als 1,5 Gew.-% des einzusetzenden bzw. zu recycelnden PET-Gutes absenken.

Diesen Anforderungen, also Trocknung des zu recycelnden PET-Gutes ohne thermische Schädigung desselben, können die bisher bekannten Verfahren nicht oder nicht völlig genügen. Dies gilt z.B. für ein Verfahren gemäß BR 9 705 948 A, bei welchem Polyethylenterephthalat nass zerkleinert, gewaschen, getrocknet und in trockenem Zustand zerkleinert wird. Ebenso genügt den erwähnten Anforderungen nicht ein bekanntes Verfahren der eingangs geschilderten Art (JP 9 123 169 A), bei welchem aus zerkleinerten Kunststoffflaschen gewonnenes, zu recycelndes PET-Material mit frischem Material (Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid) zusammen gemischt wird. Bei dieser Mischung erfolgt zugleich eine Trocknung durch Reibungswärme infolge Bewegung des Materiales. Sodann wird diese Mischung bei einer Temperatur von 190° bis 220°C plastifiziert ("gelatinised") und extrudiert ("kneaded"). Das so behandelte Material wird dann gekühlt und granuliert. Ein weiterer Nachteil dieses bekannten Verfahrens besteht darin, dass Neuware verwendet werden muss, was naturgemäß die Verfahrenskosten wesentlich erhöht.

Es ist insbesondere Ziel der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art vorzusehen, worin das PET-Gut einer raschen und möglichst energiesparenden Recyclierung zu unterziehen ist, wobei die mit der sich ergebenden Schmelze hergestellte PET-Granulate bzw. daraus hergestellte PET-Gegenstände hohe Viskositätswerte besitzen, insbesondere eine Viskosität aufweisen, die mit den Viskositätswerten des zu recycelnden PET-Gutes vergleichbar sind. Des weiteren soll die erzielte Schmelze bzw. das aus der Schmelze hergestellte PET-Granulat den lebensmitteltechnischen Vorschriften genügen, d.h. es sollen in dem zum Recyclen aufgegebenen PET-Material enthaltene Schadstoffe bzw. Kontaminierungen durch entsprechende Behandlung möglichst weitgehend abgeschieden werden.

Dieses Ziel wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art gemäß dem im Kennzeichen des Anspruches 1 angeführten Merkmalen erreicht. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung der eingangs genannten Art ist durch die im Kennzeichen des Anspruches 16 angeführten Merkmale charakterisiert.

Es erfolgt somit eine zweistufige Behandlung des anfallenden bzw. aufgegebenen PET-Gutes, wobei im Zuge der Vorbehandlung in der Vorbehandlungseinrichtung keine Plastifizierung des PET-Gutes, jedoch eine Kristallisierung und eine gewisse Vorverdichtung bei gleichzeitiger Trocknung erfolgt. Die Vorverdichtung wird bei entsprechender Temperatur durch mechanische Beaufschlagung bzw. Energieeinbringung in das PET-Gut bewirkt. Insbesondere erfolgt die Erhöhung bzw. Einstellung der Temperatur durch die mechanische Beaufschlagung des PET-Gutes bzw. durch Umwandlung der Rotationsenergie zumindest eines Misch- und/oder Zerkleinerungselementes in thermische Energie aufgrund der auftretenden Reibungsverluste.

Im Zuge der Hauptbehandlung in der Hauptbehandlungseinrichtung wird das PET-Gut bei erhöhter Temperatur weiter getrocknet und kristallisiert und unter hohem Vakuum für eine bestimmte mittlere Verweilzeit gehalten; wiederum erfolgt eine mechanische Beaufschlagung bzw. Materialverdichtung und Einbringung von Energie mittels zumindest eines Misch- bzw. Zerkleinerungsle-

menten, das aufgrund seiner Rotation die entsprechende thermische Energie in das PET-Gut einbringt und dieses weiter erwärmt.

Die Hauptbehandlung, die unter Vakuum erfolgt, verringert die Restfeuchte auf einen vorgegebenen bestimmten mittleren Wert und bewirkt auch, dass flüchtige Schadstoffe aus dem PET-Gut abgeschieden werden.

Die Temperatur bei der Hauptbehandlung wird unter der Schmelztemperatur des PET-Gutes gehalten; insbesondere liegt die Temperatur etwa 40 bis 60°C unter der Schmelztemperatur. Es ist jedoch anzustreben, diese Temperatur möglichst hoch anzusetzen.

Erst nach der Hauptbehandlung erfolgt eine Plastifizierung des abgeführten PET-Gutes mittels eines vorzugsweise unmittelbar an die Hauptbehandlungseinrichtung angeschlossenen Extruders. Aufgrund des direkten, vakuumdichten Anschlusses kann das Vakuum in der Hauptbehandlungseinrichtung in den Eingangsbereich des Extruders hineinwirken. Dieser Extruder weist eine Plastifizierungszone auf, an die sich eine Kompressions- und Stauzone anschließt. An diese Stauzone schließt sich eine Entgasungs- bzw. Evakuierungszone an, in welcher mit Vakuum, insbesondere Hochvakuum, flüchtige Substanzen aus der Schmelze abgesaugt werden. Es kann dabei eine ein- oder mehrstufige Entgasung vorgesehen werden; es können auch mehrere Kompressions- und Dekompressionszonen mit unterschiedlichem Vakuum aufeinanderfolgend angeordnet werden. Damit können auch hartnäckige bzw. schwer verdampfbare Kontaminationen ausgedampft werden.

Durch entsprechende Wahl der Temperaturen und der Verweilzeiten in der Vorbehandlung und in der Hauptbehandlung können der Viskositätswert der dem Extruder entnommenen Schmelze und des aus der Schmelze hergestellten PET-Granulates eingestellt werden; durch entsprechend lange Verweilzeiten und entsprechende hohe Temperaturen im Vakuum wird ein positiver Einfluss auf die Viskosität ausgeübt bzw. es erfolgt eine Repolymerisation.

Weitere Kennzeichen und vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind der folgenden Beschreibung, den Patentansprüchen und der Zeichnung zu entnehmen, in welcher Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt sind.

Fig.1 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei der PET-Gut von einer Vorbehandlungseinrichtung direkt der Hauptbehandlungseinrichtung zugeführt wird. Fig.2 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei der das PET-Gut von der Vorbehandlungseinrichtung der Hauptbehandlungseinrichtung über einen Zwischenspeicher zugeführt wird.

Zu recycelndes PET-Gut, insbesondere PET-Materialien und/oder Gegenstände aus PET, kann in einer Zerkleinerungseinheit 1 (Fig. 1) zerkleinert und über eine Wascheinheit 2 einer Einheit 14 zur Vortrocknung zugeführt werden. Allenfalls zu recycelnde gebrauchte PET-Flaschen werden vorteilhafterweise auf eine durchschnittliche Größe von etwa 15 bis 25mm vorgemahlen. Die Restfeuchte dieses gemahlenen, gewaschenen und getrockneten PET-Gutes soll aus verfahrenstechnischen Gründen so gering wie möglich sein und maximal 1,5 Gew.-% betragen.

Zur Vorbehandlung wird das PET-Gut einer Vorbehandlungseinrichtung 3 zur Vortrocknung zugeführt, in der es gegebenenfalls auch zerkleinert werden kann. In der Vorbehandlungseinrichtung 3 erfolgen gleichzeitig mit der Trocknung eine Erwärmung und eine Kristallisation. In der Vorbehandlungseinrichtung 3 ist ein rotierendes Misch- und/oder Zerkleinerungselement 5 angeordnet, das mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 9 bis 15 m/s rotiert. Damit wird gewährleistet, dass die mechanische Motorenergie durch Friktion zwischen den Mischorganen und den PET-Stücken bzw. dem PET-Gut in Wärme umgewandelt wird. Die mittlere Verweilzeit bzw. der Durchsatz des PET-Gutes wird derart eingestellt, dass diese etwa 35 bis 65 min, vorzugsweise 40 bis 60 min, beträgt. Die Temperatur des PET-Gutes wird dabei auf etwa 140 bis 190°C, vorzugsweise 150 bis 160°C, eingestellt. Bei dieser Temperatur verdunstet das Oberflächenwasser sofort und infolge der langen Verweilzeit emigriert auch ein erheblicher Anteil der aufgenommenen Feuchtigkeit und anderer aufgenommenen Kontaminationen. Es ist nicht zwingend erforderlich, jedoch vorteilhaft, wenn auch die Behandlung des PET-Gutes in der Vorbehandlungseinrichtung 3 unter Vakuum erfolgt. Damit könnte die Verweilzeit des PET-Gutes in der Vorbehandlungseinrichtung 3 verringert bzw. deren Volumen entsprechend verkleinert werden. Eine derartige Verfahrensführung ist insbesondere dann berechtigt, wenn das zu behandelnde Material vor Oxydation besonders geschützt werden soll bzw. wenn eine Zerkleinerung in der Vorbehandlungseinrichtung 3 nicht notwendig ist.

Von der Vorbehandlungseinrichtung 3, die insbesondere mit einer Beschickungseinheit 18, z.B.

mit einem Förderband, vorzugsweise kontinuierlich mit PET-Gut beschickt wird, wird das PET-Gut mit einer Fördereinheit 7, insbesondere einer Förderschnecke, abgeführt und kann über einen Zwischenspeicher 6 und über eine weitere Fördereinheit, z.B. Förderschnecke 17, einer Hauptbehandlungseinrichtung 4 zugeführt werden.

5 Die Fördereinheit 7 wird von der Vorbehandlungseinrichtung 3 befüllt und auf einer Temperatur von 140 bis 170°C, insbesondere 150 bis 160°C, gehalten.

In der Hauptbehandlungseinrichtung 4 werden die zum Teil locker zusammengebackenen Stücke des PET-Gutes durch ein rotierendes Misch- und/oder Zerkleinerungselement 5' weitgehend zerschlagen und die Temperatur des Kunststoffgutes wird auf 170 bis 210°C, insbesondere 180 bis 210°C, angehoben. Die Umfangsgeschwindigkeit des Misch- und/oder Zerkleinerungselementes 5' entspricht im wesentlichen etwa der Umfangsgeschwindigkeit des Misch- und/oder Zerkleinerungselementes 5 in der Vorbehandlungseinrichtung 3 und beträgt ebenfalls etwa 9 bis 15 m/s.

Das Volumen des Behälters der Hauptbehandlungseinrichtung 4 ist derart gewählt, dass eine mittlere Verweilzeit für das PET-Gut von 40 bis 90 min, insbesondere 50 bis 90 min, erreicht wird. Der Druck in der Hauptbehandlungseinrichtung 4 wird auf einen Wert von weniger als 20 mbar, vorzugsweise zur Erzielung bester Werte auf weniger als 10 mbar, eingestellt.

Die Befüllung der Hauptbehandlungseinrichtung 4 kann direkt mittels der Schnecke 7 oder mittels einer Schleusenordnung 15 (Fig. 2) erfolgen, die mit zwei gasdichten bzw. vakuumdichten Schiebern 15' arbeitet und somit das PET-Gut chargenweise einbringt. An die Hauptbehandlungseinrichtung 4 ist eine Vakuumpumpe 16 angeschlossen.

An die Hauptbehandlungseinrichtung 4 ist ein Extruder 8 angeschlossen, welcher das von der Hauptbehandlungseinrichtung 4 abgegebene PET-Gut weiterbearbeitet. Im Extruder 8 wird PET-Gut plastifiziert bzw. geschmolzen.

Der Extruder 8 kann zumindest eine Entgasungszone 9 besitzen; an die Entgasungsöffnung im Extrudergehäuse ist eine Vakuumpumpe 10 angeschlossen, um einen Druck von kleiner 10 mbar, insbesondere kleiner 5 mbar, einzustellen. Durch die Anordnung von zumindest einer Entgasungszone und gegebenenfalls Anlegen von Vakuum kann auf die Abscheidung von Feuchtigkeit und/oder anderen Abspaltungsprodukten Einfluss genommen werden.

Es zeigte sich, dass bei Einhaltung der obengenannten Verfahrensparameter ein Viskositätswert des aufgeschmolzenen PET-Gutes bzw. des PET-Granulates erreicht werden konnte der über dem Viskositätswerten des aufgegebenen PET-Gutes lag. Die beim wiederaufgeschmolzenen PET-Gut erreichte Viskosität lag um etwa 5 % höher als beim Ausgangsmaterial. Dieser Viskositätsanstieg konnte insbesondere durch die zweistufige Verfahrensführung sowie durch die entsprechende Einstellung der Temperatur, Verweilzeiten, Vakuumdrucke und Anzahl von Vakuum- bzw. Entgasungszonen, erreicht werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung (Fig. 1, 2) ist der Extruder 8 gasdicht an die Hauptbehandlungseinrichtung 4 angeschlossen und das Vakuum der Hauptbehandlungseinrichtung 4 wirkt in den Extrudereingang.

An den Extruder 8 ist eine Sieb- bzw. Filtrationseinrichtung 11 angeschlossen, von der die durchtretende Schmelze einer Einrichtung 12 zur Herstellung von PET-Granulat zugeführt ist. Zwischen dem Extruder 8 und der Filtrationseinrichtung 11 kann eine Einrichtung 13 für Messung der Viskosität der erhaltenen Schmelze angeordnet sein.

Es zeigte sich, dass außer der Feuchtigkeit auch andere Abspaltungsprodukte durch entsprechende Wahl von Temperatur, Druck, Verweilzeiten und Scherung im Extruder abgeschieden werden konnten.

Vorteilhafterweise erfolgt die Förderung des PET-Gutes von der Vorbehandlungseinrichtung 3 zur Hauptbehandlungseinrichtung 4 unter Luftabschluss, um eine Wiederbefeuchtung des vorge-trockneten PET-Gutes auszuschließen.

Um zu vermeiden, dass das an den Extruder 8, insbesondere in den Entgasungszonen, angelegte Vakuum auf die Hauptbehandlungseinrichtung 4 rückwirkt, ist Vorsorge zu treffen, dass die Kompression im Extruder 8 bzw. die Dichtwirkung des von dem Extruder geförderten Materials derart groß ist, dass eine Rückwirkung des Vakuums auf die Hauptbehandlungseinrichtung 4 ausgeschaltet ist. Gleiches gilt für eine Rückwirkung des Vakuums der Hauptbehandlungseinrichtung 4 auf die Vorbehandlungseinrichtung 3. In diesem Fall kann jedoch durch die Anbringung der Schleuse mit entsprechenden Schleusenschiebern 15' eine Rückwirkung ausgeschlossen werden.

Bei direkter Verbindung der Vorbehandlungseinrichtung 3 mit der Hauptbehandlungseinrichtung 4 ist auf eine vakuumdichte Förderschnecke zu achten.

Vorteilhafterweise hat der Extruder 8 zumindest eine doppelte Entgasungszone.

Bei der Beschickung der Hauptbehandlungseinrichtung 4 wird in der der Hauptbehandlungseinrichtung 4 vorgeschalteten Schleuse das aufzugebene PET-Gut bereits dem Vakuum ausgesetzt, sodass in der Hauptbehandlungseinrichtung 4 kein nennenswerter Druckabfall stattfinden kann. Dies ist von Vorteil, da die Höhe des Vakuums einen direkten Einfluss auf die Abspaltung der Schadstoffe und auf die Viskosität hat.

Durch die Verwendung eines Zwischenspeichers 6 kann eine ungleichmäßige Beschickung der Vorbehandlungseinrichtung 3 toleriert werden.

Das zur Recyclierung eingesetzte Flaschenmahlgut stammt im wesentlichen von vorsortierten und vorgereinigten Flaschen und Gebinden, die auf Stücke mit einer Größe von 15 bis 25 mm zerkleinert wurden.

Die Temperaturerhöhung des aufgegebenen PET-Gutes in der Vorbehandlungseinrichtung 3 und in der Hauptbehandlungseinrichtung 4 erfolgt vorteilhafterweise durch die Energieeinbringung mit den rotierenden Misch- und/oder Zerkleinerungselementen 5, 5'. Die Vorbehandlungseinrichtung 3 und/oder die Hauptbehandlungseinrichtung 4 können auch zusätzlich beheizt werden.

Vorteilhafterweise wird die Hauptbehandlungseinrichtung 4 mit erwärmten PET-Gut beschickt.

Im Zuge der Vorbehandlung kann das PET-Gut auch zerkleinert werden. Entsprechend erfolgt die Anordnung eines Misch- und/oder Zerkleinerungselementes.

Die notwendigen Antriebe für die Misch- und/oder Zerkleinerungselemente 5, 5' bzw. die Fördereinrichtungen 7, 17 bzw. für den Extruder 8 sind nicht dargestellt bzw. mit M bezeichnet.

#### PATENTANSPRÜCHE:

25

1. Verfahren zum Recyclen von PET-Gut, bei dem das anfallende PET-Gut durch Bewegung erwärmt und dadurch getrocknet, plastifiziert bzw. aufgeschmolzen und anschließend, gegebenenfalls nach einer Filterung, zu PET-Granulat verarbeitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass das anfallende PET-Gut in zwei Stufen behandelt wird, wobei in der ersten Stufe das PET-Gut einer Vorbehandlung durch Beaufschlagung mit mechanischer Energie unterworfen und dadurch erwärmt und bei erhöhter Temperatur getrocknet und gleichzeitig kristallisiert wird, und dass sodann in der dem Plastifizieren bzw. Aufschmelzen vorangehenden zweiten Stufe eine Hauptbehandlung des PET-Gutes erfolgt, bei welcher unter Vakuumbedingungen das PET-Gut nochmals durch Beaufschlagung mit mechanischer Energie getrocknet und weiter kristallisiert wird, wobei diese Hauptbehandlung bei einer gegenüber der Vorbehandlung erhöhten Temperatur erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das anfallende PET-Gut vor der Vorbehandlung einer Vorzerkleinerung und/oder Waschung und/oder Vortrocknung unterworfen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auch die Temperatur der Hauptbehandlung unter der Plastifizierungstemperatur des PET-Gutes gehalten wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die, vorzugsweise unter Umgebungsdruck erfolgende, Vorbehandlung von PET-Stücken und/oder PET-Flaschenmahlgut in einen Temperaturbereich von 140 bis 190°C, vorzugsweise von 150 bis 160°C, unter gleichzeitiger mechanischer Behandlung bzw. einer Erwärmung bewirkender Energiebeaufschlagung mittels zumindest eines Misch- und/oder Zerkleinerungselementes erfolgt, wobei die mittlere Verweilzeit des PET-Gutes bzw. die Zeitdauer der Vorbehandlung 35 bis 65 min, vorzugsweise 40 bis 60 min, beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die, vorzugsweise unter Umgebungsdruck erfolgende, Vorbehandlung von PET-Folien und/oder PET-Fasern und/oder PET-Flocken in einem Temperaturbereich von 170 bis 200° C, vorzugsweise 180 bis 200°C, unter gleichzeitiger mechanischer Behandlung bzw. einer Erwärmung bewirkender Energiebeaufschlagung mittels zumindest eines Misch- und/oder Zerkleinerungselementes erfolgt, wobei die mittlere Verweilzeit des PET-Gutes bzw. die

55

Zeitdauer der Vorbehandlung 10 bis 30 min, vorzugsweise 10 bis 15 min, beträgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das PET-Gut in kontinuierlichem Strom der Vorbehandlung unterzogen wird.
- 5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das vorbehandelte PET-Gut zwischen der Vorbehandlung und der Hauptbehandlung einer Zwischenspeicherung unterzogen wird, deren Dauer 80 bis 120% der Zeitdauer der Vorbehandlung entspricht, und dass das vorbehandelte PET-Gut während der Zwischenspeicherung und/oder während der Zuführung zur Hauptbehandlung auf einer möglichst gleichmäßigen Temperatur, insbesondere von 130 bis 190°C, vorzugsweise von 150 bis 170°C, gehalten wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei der unter Vakuum, insbesondere bei einem Druck von weniger als 20 mbar, vorzugsweise weniger als 10 mbar, erfolgenden Hauptbehandlung die vorbehandelten PET-Stücke und/oder das Flaschenmahlgut bei einer Temperatur von 170 bis 210°C, vorzugsweise 180 bis 200°C, mechanisch behandelt bzw. einer Erwärmung bewirkenden Energiebeaufschlagung mit zumindest einem, vorzugsweise rotierenden, Misch- und/oder Zerkleinerungselement unterzogen werden, wobei die mittlere Verweilzeit des PET-Gutes bzw. die Zeitdauer der Hauptbehandlung 40 bis 100 min, insbesondere 50 bis 90 min, beträgt.
- 15 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptbehandlung bei einem Druck von weniger als 20 mbar, vorzugsweise weniger als 10 mbar, durchgeführt wird.
- 20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei der unter Vakuum erfolgenden Hauptbehandlung die vorbehandelten PET-Folien und/oder PET-Fasern bei einer Temperatur von 160 bis 210°C, vorzugsweise von 170 bis 205°C, behandelt bzw. einer mechanischen Erwärmung bewirkenden Energiebeaufschlagung mit zumindest einem Misch- und/oder Zerkleinerungselement unterzogen werden, wobei die mittlere Verweilzeit des PET-Gutes bzw. die Zeitdauer der Hauptbehandlung 5 bis 25 min, insbesondere 10 bis 15 min, beträgt.
- 25 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptbehandlung bei einem Druck von weniger als 150 mbar, vorzugsweise weniger als 50 mbar, durchgeführt wird.
- 30 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein rotierendes Misch- und/oder Zerkleinerungselement eingesetzt wird.
- 35 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das PET-Gut vor der Vorbehandlung auf Abmessungen von 15 bis 25 mm zerkleinert wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das anfallende PET-Gut vor der Vorbehandlung vorzerkleinert und/oder gewaschen und/oder vorge trocknet wird.
- 40 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das PET-Gut von der Hauptbehandlungseinrichtung (4) dem Extruder (8) unter Vakuumbedingungen aufgegeben wird bzw. das in der Hauptbehandlungseinrichtung (4) herrschenden Vakuum in den Eingangsbereich des Extruders (8) hineinwirkt.
- 45 16. Vorrichtung zum Recyclen von PET-Gut, bei der das anfallende PET-Gut getrocknet, kristallisiert und plastifiziert bzw. aufgeschmolzen wird, und die Schmelze, gegebenenfalls nach einer Filtrierung, zu PET-Granulat verarbeitet wird, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch zwei Behandlungsstufen, in denen erster für eine Vorbehandlung des anfallenden PET-Gutes eine Vorbehandlungseinrichtung (3) mit mechanischen Behandlungselementen (5) für eine Trocknung und gleichzeitige Kristallisierung des PET-Gutes bei erhöhter Temperatur vorgesehen ist, wobei dieser ersten Stufe eine zweite Behandlungsstufe mit einer evakuierbaren Hauptbehandlungseinrichtung (4) mit mechanischen Behandlungselementen (5') für eine weitere Trocknung, Kristallisation und Temperaturerhöhung des von der Vorbehandlungseinrichtung (3) zugeführten PET-Gutes nachgeordnet ist.
- 50 17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorbehandlungseinrichtung (3) auch eine Zerkleinerung des PET-Gutes durchführt.
- 55

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl in der Vorbehandlungseinrichtung (3) als auch in der Hauptbehandlungseinrichtung (4) jeweils zumindest ein rotierendes Misch- und/oder Zerkleinerungselement (5,5') angeordnet ist, welches das PET-Gut mechanisch behandelt und erwärmt.
- 5 19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass für die Zerkleinerung insbesondere von PET-Stücken und/oder Flaschenmahlgut zumindest ein Misch- und Zerkleinerungselement (5, 5') in der Vorbehandlungseinrichtung (3) mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 9 bis 15 m/s und in der Hauptbehandlungseinrichtung (4) mit einer Umfangsgeschwindigkeit von ebenfalls 9 bis 15 m/s rotiert.
- 10 20. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass für die Zerkleinerung insbesondere von PET-Folien und/oder PET-Fasern und/oder PET-Flocken zumindest ein Misch- und Zerkleinerungselement (5, 5') sowohl in der Vorbehandlungseinrichtung (3) als auch in der Hauptbehandlungseinrichtung (4) jeweils mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 15 bis 35 m/s, insbesondere von 20 bis 30 m/s, rotiert.
- 15 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Vorbehandlungseinrichtung (3) und Hauptbehandlungseinrichtung (4) ein Zwischenspeicher (6) eingeschaltet ist, dessen Volumen 100 bis 200% des Volumens der Vorbehandlungseinrichtung (3) beträgt.
- 20 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Vorbehandlungseinrichtung (3) und dem Zwischenspeicher (6) und zwischen dem Zwischenspeicher (6) und der Hauptbehandlungseinrichtung (4) jeweils eine thermisch isolierte und/oder beheizte Fördereinheit (7), vorzugsweise eine Förderschnecke oder ein Extruder, angeordnet ist.
- 25 23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Volumen der Hauptbehandlungseinrichtung (4) 80 bis 200%, insbesondere 100 bis 180%, des Volumens der Vorbehandlungseinrichtung (3) beträgt.
- 30 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass an die Hauptbehandlungseinrichtung (4) ein Extruder (8) angeschlossen ist, in dem das der Hauptbehandlungseinrichtung (4) entnommene PET-Gut auf eine Temperatur von 260 bis 275°C erwärmt und plastifiziert bzw. aufgeschmolzen wird.
- 35 25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Extruder (8) gas- bzw. vakuumdicht an die Hauptbehandlungseinrichtung (4) angeschlossen ist und der Eingangsbereich des Extruders (8) druckmäßig mit dem Innenraum der Hauptbehandlungseinrichtung (4) kommuniziert bzw. der Druck in der Hauptbehandlungseinrichtung (4) dem Druck im Eingangsbereich des Extruders (8) entspricht.
- 40 26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Extruder (8) zumindest eine Entgasungszone (9) aufweist, an die eine Vakuumpumpe (10) angeschlossen ist, mit der in der Entgasungszone (9) ein Druck kleiner 40 mbar, insbesondere kleiner 10 mbar, einstellbar ist.
- 45 27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass an den Extruder (8) eine Filtrationseinrichtung (11) für PET-Schmelze und an diese Einrichtung (11) gegebenenfalls eine Einrichtung (12) zur Erzeugung von Fertig- oder Halbfertigfabrikaten, z.B. PET-Granulat, angeschlossen ist.
- 50 28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Extruder (8) und der Filtrationseinrichtung (11) eine Messeinrichtung (13) zur Feststellung der Viskosität der Schmelze angeordnet ist.
- 55 29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck in der Hauptbehandlungseinrichtung (4) auf kleiner 150 mbar, vorzugsweise kleiner 20 mbar, einstellbar ist.
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass eine zusätzliche Heizung für die Vorbehandlungseinrichtung (3) und/oder die Hauptbehandlungseinrichtung (4) vorgesehen ist.

**AT 411 161 B**

**HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN**

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

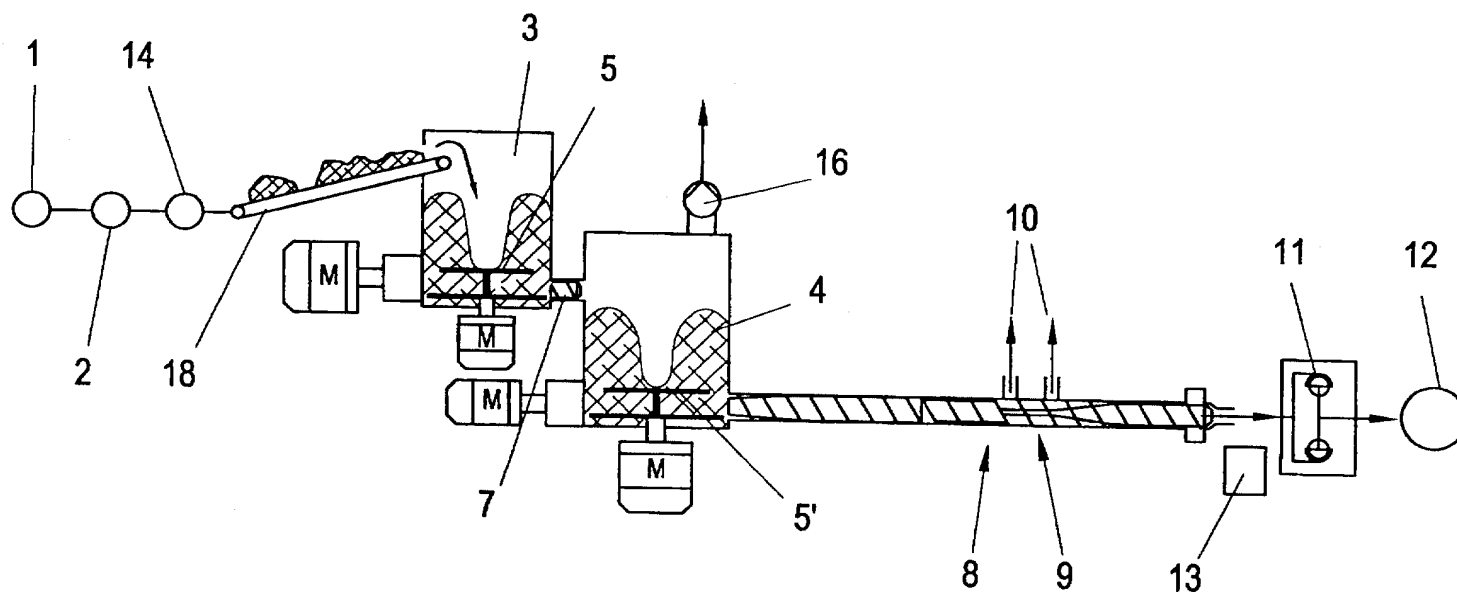


FIG. 2

