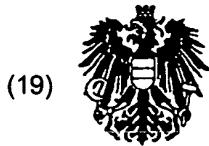


**AT 411 682 B**



(19)

**REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt**

(10) Nummer:

**AT 411 682 B**

(12)

# **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: A 858/2002  
(22) Anmeldetag: 05.06.2002  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.09.2003  
(45) Ausgabetag: 26.04.2004

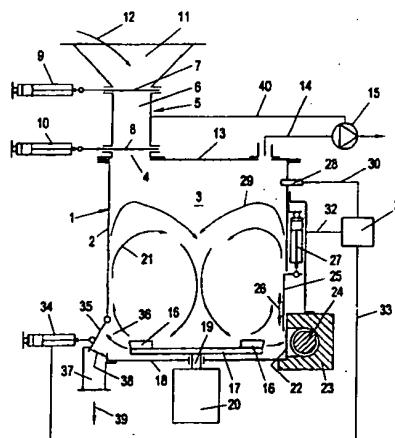
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **C08J 11/06**  
C08J 11/04, B29B 17/02

(73) Patentinhaber:  
**BACHER HELMUT**  
A-4490 ST. FLORIAN, OBERÖSTERREICH  
(AT).  
**SCHULZ HELMUTH**  
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).  
**WENDELIN GEORG**  
A-4033 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

## **(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON RECYCLETEM KUNSTSTOFFGUT UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS**

**(57)** Zur Herstellung von recyceltem Kunststoffgut, das von toxischen Verunreinigungen frei ist, wird das Gut in einem Behandlungsraum erwärmt und gegebenenfalls verdichtet und/oder kristallisiert, wodurch vorhandene Verunreinigungen flüchtige Substanzen freigegeben. Dies wird durch einen auf diese Substanzen empfindlichen Sensor angezeigt, der das Gut im Behandlungsraum und/oder in einem daran angeschlossenen Gasabzug kontinuierlich überwacht. Werden Verunreinigungen festgestellt, veranlasst der Sensor eine Abzweigung verunreinigten Gutes vom Behandlungsraum durchlaufenden Materialstrom.

Eine Vorrichtung hierfür hat für die Behandlung des Kunststoffgutes ein Gehäuse (2), in welchem zumindest ein zur Drehung angetriebenes Bearbeitungsorgan (16) vorgesehen ist. Ein auf flüchtige Substanzen, die von den toxischen Verunreinigungen im Behandlungsraum (3) abgegeben werden, empfindlicher Sensor (28) führt die vom Gut freigegebenen Gase im Behandlungsraum (3) bzw. in einem Gasabzug ab. Werden im bearbeiteten Material toxische Verunreinigungen festgestellt, wird eine zusätzlich zu einer Auslassöffnung (22) vorhandene Abfuhröffnung (36) für toxische Verunreinigungen aufweisendes Gut freigegeben.



**FIG. 1**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von recyceltem Kunststoffgut, insbesondere recyceltem PET-Gut, das von toxischen Verunreinigungen zumindest im Wesentlichen frei ist, wobei das gesamte Kunststoffgut in zumindest einem Behandlungsraum, z.B. einem Schneidverdichter, durch zumindest ein umlaufendes Bearbeitungsorgan einer eine Erwärmung und gegebenenfalls Verdichtung und/oder Kristallisierung des Gutes hervorruftenden Bearbeitung unterworfen wird, bei der bei Vorhandensein von Verunreinigungen von diesen flüchtige Substanzen freigegeben werden, deren Vorhandensein durch zumindest einen auf diese Substanzen empfindlichen Sensor angezeigt wird.

Weiters bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

Die zunehmende Wiederverwertung recycelter Kunststoffe hat auch dazu geführt, Recyclingware auf dem Gebiet der Lebensmittelverpackungen einzusetzen. Wo jedoch ein direkter Kontakt des recycelten Kunststoffes mit dem Lebensmittel gegeben ist, muss gewährleistet sein, dass keine unerwünschten Kontaminationen aus dem Verpackungsmittel, das aus dem recycelten Kunststoff hergestellt wurde, in das Lebensmittel gelangen. Daher sind bereits zahlreiche Verfahren entwickelt worden, um gebrauchte und daher verschmutzte und häufig mit im Bezug auf Lebensmittel toxischen Verunreinigungen versehene Kunststoffware so zu recyceln, dass das erhaltene recycelte Kunststoffgut wieder auf dem Gebiet der Lebensmittelverpackung problemfrei eingesetzt werden kann. Hierzu sind zunächst chemische Verfahren bekannt. So wurde vorgeschlagen, Gebrauchtkunststoffe einer Pyrolyse zu unterwerfen, wobei der Kunststoff unter Ausschluss von Luftsauerstoff aufgeschlossen wird. Ein anderes chemisches Recyclingverfahren ist durch die Hydrierung von Kunststoffen gegeben, wobei eine chemische Umsetzung mit Wasserstoff bei erhöhtem Druck und bei erhöhte Temperatur erfolgt. Diese chemischen Verfahren haben zwar den Vorteil, dass die erhaltene Kunststoffware weitgehend frei von toxischen Anteilen ist, jedoch stehen der wirtschaftlichen Anwendung energetische Überlegungen und der anlagenspezifische Aufwand entgegen.

Im Wesentlichen physikalische Verfahren arbeiten mit wesentlich niedrigeren Temperaturen, sodass die Struktur (insbesondere die Molekülkettenlänge) des recycelten Kunststoffes im Wesentlichen erhalten bleibt. Ein hierfür geeignetes Verfahren (WO01/21372) besteht darin, das zu recycelnde PET-Gut zunächst im Zuge einer Vorbehandlung zu erwärmen und bei erhöhte Temperatur zu trocknen und gleichzeitig zu kristallisieren. Sodann wird dieses Gut in einer dem Plastifizieren bzw. Aufschmelzen vorangehenden Hauptbehandlung unter Vakuumbedingungen einer nochmaligen Trocknung und Kristallisierung bei einer gegenüber der Vorbehandlung erhöhte Temperatur ausgesetzt. Eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtung ist aus AT 407235 B bekannt. Dieses Verfahren bzw. diese Vorrichtung arbeiten bei sachgemäßer Handhabung zufriedenstellend. Bei unsachgemäßer Anwendung des Verfahrens bzw. der Vorrichtung besteht jedoch die Gefahr, dass unerwünschte toxische Reststoffe in Regeneratoren enthalten sind, sodass diese Regeneratoren somit nicht lebensmittelecht sind. Um sicher zu gehen, dass eine Charge frei von toxischen Anteilen ist, muss somit jede Charge einer aufwändigen und zeitraubenden Kontrolle unterworfen werden. Für eine solche Kontrolle sind sogenannte "Challenge-Tests" bekannt (Verpackungs-Rundschau 1/98, Seite 37), welche auf künstlicher Kontamination basieren. Verwendet werden zumeist Modellkontaminanten, die entweder im Haushalt oder in Automobil-Chemikalien vorkommen oder analytisch einfach nachzuweisen sind. Auch hier ist der Aufwand beträchtlich und das Ergebnis nicht völlig verlässlich.

Es ist auch bekannt (US 5733783 A), zu recycelnde Kunststoffflaschen vor oder zwischen den einzelnen Bearbeitungsschritten (Zerkleinerung, Waschung, usw.) jeweils mit Luft zu besprühen und dadurch von der untersuchten Kunststoffware einen Luftrückstrom zu verursachen, welcher Spuren der in der Ware enthaltenen Verunreinigungen enthält, was durch Sensoren festgestellt werden kann. Auch hier ist der Aufwand beträchtlich, und es setzt das Verfahren voraus, dass die untersuchten Kunststoffflaschen in geeigneter Weise mit der Luft besprührt werden.

Ein ähnliches Verfahren ist aus AT E 204429 T1 bekannt.

Schließlich wurde ein Verfahren der eingangs geschilderten Art vorgeschlagen, bei welchem PET (Polyäthylenerephthalat) mittels mehrerer chemischer Sensoren untersucht wird, die unterschiedlich empfindlich auf flüchtige Substanzen sind, welche bei der Verarbeitung des Kunststoffmaterials in einem Schneidverdichter entstehen. Dieses Verfahren lässt zwar keine spezifische

Erkennung der Verunreinigungen nach ihrer Art zu, genügt aber in der Praxis, das es in der Recyclingwareherstellung zumeist lediglich darauf ankommt, festzustellen, ob das verarbeitete Kunststoffgut für den Direktkontakt mit Lebensmitteln geeignet ist oder nicht.

Die Erfindung setzt sich zur Aufgabe, ein Verfahren der eingangs geschilderten Art so zu verbessern, dass mit vergleichsweise geringem Anlagenaufwand unter Verwendung handelsüblicher Anlagenteile eine einwandfreie Beurteilung des zu recycelnden Kunststoffgutes dahingehend möglich ist, ob das behandelte Kunststoffgut für den Direktkontakt mit Lebensmitteln geeignet ist oder nicht. Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass der Sensor das in den Behandlungsraum eingebrachte Gut im Behandlungsraum und/oder einem daran angeschlossenen Gasabzug kontinuierlich auf vorhandene Verunreinigungen überwacht und bei im Behandlungsraum und/oder im Gasabzug festgestellten Verunreinigungen eine Abzweigung verunreinigten Gutes vom den Behandlungsraum durchlaufenden Materialstrom veranlasst. Der Sensor veranlasst also gleichsam eine Weichenstellung für den vom verarbeiteten Kunststoffgut gebildeten Materialstrom. Stellt der Sensor bzw. stellen die Sensoren keine toxischen Verunreinigungen im verarbeiteten Gut fest, dann durchläuft dieses Gut den üblichen Weg, also etwa aus dem Schneidverdichter in einen Extruder oder einen ähnlichen Weg. Stellt jedoch zumindest ein Sensor toxische Verunreinigungen im verarbeiteten Kunststoffgut, insbesondere PET, fest, dann veranlasst dieser Sensor, dass das verarbeitete Kunststoffgut einen anderen Weg aus dem Behandlungsraum bzw. aus einem daran gegebenenfalls eingeschlossenen weiteren Raum, z.B. eine, weiteren Bearbeitungsraum nimmt. Die toxicisch verunreinigten Gutmengen verlassen somit den Recyclingkreislauf in der Art eines Bypasses.

Vorteilhaft ist beim erfindungsgemäßen Verfahren auch, dass die Untersuchung auf toxische Verunreinigungen zugleich erfolgt mit den für die Erzeugung recycelter Waren üblichen Verfahrensschritten, z.B. Zerkleinerung und/oder Plastifizierung, was eine Ersparnis an Zeit und anlagenmäßigem Aufwand bedeutet. So kann gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens das Gut in einem unter Vakuum stehenden Behandlungsraum und/oder im Gasabzug durch zumindest ein umlaufendes Bearbeitungsorgan bearbeitet und dabei erwärmt und gegebenenfalls verdichtet und/oder kristallisiert werden, wobei die Atmosphäre im Behandlungsraum durch zumindest einen Sensor auf von toxischen Verunreinigungen herrührenden Substanzen überwacht wird, welcher Sensor je nach dem von ihm festgestellten Verunreinigungsgrad entweder eine Abzugsöffnung für verunreinigtes Gut oder eine Abzugsöffnung für von Verunreinigungen im Wesentlichen freies Gut freigibt. Hierbei kann das Gut in einem den Behandlungsraum bildenden Behälter durch um zumindest eine vertikale Achse umlaufende Werkzeuge gemischt und gegebenenfalls zerkleinert und dabei erwärmt und gegebenenfalls verdichtet und/oder kristallisiert werden. Alternativ hierzu ist es im Rahmen der Erfindung möglich, das Gut in einem den Behandlungsraum bildenden Schneckengehäuse, z.B. eines Extruders, durch eine darin drehende Schnecke zu plastifizieren, wobei der Sensor vom Schneckengehäuse in den Gasabzug abgeleitet, vom Gut freigegebene Gase überwacht. Beide Varianten ermöglichen die Verwendung in der Recyclingtechnologie üblicher Anlagenteile.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geht aus von einer Bauweise mit zumindest einem Behandlungsraum für die Erwärmung bzw. Verdichtung und/oder Kristallisierung des Kunststoffgutes, der zumindest eine Auslassöffnung für das bearbeitete Gut hat, für dessen Bearbeitung in einem den Behandlungsraum umgebenden Gehäuse zumindest ein zur Drehung durch einen Motor angetriebenes Bearbeitungsorgan vorgesehen ist, wobei zumindest ein auf flüchtige Substanzen, die von den toxischen Verunreinigungen im Behandlungsraum abgegeben werden, empfindlicher Sensor vorhanden ist. Ausgehend hiervon besteht die Erfindung darin, dass der Behandlungsraum oder ein daran angeschlossener weiterer Bearbeitungsraum zusätzlich zur Auslassöffnung für von Verunreinigungen im Wesentlichen freies Gut zumindest eine Abfuhröffnung für toxische Verunreinigungen aufweisendes bearbeitetes Gut aufweist, und dass zumindest ein vom Gut freigegebenen Gase im Behandlungsraum bzw. in einem daran angeschlossenen Gasabzug abführender Sensor an eine Umsteuerungseinrichtung angeschlossen ist, die in Abhängigkeit von im bearbeiteten Material vom Sensor abgeföhnten toxischen Verunreinigungen entweder die Auslassöffnung(en) oder die Abfuhröffnung(en) freigibt. Während somit bei den bisher bekannten Behandlungsräumen (Shredder) lediglich eine einzige Auslassöffnung vorhanden war, durch welche das behandelte Gut den Behandlungsraum verlässt,

ist bei der erfindungsgemäßen Bauweise zusätzlich zu dieser Auslassöffnung noch eine weitere Öffnung vorhanden. Die beiden Öffnungen werden wechselweise geöffnet bzw. verschlossen, in Abhängigkeit davon, ob der Sensor im Behandlungsraum freigegebene toxische Verunreinigungen feststellt oder nicht. Gemäß einer besonders günstigen Weiterbildung der Erfindung ist der Behandlungsraum von einem Behälter gebildet, in welchem umlaufende Werkzeuge für die Bearbeitung des Gutes angeordnet sind, wobei für die Auslassöffnung(en) und für die Abfuhröffnung(en) jeweils ein von der Umsteuereinrichtung betätigtes Verschlussorgan, z.B. ein Schieber oder eine schwenkbare Klappe, vorgesehen ist. Wenn dieser Behälter evakuierbar ist, um das zu verarbeitende Kunststoffgut unter Vakuum zu bearbeiten, wie dies für PET in der Regel der Fall ist, dann ist der Behälter evakuierbar und das Verschlussorgan für die Abfuhröffnung vakuumdicht, um das Vakuum im Behälter nicht zu stören.

Eine Alternative zur zuvor beschriebenen Vorrichtung besteht im Rahmen der Erfindung darin, dass der Behandlungsraum vom Gehäuse einer Schnecke, z.B. eines Extruders, gebildet ist, an das gegebenenfalls der Bearbeitungsraum einer Granulierzvorrichtung angeschlossen ist, wobei das Gehäuse der Schnecke zumindest eine mit dem Gasabzug verbundene Öffnung für vom von der Schnecke bearbeiteten Gut freigegebene Gase aufweist, an welchen Gasabzug zumindest ein Sensor angeschlossen ist, wobei die Umsteuereinrichtung eine am Förderende der Schnecke oder an der Granulierzvorrichtung angeordnete Weiche steuert, welche den Weg des von der Schnecke geförderten Materials entweder in die Auslassöffnung oder in die Abfuhröffnung freigibt.

Für beide beschriebenen Varianten gilt, dass die Verschlussorgane und/oder die Weiche zweckmäßig motorisch bewegt sind, z.B. von hydraulischen oder pneumatisch betätigten Zylindern oder von Solenoiden. Ebenso können bei beiden beschriebenen Varianten die Sensoren gaschromatografischer Bauweise sein.

Die beiden beschriebenen Konstruktionsvarianten können natürlich auch in Kombination Anwendung finden, was eine besonders verlässliche und vielseitige Überwachung auf toxische Verunreinigungen ergibt.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch dargestellt. Fig. 1 zeigt im Vertikalschnitt eine Vorrichtung, bei welcher von den Verunreinigungen entwickelte flüchtige Substanzen im Innenraum eines Schneidverdichters überwacht werden. Fig. 2 zeigt im Horizontalschnitt eine Vorrichtung, bei welcher die Überwachung solcher vom verarbeiteten Gut freigegebener Gase an der Schnecke eines Extruders erfolgt, an den eine Granulierzvorrichtung angeschlossen ist.

Die Vorrichtung nach Fig. 1 hat einen Behälter 1 für die Behandlung des Kunststoffgutes, der ein Gehäuse 2 bildet, das einen Behandlungsraum 3 umschließt. Diesem Behandlungsraum 3 wird das zu verarbeitende Kunststoffmaterial, zumeist gebildet von Flaschen, Flaschenformlingen, Folien, Flakes, Fasern usw., insbesondere aus PET, durch eine Einbringeöffnung 4 von oben zugeführt, zumeist bereits vorzerkleinert. An diese Einbringeöffnung 4 ist eine Schleuse 5 angeschlossen, deren Schleusenraum 6 von zwei Schiebern 7, 8 begrenzt wird, welche durch doppelt-wirkende Zylinder 9 bzw. 10 betätigbar sind. An die Schleuse 5 ist oben ein Einfülltrichter 11 angeschlossen, in welchen das zu verarbeitende Material in Richtung des Pfeiles 12 eingebracht wird, z.B. mittels eines Förderbandes.

Der Behandlungsraum 3 ist evakuierbar, wofür an den Deckel 13 des Gehäuses 2 eine Evakuierungsleitung 14 mit einer Pumpe 15 angeschlossen ist. Im Behandlungsraum 3 laufen Bearbeitungsorgane 16 um eine vertikale Achse um. Hiezu sind die Bearbeitungsorgane 16 auf einem scheibenförmigen Werkzeugträger 17 montiert, der mittels einer den Boden 18 des Gehäuses 2 dicht durchsetzenden Welle 19 von einem Motor 20 angetrieben wird. Die Bearbeitungsorgane 16 erteilen dem im Behandlungsraum 3 befindlichen Gut eine Bewegung in Form einer Mischstrombe 21, so dass das vom Werkzeugträger 17 abgeschleuderte Gut an der Seitenwand des Gehäuses 2 hochsteigt und nach Erreichen eines Kulminationspunktes wieder in das Zentrum des Behälters 1 zurückfällt.

Annähernd auf der Höhe der im Behälter 1 umlaufenden Bearbeitungsorgane 16 ist in der Seitenwand des Gehäuses 2 eine Auslassöffnung 22 vorgesehen, die zum Innenraum eines Schneckengehäuses 23 führt, in welchem eine Schnecke 24, z.B. eines Extruders, gelagert ist, die das ihr durch die Auslassöffnung 22 zugeführte Material abtransportiert. Die Auslassöffnung 22 ist durch einen Schieber 25 verschließbar, der in Richtung des Doppelpfeiles 26 bewegbar ist und

hiezu an der Kolbenstange eines Zylinders 27 befestigt ist.

In die Seitenwand des Gehäuses 2 ist zumindest ein Sensor 28 eingebaut. Dieser Sensor 28 ist auf flüchtige, von toxischen Verunreinigungen des bearbeiteten Materials im Behandlungsraum 3 abgegebene Substanzen empfindlich. Hiezu ragt der Sensor 28 in den Behandlungsraum 3 hinein, zweckmäßig auf einer Höhe, die höher liegt als der Kulminationspunkt 29 der Mischtrombe 21, damit der Sensor 28 vom umlaufenden Material nicht abgenutzt bzw. beschädigt wird. Es können mehrere Sensoren 28, auch unterschiedlicher Bauart bzw. mit unterschiedlicher Empfindlichkeit betreffend unterschiedliche Verunreinigungssubstanzen, für den Behandlungsraum 3 vorgesehen sein, zweckmäßig um den Umfang des Behälters 1 verteilt. Jeder Sensor 28 ist über eine Leitung 30 an eine Umsteuerseinrichtung 31 angeschlossen, die den Zylinder 27 ansteuert, andererseits über eine Leitung 33 an einen weiteren doppeltwirkenden Zylinder 34, dessen Kolbenstange mit einer schwenkbaren Klappe 35 verbunden ist, welche einer Abfuhröffnung 36 zugeordnet ist und diese Öffnung vakuumdicht verschließen kann. An die Abfuhröffnung 36 ist ein Stutzen 37 angeschlossen.

Die Umsteuerseinrichtung 31 betätigt die beiden Zylinder 27, 34 derart, dass entweder der Schieber 25 die Auslassöffnung 22 verschließt und die in Richtung des Doppelpfeiles 38 schwenbare Klappe 35 die Abfuhröffnung 36 öffnet, oder der Schieber 25 die Auslassöffnung 22 freigibt und die Klappe 35 die Abfuhröffnung 36 dicht verschließt. Diese Steuerung erfolgt in Abhängigkeit davon, ob der Sensor 28 im Behandlungsraum 3 vom jeweils verarbeiteten Gut herührende toxische Verunreinigungen feststellt oder nicht. Werden solche Verunreinigungen festgestellt, so erfolgt die Ableitung des verarbeiteten Gutes aus dem Behandlungsraum 3 durch die Abfuhröffnung 36 in den Stutzen 37. Wenn keine toxischen Verunreinigungen im jeweils verarbeiteten Gut festgestellt werden, dann erfolgt die Ableitung des verarbeiteten Gutes aus dem Behandlungsraum 3 durch die Auslassöffnung 22 in das Schneckengehäuse 23. Aus dem Stutzen 37, der nach unten weisen kann, wird das verunreinigte Gut in Richtung des Pfeiles 39 abgeführt.

Die Vorrichtung kann kontinuierlich oder chargenweise betrieben werden.

Wenn die Behandlung im Behandlungsraum 3 unter Vakuum erfolgt, dann muss die Klappe 35 die Abfuhröffnung 36 dicht verschließen können. Gleiches gilt für den Schieber 25 bzw. den Abschluss der Auslassöffnung 22. Ferner ist es dann zweckmäßig, auch den Schleusenraum 6 evakuierbar auszubilden, z.B. durch Anschluss mittels einer Leitung 40 an die Pumpe 15.

Bei der Vorrichtung nach Fig. 2 ist ein Behälter 1 gleicher Bauart vorgesehen, wie dies im Zusammenhang mit der Ausführungsform nach Fig. 1 beschrieben wurde. Auch die im Behandlungsraum 3 dieses Behälters in Richtung des Pfeiles 41 um die Behälterachse 42 umlaufenden Bearbeitungsorgane 16 entsprechen jenen der Fig. 1. Wie Fig. 2 zeigt, können diese Bearbeitungsorgane mit entgegen der Bewegungsrichtung (Pfeil 41) abgebogenen bzw. abgewinkelten äußeren Endabschnitten 43 versehen sein, um zusätzlich zur Fliehkräftewirkung eine spachtelartige Eindrückung des im Behälter 1 umlaufenden Materials durch die Auslassöffnung 22 in die Einzugsöffnung 44 des Schneckengehäuses 23 zu erzielen. Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 ist der Behandlungsraum 45, in welchem die Überwachung des verarbeiteten Kunststoffgutes auf von ihm mitgeführte toxische Verunreinigungen erfolgt, vom Innenraum des Schneckengehäuses 23 gebildet, in welchem die Schnecke 24 drehbar gelagert ist. Der Antrieb der Schnecke 24 erfolgt von einem Ende der Schnecke durch einen Motor 46. Die Schnecke 24 fördert das ihr durch die Einzugsöffnung 44 zugeführte Material in Richtung des Pfeiles 47 zu einem Extruderkopf 48, an den eine von einem Motor 67 angetriebene Granulierzvorrichtung 49 beliebiger Bauart angeschlossen sein kann, welche einen dem Behandlungsraum 45 folgenden Bearbeitungsraum 50 bildet. Ein den Abzug des granulierten Materials aus diesem Bearbeitungsraum 50 bildender Stutzen 51 führt zu einer Auslassöffnung 52 für von Verunreinigungen freies Granuliermaterial sowie zu einer Abfuhröffnung 53 für Granuliermaterial, welches nicht frei ist von toxischen Verunreinigungen. Von diesen beiden Öffnungen 52, 53 ist immer eine offen und die andere verschlossen, wofür eine schwenkbare Klappe 54 vorgesehen ist, die über ein Gestänge 55 von der Kolbenstange 56 eines doppeltwirkenden Zylinders 57 verstellt wird. Der Zylinder 57 entspricht wirkungsmäßig dem Zylinder 34 der Ausführungsform nach Fig. 1 und wird wie dieser über eine Leitung 33 von einer Steuerungseinrichtung 31 betätigt, welche Signale über eine Leitung 30 von einem auf toxische Verunreinigungen empfindlichen Sensor 28 erhält. Dieser Sensor 28 (es können gegebenenfalls auch mehrere Sensoren 28 vorgesehen sein) fühlt die Gase ab, welche in einem Gasabzug 58 strömen, der über

eine das Schneckengehäuse 23 durchsetzende Öffnung 59 mit dem Innenraum des Schneckengehäuses 23, also mit dem Behandlungsraum 45 in Strömungsverbindung steht. Durch diese Öffnung 59 können vom von der Schnecke 24 in Richtung des Pfeiles 47 transportierten und allmählich plastifizierten Kunststoffgut freigegebene Gase aus dem Behandlungsraum 45 über den Gasabzug 58 entweichen, was durch eine an den Gasabzug 58 angeschlossene Pumpe 60 begünstigt wird. Die Freigabe der Gase aus dem von der Schnecke 24 transportierten Kunststoffgut wird dadurch erleichtert, dass der Kern der Schnecke 24 sich zunächst von der Einzugsöffnung 44 in Transportrichtung (Pfeil 47) vergrößert, um das von der Schnecke geförderte Material zu komprimieren, dann aber wieder abnimmt und eine Entspannungszone 66 bildet, in welcher der oder die Öffnung(en) 59 angeordnet ist. Anschließend an diese Entspannungszone 66 vergrößert sich der Kerndurchmesser der Schnecke 24 wieder.

An die Auslassöffnung 52 ist eine Rohrleitung 61 für von toxischen Verunreinigungen freies Granuliergut angeschlossen, welches in Richtung des Pfeiles 62 abströmt. In analoger Weise ist an die Abfuhröffnung 53 eine Rohrleitung 63 angeschlossen, über welche das toxische Verunreinigungen aufweisende, aus dem normalen Gutstrom abgezweigte Kunststoffmaterial in Richtung des Pfeiles 64 abströmt.

Wie ersichtlich bilden die beiden Öffnungen 52, 53 und die diese Öffnungen steuernde Klappe 54 eine Weiche 65 für das im Schneckengehäuse 23 und in der daran angeschlossenen Granuliervorrichtung 49 strömende Material.

Die Umsteuereinrichtung 31 ist in geeigneter Weise ausgebildet, um die Zylinder 27, 34, 57 motorisch zu betätigen, z.B. hydraulisch oder pneumatisch. Ebenso kann anstelle der die Zylinder bildenden mechanischen Organe eine elektrische Betätigung für die Weiche 65 bzw. den Schieber 25 bzw. die Klappe 35 treten, etwa von Solenoiden gebildete Betätigungsorgane.

Im Prinzip genügt es, wenn der oder die Sensor(en) nur feststellen, ob das überprüfte Kunststoffgut von toxischen Verunreinigungen frei ist oder nicht. Wenn eine genauere Beurteilung gewünscht ist, können auf einzelne Verunreinigungsarten abgestimmte Sensoren, etwa gaschromatografische Sensoren, eingesetzt werden.

Die beiden Ausführungsformen nach Fig. 1 und Fig. 2 können auch kombiniert Anwendung finden, wobei dann die in Fig. 2 dargestellte Anordnung das Schneckengehäuse 23 und die Schnecke 24 der Fig. 1 bilden. Hierdurch ergibt sich eine besonders verlässliche Beurteilung des verarbeiteten Kunststoffgutes.

Im Behandlungsraum 3, 45, sei es in jenem des Behälters 1 oder in jenem des Schneckengehäuses 23, findet stets eine Erwärmung des behandelten Kunststoffgutes statt, im Behälter 1 durch die umlaufenden Bearbeitungsorgane 16, im Schneckengehäuse 23 durch den von der Schnecke 24 aufgebrachten Druck. Je nach der Art des zu verarbeitenden Materials kann eine Verdichtung desselben stattfinden, bei dickwandigen Flakes (z.B. aus Flaschenmahlgut) tritt keine wesentliche Verdichtung mehr auf, wohl jedoch bei der Verarbeitung von Fasern, dünnen Folien und dünnwandigen Flakes. Wenn das zu verarbeitende Kunststoffgut nicht schon in geeignet vorzerkleinerter Form in den Behälter 1 zugeführt wird, dann sind die Bearbeitungsorgane 16 als Messer mit Schneiden ausgebildet. Wenn die Bearbeitungsorgane 16 jedoch eine reine Mischwirkung ausüben, ist eine Schneidenausbildung nicht erforderlich.

Die Angabe "im Wesentlichen frei" soll bedeuten, dass unter die gesetzlichen Toleranzgrenzen fallende toxische Verunreinigungsanteile zulässig sind und den Weg normalen, für den Einsatz im direkten Lebensmittelkontakt bestimmten Weg gehen können, also durch die Auslassöffnung 22 bzw. 52 abgeführt werden.

#### PATENTANSPRÜCHE:

- 50 1. Verfahren zur Herstellung von recyceltem Kunststoffgut, insbesondere recyceltem PET-Gut, das von toxischen Verunreinigungen zum mindesten im Wesentlichen frei ist, wobei das gesamte Kunststoffgut in zum mindesten einem Behandlungsraum, z.B. einem Schneidverdichter, durch zum mindesten ein umlaufendes Bearbeitungsorgan einer Erwärmung und gegebenenfalls und Verdichtung und/oder Kristallisierung des Gutes hervorrufenden Bearbeitung unterworfen wird, bei der bei Vorhandensein von Verunreinigungen von diesen flüch-

- tige Substanzen freigegeben werden, deren Vorhandensein von zumindest einem auf diese Substanzen empfindlichen Sensor angezeigt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor das gesamte in den Behandlungsraum eingebrachte Gut im Behandlungsraum und/oder einem daran angeschlossenen Gasabzug kontinuierlich auf vorhandene Verunreinigungen überwacht und bei im Behandlungsraum und/oder im Gasabzug festgestellten Verunreinigungen eine Abzweigung verunreinigten Gutes vom den Behandlungsraum durchlaufenden Materialstrom veranlasst.
- 5           2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- dass das Gut in einem unter Vakuum stehenden Behandlungsraum durch zumindest ein umlaufendes Bearbeitungsorgan bearbeitet und dabei erwärmt und gegebenenfalls verdichtet wird und,
  - dass die Atmosphäre im Behandlungsraum und/oder im Gasabzug durch zumindest einen Sensor auf von toxischen Verunreinigungen herrührende Substanzen überwacht wird, welcher Sensor je nachdem von ihm festgestellten Verunreinigungsgrad entweder eine Abzugsöffnung für verunreinigtes Gut oder eine Abzugsöffnung für von Verunreinigungen im Wesentlichen freies Gut freigibt.
- 10          3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Gut in einem den Behandlungsraum bildenden Behälter durch um zumindest eine vertikale Achse umlaufende Werkzeuge gemischt und/oder zerkleinert und dabei erwärmt und gegebenenfalls verdichtet wird.
- 15          4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Gut in einem den Behandlungsraum bildenden Schneckengehäuse, z.B. eines Extruders, durch eine darin drehende Schnecke plastifiziert wird, wobei der Sensor vom Schneckengehäuse abgeleitete, vom Gut freigegebene Gase überwacht.
- 20          5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit zumindest einem Behandlungsraum (3; 45) für die Erwärmung bzw. Verdichtung des Kunststoffgutes, der zumindest eine Auslassöffnung (22; 52) für das bearbeitete Gut hat, für dessen Bearbeitung in einem den Behandlungsraum (3; 45) umgebenden Gehäuse (2; 23) zumindest ein zur Drehung durch einen Motor (20; 46) angetriebenes Verarbeitungsorgan (16; 24) vorgesehen ist, wobei zumindest ein auf flüchtige Substanzen, die von den toxischen Verunreinigungen im Behandlungsraum (3; 45) abgegeben werden, empfindlicher Sensor (28) vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet,
- 25           - dass der Behandlungsraum (3; 45) oder ein daran angeschlossener weiterer Bearbeitungsraum (50) zusätzlich zur Auslassöffnung (22; 52) für von Verunreinigungen im Wesentlichen freies Gut zumindest eine Abfuhröffnung (36; 53) für toxische Verunreinigungen aufweisendes bearbeitetes Gut aufweist, und
- 30           - dass zumindest ein die vom Gut freigegebenen Gase im Behandlungsraum (3 bzw. 45) bzw. in einem daran angeschlossenen Gasabzug (58) abführender Sensor (28) an eine Umsteuereinrichtung (31) angeschlossen ist, die in Abhängigkeit vom im bearbeiteten Material vom Sensor (28) abgeführten toxischen Verunreinigungen entweder die Auslassöffnung(en) (22; 52) oder die Abfuhröffnung(en) (36; 53) freigibt.
- 35          6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Behandlungsraum (3) von einem Behälter (1) gebildet ist, in welchem umlaufende Bearbeitungsorgane (16) für die Bearbeitung des Gutes angeordnet sind, wobei für die Auslassöffnung(en) (22) und für die Abfuhröffnung(en) (36) jeweils ein von der Umsteuereinrichtung (31) betätigtes Verschlussorgan, z.B. ein Schieber (25) oder eine schwenkbare Klappe (35) vorgesehen ist.
- 40          7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (1) evakuierbar ist und das Verschlussorgan (35) für die Abfuhröffnung (36) vakuumdicht ist.
- 45          8. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
- 50           - dass der Behandlungsraum (45) vom Gehäuse (23) einer Schnecke (24), z.B. eines Extruders, gebildet ist, an das gegebenenfalls der Bearbeitungsraum (50) einer Granuliervorrichtung (49) angeschlossen ist, wobei das Gehäuse (23) der Schnecke (24) zumindest eine mit dem Gasabzug (58) in Strömungsverbindung stehende Öffnung (59) für vom von der Schnecke (24) bearbeiteten Gut freigegebene Gase aufweist, an welchen Gasabzug (58) zumindest ein Sensor (28) angeschlossen ist, und
- 55

- dass die Umsteuereinrichtung (31) eine am Förderende der Schnecke (24) oder an der Granulierzuführung (49) angeordnete Weiche (65) steuert, welche den Weg des von der Schnecke (24) geförderten Materials entweder in die Auslassöffnung (52) oder in die Abfuhröffnung (53) freigibt.
- 5      9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschlussorgane (25; 35) und/oder die Weiche (65) motorisch bewegt sind, z.B. von hydraulischen oder pneumatisch betätigten Zylindern (27, 34; 57) oder von Solenoiden.
- 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein gaschromatografischer Sensor (28) eingesetzt ist.

10

**HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN**

15

20

25

30

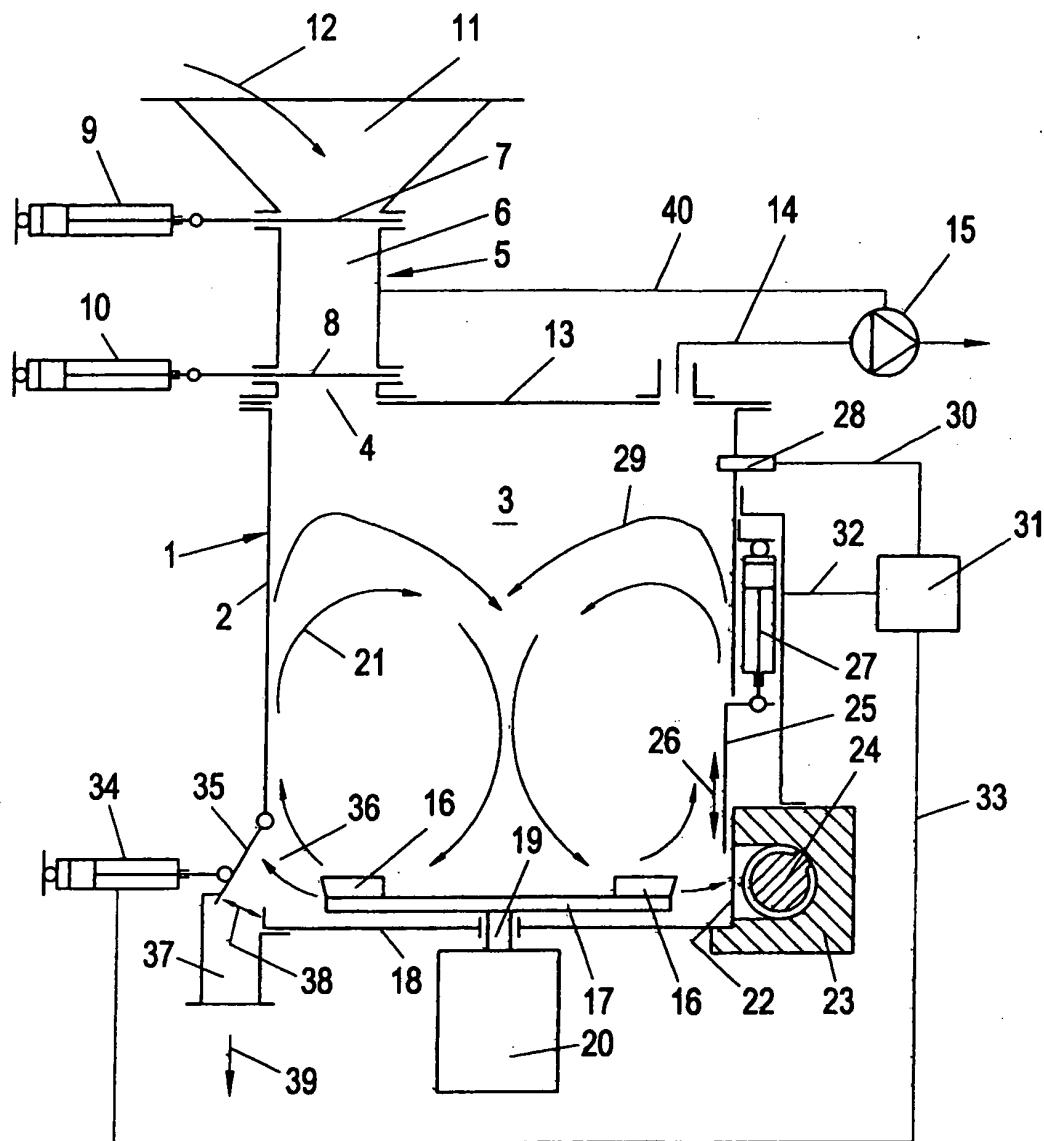
35

40

45

50

55



**FIG. 1**

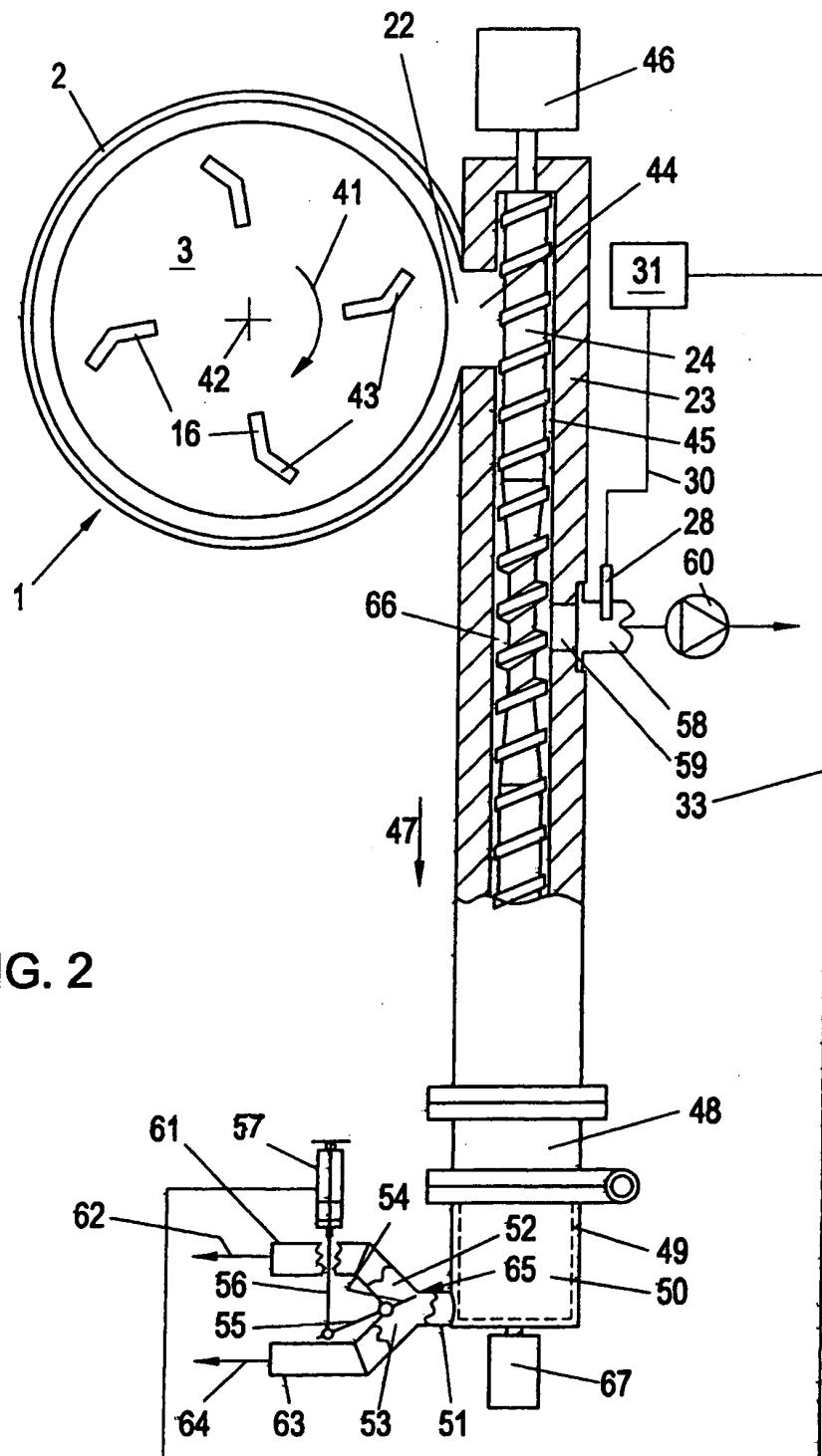


FIG. 2