



(11) Nummer: AT 398 772 B

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 894/92

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : C08J 11/06  
B29B 17/00

(22) Anmeldetag: 30. 4.1992

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1994

(45) Ausgabetaq: 25. 1.1995

(56) Entgegenhaltungen:

DATABASE WPTL, NR. 73-02516U

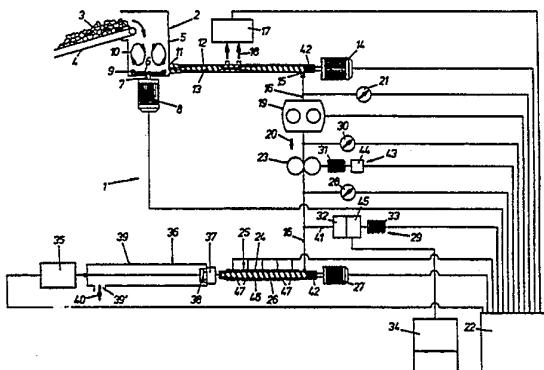
(73) Patentinhaber:

EREMA ENGINEERING RECYCLING MASCHINEN UND  
ANLAGEN GESELLSCHAFT M.B.H.  
A-4051 ANSFELDEN, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM RECYCLING VON BEGASTEM KUNSTSTOFFMATERIAL

(57) Verfahren zum Recycling von begastem Kunststoffmaterial z.B. geschäumten Polystyrol, in einer Anlage, in welcher das Kunststoffmaterial aufgeschmolzen, filtriert, entgast, granuliert und durch Mischung mit Gas wieder begast wird, wobei die Wiederbegasung in der gleichen Anlage wie das Granulieren erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß die Wiederbegasung an dem der Entgasung unterworfenen Kunststoffmaterial und vor dem Granulieren in jenem plastischen Zustand des Kunststoffmaterials durchgeführt wird, der noch vom Aufschmelzvorgang und der Entgasung herrührt und daß hiebei zwecks Vergleichsmäßigung des Begasungsgrades das pro Zeiteinheit in das Kunststoffmaterial eingeführte Gasvolumen und das bei der Mischung pro Zeiteinheit verarbeitete Mischungsvolumen proportional dem pro Zeiteinheit der Begasung zugeführten Kunststoffvolumen geregelt werden.

Die zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtung hat einen Extruder (12,13) für die Plastifizierung und Entgasung des Kunststoffmaterials, dessen Auslaß (15) mittels zumindest einer Leitung (16) mit einem Mischer (25) verbunden ist, an den auch eine Einrichtung (29) zur Gaszufuhr angeschlossen ist. In der Leitung (16) liegt eine Schmelzepumpe (23) für das Kunststoffmaterial, deren Fördermenge als Führungsgröße für die Gaszufuhr mittels einer Einrichtung (29) zur Gaszufuhr dient, die über eine Steuereinrichtung (22) proportional zur Laufgeschwindigkeit der Schmelzepumpe (23) geregelt wird.



AT 398 772 B

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Recycling von begastem Kunststoffmaterial, z.B. geschäumtem Polystyrol, in einer Anlage, in welcher das Kunststoffmaterial aufgeschmolzen, filtriert, entgast, granuliert und durch Mischung mit Gas wiederbegast wird, wobei die Wiederbegasung in der gleichen Anlage wie das Granulieren erfolgt. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

Die übliche Vorgangsweise bei der Wiederbegasung von geschäumtem Kunststoffmaterial, insbesondere Polystyrol, besteht darin, daß das Kunststoffmaterial in einem Reißverdichter zerkleinert und sodann in einem Extruder plastifiziert und entgast wird. Das so erzeugte plastifizierte, entgaste Kunststoffmaterial wird in einer Granuliervorrichtung zu Granulat verarbeitet und auf diese Weise verfestigt. Das Granulat bildet eine rieselfähige, gleichmäßige, entgaste Masse, welche nun erneut in einen Extruder eingeführt und von diesem aufgeschmolzen wird. Im Zuge der Extrusion, welche mit Ein- oder Mehrschneckenextrudern durchgeführt werden kann, wird dem Extruder ein Treibgas dosiert zugeführt, welches unter Berücksichtigung von notwendigen Verweilzeiten durch den Extruder in die Kunststoffschnmelze einhomogenisiert wird. Die Verwendung rieselfähigen, gleichmäßigen Granulates ist dabei zwingend nötig, weil nur auf diese Weise ein gleichmäßiger Schmelzedurchsatz im Extruder und daher ein gleichmäßiger Auffüllgrad der Schmelze mit Treibgas gewährleistet wird. Nachteilig am bekannten Verfahren ist, daß zwei Aufschmelzvorgänge nötig sind, welche in der Regel an verschiedenen Orten durchgeführt werden, da die homogene Einarbeitung des Treibgases heikel ist und daher nicht überall durchführbar ist. In der Regel wird daher der dem Recyclingprozeß zuzuführende Kunststoffanfall dort granuliert, wo ein Reißverdichter zur Verfügung steht. Das Granulat wird dann zu einer Wiederbegasungsanlage versandt. Die damit verbundenen Transport- und Umwandlungskosten führen zu einem derart hohen Preis des wiederbegasten Materials, daß das so gewonnene Recyclingprodukt schwer abzusetzen ist. Die Folge ist eine Umweltbelastung durch Abfälle aus geschäumtem Kunststoffmaterial oder durch unsachgemäß behandeltes Kunststoffmaterial. Hierbei tritt störend auf, daß in der Vergangenheit als Treibgase häufig solche Substanzen eingesetzt werden (z.B. Fluorkohlenwasserstoffe), welche aus Umweltschutzgründen bedenklich sind und daher nicht in die Atmosphäre gelangen sollen.

Es ist auch bekannt (Database WPIL, Nr. 73-02516U), Abfälle aus geschäumtem thermoplastischen Kunststoff in einem Mehrschneckenextruder aufzuschmelzen und zu entgasen. Parallel zu diesem Extruder ist ein weiterer Extruder vorgesehen, in welchem thermoplastische Teilchen, also Neuware, aufgeschmolzen und begast werden. Die Ausgänge der beiden Extruder führen gemeinsam zu einer Misch- und Kühlstation, an welche ein weiterer Extruder sowie eine Form angeschlossen sind, wobei eine Aufschäumung des Materials erfolgt. Das aufgeschäumte Material wird schließlich auf die gewünschte Form geschnitten bzw. granuliert. Für die Durchführung dieses Verfahrens ist ein erheblicher Aufwand an Gerät und Platz erforderlich und die oben beschriebenen Nachteile lassen sich durch dieses Verfahren nur unvollkommen vermeiden, denn das Neuware-Granulat muß ja zunächst einmal hergestellt und sodann zwischengelagert werden, wobei der Wärmeinhalt, welchen die Neuware bis zur Granulierung hatte, verlorengeht.

Die Erfindung setzt sich zur Aufgabe, ein Verfahren der zuletzt geschilderten Art so zu verbessern, daß der Recyclingprozeß begasten Kunststoffmaterials rascher, einfacher, mit erheblich geringerem Aufwand an Gerät und Platz, ohne Umweltbelastung und ohne Verwendung von Neuware durchführbar ist. Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß die Wiederbegasung an dem der Entgasung unterworfenen Kunststoffmaterial und vor dem Granulieren in jenem plastischen Zustand des Kunststoffmaterials durchgeführt wird, der noch vom Aufschmelzvorgang und der Entgasung herrührt und daß hierbei zwecks Vergleichmäßigung des Begasungsgrades das pro Zeiteinheit in das Kunststoffmaterial eingeführte Gasvolumen und das bei der Mischung pro Zeiteinheit verarbeitete Mischungsvolumen proportional dem pro Zeiteinheit der Begasung zugeführten Kunststoffvolumen geregelt werden. Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist daher lediglich eine einzige Anlage erforderlich und Zerkleinerung, Aufschmelzung, Filtrierung, Wiederbegasung und Verfestigung des eingesetzten Kunststoffmaterials können am selben Ort und daher unter Vermeidung von Transportkosten durchgeführt werden. Hierbei können die an sich bekannten Reißzerkleinerer Verwendung finden, welche nur durch eine Begasungseinrichtung und die anschließende Misch- und Verfestigungsstufe ergänzt werden müssen, um das erfindungsgemäße Verfahren durchführen zu können. Die hierfür erforderlichen Anlagekosten sind verhältnismäßig gering und amortisieren sich bereits nach kurzer Zeit durch die eingesparten Transport- und Benutzungskosten für eine fremde Wiederbegasungsanlage. Die Qualität des erhaltenen Endproduktes ist gut, auch im Hinblick auf die Homogenität bezüglich des Treibgasgehaltes, was durch die erfindungsgemäße Regelung der Begasung in Abhängigkeit von der Stromstärke des der Begasung zugeführten Kunststoffmaterialstromes erzielt wird. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß das eingesetzte Kunststoffmaterial nur ein einziges Mal aufgeschmolzen wird, so daß der bisher erforderliche zweite Aufschmelzvorgang eingespart wird. Dies bedeutet eine Schonung des Kunststoffmaterials, da jeder Aufschmelzvorgang die Gefahr eines Abbaues der Molekülkettenlänge des

Kunststoffmateriales mit sich bringt. Weiters muß das Kunststoffmaterial zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens nur ein einziges Mal verfestigt werden, und zwar - zum Unterschied zum eingangs erwähnten bekannten Verfahren - erst nach der Wiederbegasung.

Zum Unterschied vom zuletzt beschriebenen bekannten Verfahren wird beim erfindungsgemäßen Verfahren lediglich jenes Kunststoffmaterial eingesetzt, welches dem Recyclingprozeß unterworfen wird. Es entfällt also der Einsatz von Neuware und die damit verbundenen Kosten für Material, Transport, Lagerung und Aufschmelzung. Außerdem kommt die Erfindung mit einem wesentlich geringerem Aufwand an Geräten aus, als das bekannte Verfahren.

Die Erfindung trägt auch dem Umstand Rechnung, daß das dem Recyclingprozeß zugeführte Kunststoffmaterial nicht stets von gleicher Qualität ist, insbesondere in Bezug auf das Raumgewicht bzw. den Schäumungsgrad. Die Erfindung berücksichtigt, daß beim Einsatz leichteren (höher geschäumten) Materials der Durchsatz der zur Aufschmelzung verwendeten Vorrichtung absinken wird. Als Folge davon sinkt die in der Zeiteinheit der Begasung zugeführte Kunststoffmenge. Wird dieses pro Zeiteinheit gemessene Volumen als Führungsgröße im Sinne der Erfindung für die zur Begasung pro Zeiteinheit eingesetzte Gasmenge verwendet, so bleibt der Begasungsgrad für das Recyclingendprodukt zumindest im wesentlichen konstant, was im Hinblick auf die Weiterverarbeitung dieses Endproduktes erwünscht ist. Zu dieser Homogenität des Endproduktes trägt auch die proportionale Nachregelung der vom Mischer pro Zeiteinheit verarbeiteten Mischungsmenge in Abhängigkeit von der erwähnten Führungsgröße bei, da sowohl eine Untermischung als auch eine Übermischung vermieden wird und so die Zellstruktur des als Endprodukt erhaltenen Regenerates zumindest im wesentlichen konstant gehalten wird.

Da in der Regel Interesse an einer Anlage mit möglichst hoher Leistung besteht bzw. die Kapazität der vorhandenen Anlage nach Möglichkeit voll ausgenutzt werden soll, wird gemäß einer bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens so vorgegangen, daß das pro Zeiteinheit der Begasung zugeführte Volumen des Kunststoffmateriales innerhalb eines vorbestimmten, vorzugsweise nahe der maximalen Kapazität der verwendeten Anlage liegenden Bereiches gehalten wird. Dies kann leicht dadurch erreicht werden, daß die zur Plastifizierung und Entgasung des eingesetzten Kunststoffmateriales verwendeten Anlageteile rascher bzw. mit erhöhtem Ausstoß laufen gelassen werden.

In der Regel wird zwischen die Anlagenteile, welche zur Plastifizierung des eingesetzten Kunststoffmateriales dienen, und die Anlagenteile, welche zur Wiederbegasung verwendet werden, eine Pumpe für den der Begasung zugeführten Kunststoffstrom eingesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird hiebei so vorgegangen, daß das eingesetzte Kunststoffmaterial zerkleinert und sodann mittels einer Schnecke plastifiziert und entgast wird, daß die so erhaltene entgaste Schmelze mittels einer Schmelzepumpe, vorzugsweise einer Zahnradpumpe, zu einem Mischer gefördert wird, dem auch das eingesetzte Gas zugeführt wird, wobei die von der Schmelzepumpe pro Zeiteinheit geförderte Kunststoffmenge überwacht und als Führungsgröße für die Gaszufuhr verwendet wird, und daß der Druck des Kunststoffmateriales auf der Saugseite der Schmelzepumpe überwacht und innerhalb eines vorbestimmten Bereiches, vorzugsweise auf einem möglichst konstanten Wert, durch Veränderung des Laufes der Schmelzepumpe und bzw. oder des Laufes der Schnecke gehalten wird. Es wird also der Schmelzedruck vor der Schmelzepumpe annähernd konstant gehalten durch Anpassung der Förderung der Plastifizierschnecke oder der Schmelzepumpe, wobei durch proportionale Nachregelung der Treibgaszufuhr in Abhängigkeit von der als Führungsgröße dienenden, pro Zeiteinheit gemessenen Förderung der Schmelzepumpe der gewünschte konstante Treibgasgehalt im vom Mischer erzeugten Endprodukt erhalten wird. Die erwähnte Einhaltung eines bestimmten Intervall des Druckes der Schmelzepumpe zugeführten Materials sichert, daß die Schmelzepumpe keine Leerhübe vollführt und auf diese Weise das Fördervolumen sich exakt proportional verhält zum Lauf der Schmelzepumpe, insbesondere zur Drehzahl der Zahnradpumpe. Außerdem läßt sich auf diese Weise die Anlage leicht an die maximale Anlagenkapazität heranführen.

Im Rahmen der Erfindung ist es besonders günstig, das Gas dem Strom des Kunststoffmateriales schon vor dessen Einleitung in den Mischer zuzusetzen, um bereits vor Eintritt des Kunststoffmateriales bzw. des Gases in den Mischer eine gewisse Durchmischung von Kunststoffmaterial und Treibgas zu erzielen.

Für die gleichmäßige Gasaufnahme ist der Schmelzedruck nach der Schmelzepumpe wichtig. Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird daher so vorgegangen, daß bei Abweichung des Druckes der von der Schmelzepumpe geförderten Kunststoffschmelze von einem vorgegebenen Sollwert die Viskosität der vom Mischer verarbeiteten Mischung durch Kühlung und bzw. oder Erwärmung entsprechend verändert wird, vorzugsweise bis zur Erreichung dieses Sollwertes.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geht aus von einer Anlage mit einer Zerkleinerungsvorrichtung für das zu verarbeitende Kunststoffmaterial, an welche

- eine durch einen Motor angetriebene Schnecke zur Plastifizierung dieses Materials angeschlossen ist, der eine Entgasungseinrichtung für das Kunststoffmaterial zugeordnet ist. Ausgehend hiervon kennzeichnet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch, daß der Auslaß der Schnecke mittels zumindest einer Leitung mit einem Mischer verbunden ist, an den auch eine Einrichtung zur Gaszufuhr angeschlossen ist, und daß
- 5 an zumindest eine dieser Leitungen eine Einrichtung zur Erfassung der pro Zeiteinheit in dieser Leitung fließenden Kunststoffmenge angeschlossen ist, welche Einrichtung mit einer Steuereinheit für die Gaszufuhr zum Mischer und für die Drehzahl des Motors der Schnecke verbunden ist. Auf diese Weise läßt sich mit einfacherem konstruktiven Aufwand das erfindungsgemäße Verfahren durchführen. Da jedoch der im Auslaß der Schnecke und damit in der zum Mischer führenden Leitung herrschende Druck allein oft nicht
- 10 ausreichend sein wird, um das plastifizierte Kunststoffmaterial verlässlich in den Mischer einzuführen, ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in die von der Schnecke zum Mischer führende Leitung eine Schmelzepumpe, insbesondere eine Zahnradpumpe, zur Förderung der Kunststoffschmelze eingeschaltet, wobei eine Meßeinrichtung für die Laufgeschwindigkeit dieser Schmelzepumpe vorhanden ist, und wobei an diese Leitung ein Druckfühler für den Druck auf der Saugseite dieser
- 15 Schmelzepumpe angeschlossen ist, welcher Druckfühler ebenso wie die Meßeinheit mit der Steuereinheit verbunden sind. Die, zweckmäßig elektronische, Steuereinheit wertet die vom Druckfühler und von der Meßeinrichtung an sie abgegebenen Meßergebnisse aus und regelt entsprechend diesen Meßergebnissen die Gaszufuhr zur Kunststoffschmelze derart, daß deren Gasgehalt zumindest annähernd konstant bleibt, so daß ein homogenes Endprodukt erhalten wird.
- 20 Weitere Kennzeichen und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung, welches in der Zeichnung schematisch dargestellt ist.

Die zur Durchführung des Verfahrens dienende Anlage 1 hat eine als Reißverdichter ausgebildete Zerkleinerungsvorrichtung 2, der das dem Recyclingprozeß zuzuführende Kunststoffmaterial 3, insbesondere geschäumtes Polystyrol, mittels eines Förderers 4 zugeführt wird. Das Kunststoffmaterial 3 fällt von oben in einen Aufnahmebehälter 5 der Zerkleinerungsvorrichtung 4, in dessen Bodenbereich ein Werkzeug 6 für die Zerkleinerung bzw. Mischung des Kunststoffmaterials 3 um eine vertikale Achse 7 umläuft, wobei der Antrieb von einem Motor 8 erfolgt. Das Werkzeug 6 ist mit auf das Kunststoffmaterial 3 einwirkenden Messern 9 versehen, die das Material 3 zerkleinern und mischen, wobei das Material in Aufnahmebehälter 5

25 in Form einer Mischtrombe 10 umläuft. Auf der Höhe des Werkzeuges 6 hat die Seitenwand des Aufnahmebehälters 3 eine Austragsöffnung 11, an die das Gehäuse 12 einer Schnecke 13 in radialer Richtung angeschlossen ist. Die Schnecke wird an ihrem dem Aufnahmebehälter 5 abgewendeten Ende von einem Motor 14 angetrieben. Mittels der Schnecke 13 wird das aus dem Behälter 5 zugeführte Kunststoffmaterial plastifiziert und am Auslaß 15 des Gehäuses 12 im plastifizierten Zustand bzw. als

30 Schmelze in eine Leitung 16 gedrückt. Das Gehäuse 12 ist weiters mit seitlichen Öffnungen versehen, durch welche aus der von der Schnecke 13 geförderten Schmelze Gase in eine Entgasungseinrichtung 17 über eine oder mehrere Leitungen 18 entweichen können. Diese Gase werden zweckmäßig gesammelt, erforderlichenfalls gereinigt und der Wiederverwendung zugeführt.

In die Leitung 16 ist zumindest ein Filter 19 eingeschaltet, durch das die Kunststoffschmelze von

35 mitgeführten Verunreinigungen befreit wird. Vor dem Filter 19, gesehen in Fließrichtung der Kunststoffschmelze (Pfeil 20), ist an die Leitung 16 ein Druckfühler 21 angeschlossen, der auch mit einer Steuereinheit 22 verbunden ist, durch welche die gesamte Anlage 1 überwacht und im Sinne eines optimalen Betriebszustandes gesteuert wird. An diese Steuereinheit 22 ist auch der Motor 14 angeschlossen. In der Leitung 16 liegt nach dem Filter 19 eine als Zahnradpumpe ausgebildete Schmelzepumpe 23, welche durch

40 einen Motor 31 angetrieben wird und das Kunststoffmaterial durch die Leitung 16 in das Gehäuse 24 eines Mischers 25 führt, welcher als statischer oder dynamischer Mischer ausgebildet sein kann. Das dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt einen dynamischen Mischer, welcher ein im Gehäuse 24 gelagertes Mischelement, z.B. eine Mischschnecke 26 aufweist, die durch einen Motor 27 angetrieben wird. Anstelle eines solchen dynamischen Mischers kann auch ein statischer Mischer treten, bei welchem im Gehäuse 24

45 Schikanen vorgesehen sind, welche auf das zugeführte Kunststoffmaterial einen Mischeffekt ausüben.

Zwischen der Schmelzepumpe 23 und dem Mischer 25 sind an die Leitung 16 ein weiterer Druckfühler 28 und eine Einrichtung 29 zur Gaszufuhr in die Kunststoffschmelze angeschlossen. Ein weiterer Druckfühler 30 ist an die Leitung 16 zwischen dem Filter 19 und der Pumpe 23 angeschlossen. Die Gaszufuhrseinrichtung 29 hat eine Dosiereinrichtung 32 mit einer Pumpe für das in die Kunststoffschmelze einzubringende Treibgas, welche Einrichtung 32 von einem Motor 33 angetrieben und mit Treibgas, z.B. bei Atmosphärendruck flüssigem Pentan, aus einer Treibgasquelle 34 versorgt wird. Alle diese Motoren 14, 27, 31, 33 sind ebenso wie die Druckfühler 21, 28, 30 und das Filter 19 an die Steuereinheit 22 angeschlossen. Weiters ist an diese Steuereinrichtung 22 ein Motor 35 für eine Granuliereinrichtung 36 angeschlossen, der

das zu granulierende Kunststoffmaterial vom Mischer 25 über einen Granulierkopf 37 zugeleitet wird. Vor dem Granulierkopf 37 läuft zumindest ein durch den Motor 35 angetriebenes Messer 38 um und die abgeschlagenen Kunststoffkörner sammeln sich in einem Granuliergehäuse 39, wo sie gekühlt und durch einen Auslaß 39 in Richtung des Pfeiles 40 abgeführt werden.

- 5 Die ganze Anlage 1 wird von der Steuereinrichtung 22 so gesteuert, daß der Treibgasfüllgrad im durch den Auslaß 39 abgeführten Kunststoffgranulat zumindest annähernd konstant bleibt, auch wenn die Qualität des über den Förderer 4 zugeführten Kunststoffmaterials 3 sich ändert. Hiezu dient zunächst eine Einrichtung 43 zur Messung der pro Zeiteinheit in der Leitung 16 fließenden Kunststoffmenge, welche Einrichtung 43 mit der Steuereinheit 22 verbunden ist. Da durch den Druckfühler 30 und die Einrichtung 22 dafür gesorgt wird, daß der Druck des über die Leitung 16 der Zahnradpumpe 23 zugeführten Kunststoffmaterials sich innerhalb eines vorbestimmten Druckbereiches bewegt, so daß die Zahnradpumpe 23 stets voll gefüllt ist, jedoch auch eine schwankende Komprimierung des Kunststoffmaterials vermieden ist, verhält sich die von der Zahnradpumpe 23 geförderte Kunststoffmenge proportional zur Drehzahl der Zahnradpumpe 23. Diese Drehzahl kann im einfachsten Fall durch einen die Einrichtung 43 bildenden Drehzahlmesser 44 erfaßt und an die Steuereinrichtung 22 gemeldet werden. Um hiebei auch Änderungen des der gesamten Anlage 1 zugeführten Kunststoffmaterials zu berücksichtigen, dient der den Vordruck der Zahnradpumpe 23 abführende Druckfühler 30. Wird also z.B. von der einen Extruder bildenden Schnecke 13 leichteres (höher geschäumtes) Kunststoffmaterial 3 eingezogen, so sinkt die durch den Auslaß 15 in die Leitung 16 pro Zeiteinheit geförderte Kunststoffmenge ab. Als Folge davon wird auch der Druck vor der Schmelzepumpe 23 absinken, was durch den Druckfühler 30 an die Steuereinheit 22 gemeldet wird. Diese veranlaßt, daß die Schnecke 13 schneller über den Motor 14 angetrieben wird und bzw. oder die Schmelzepumpe 23 langsamer über den Motor 31 angetrieben wird. Wird die Geschwindigkeit der Zahnradpumpe 23 verstellt, so veranlaßt der Drehzahlmesser 44 der Einrichtung 43 die Steuereinrichtung 22 zugleich, daß eine in der Dosiereinrichtung 32 vorhandene Gaspumpe 45 proportional mitverstellt wird. Um den über den Druckfühler 30 abgeführten Vordruck der Zahnradpumpe 23 - wie erwähnt - innerhalb eines vorbestimmten Bereiches zu halten, um zu vermeiden, daß die Zahnlücken der Zahnradpumpe 23 nicht voll mit Kunststoffmaterial gefüllt werden bzw. daß durch die Schmelzepumpe 23 eine zusätzliche Komprimierung des Kunststoffmaterials erfolgt - wird über die Steuereinheit 22 in erster Linie die Arbeitsgeschwindigkeit der Plastifizierschnecke 13 durch Drehzahlregelung des Motors 14 entsprechend geregelt. Zusätzlich hiezu kann - insbesondere dann, wenn die erwähnte Drehzahlregelung des Motors 14 nicht ausreicht - auch die Drehzahl des Motors 31 der Zahnradpumpe 23 entsprechend von der Steuereinheit 22 geregelt werden. Dies hat eine Änderung des von der Zahnradpumpe 23 geförderten Stromes pro Zeiteinheit zur Folge, was über den Drehzahlmesser 44 an die Steuereinheit 22 gemeldet wird, die entsprechende proportionale Regelung der Gasdosierung in der Einrichtung 29 veranlaßt, z.B. in einfacher Weise durch Regelung der Laufgeschwindigkeit der Gaspumpe 45 mittels des Motors 33. Weiters wird durch den hinter der Zahnradpumpe 23 an die Leitung 16 angeschlossenen Druckfühler 28 der Förderdruck der Zahnradpumpe 23 überwacht. Da dieser Druck wichtig ist für die Gasaufnahme der Schmelze, wird dieser Druck über die Steuereinheit 22 nach Möglichkeit konstant gehalten. Hiezu wird zunächst über die Steuereinheit 22 der Motor 27 des Mischers 25 so beeinflußt, daß der Mischer 25 stets gerade soviel Volumen an Kunststoff-Gas-Mischung aufnimmt, als ihm durch die Zahnradpumpe 23 bzw. durch die Gaspumpe 45 zugeführt wird. Zusätzlich hiezu kann der Widerstand im Mischer 25 durch Änderung der Viskosität des im Mischer 25 befindlichen Kunststoffmaterials beeinflußt werden. Hiezu sind am Mantel des Gehäuses 46 des Mischers 25 mehrere Heiz- bzw. Kühlzonen 47 angeordnet, die zusammen eine Heiz- und Kühl-Kaskadensteuerung ergeben und einzeln oder in beliebiger Kombination durch die Steuereinheit 22 in Abhängigkeit des als Führungsgröße dienenden konstanten Druckes in dem hinter der Zahnradpumpe 23 liegenden Abschnitt der Leitung 16 zugeschaltet werden können.

Wie die Zeichnung zeigt, mündet die Leitung 41, über welche die Treibgaszufuhr zur Schmelze erfolgt, in die Leitung 16, so daß in jenem Abschnitt der Leitung 16, welcher zwischen der Leitung 41 und dem Mischer 25 liegt, bereits eine Vormischung des Kunststoffmaterials mit dem Treibgas erfolgt. Es kann jedoch die Leitung 41 auch an das Gehäuse des Mischers 25 angeschlossen sein.

Wie ferner in der Zeichnung dargestellt ist, sind die beiden Schnecken 13,26 an ihren den Motoren 14 bzw. 27 zugewendeten Enden mit in Gegenrichtung fördernden Schneckengängen 42 versehen, welche eine Abdichtung für die über die Motoren 14 bzw. 27 angetriebenen Antriebswellen bilden.

Der Druckfühler 21 dient dazu, den Druck der Kunststoffschmelze unmittelbar am Auslaß 15 und vor dem Filter 19 abzufühlen. Dies hat den Zweck, die Verschmutzung des Filters 19 zu überwachen und rechtzeitig einen Siebwechselvorgang oder Siebrückspülvorgang einzuleiten, wenn der Druck in der Leitung 16 vor dem Filter 19 über einen vorbestimmten Wert ansteigt. Diese Vorgänge werden ebenfalls von der Steuereinheit 22 veranlaßt. Geeignete Filter 19, welche einen Siebwechsel- oder Siebreinigungsvorgang,

z.B. durch Rückspülung, ohne wesentliche Beeinträchtigung des Kunststoffmaterialdruckes in der Leitung 16 nach dem Filter 19 gestatten, sind bekannt.

Selbstverständlich ist es auch möglich, mehrere Zerkleinerungsvorrichtungen 2 und daran angeschlossene Extruder 12,13 über mehrere Leitungen 16 an einen gemeinsamen Mischer 25 anzuschließen. In 5 analoger Weise wäre es möglich, von einem einzigen Extruder 12,13 mehrere parallele Leitungen 16 zu einem Mischer 25 zu führen.

Es wäre auch möglich, über die Leitung 16 das plastifizierte Kunststoffmaterial unmittelbar, d.h. ohne Förderung durch eine Schmelzepumpe 23, in den Mischer 25 einzuleiten. Dies setzt jedoch voraus, daß der Durchstrom des Kunststoffmaterials 16 in dieser Leitung in geeigneter Weise überwacht werden kann, 10 beispielsweise durch einen üblichen Flußmesser. Aus den erwähnten Gründen muß auch der Druck in der Leitung 16 überwacht werden. Die Regelung der Gaszufuhr bzw. der Laufgeschwindigkeit der Schnecke 13 und bzw. oder des Mischers 25 erfolgt über die Steuereinheit 22 in analoger Weise wie früher beschrieben.

### Patentansprüche

15

1. Verfahren zum Recycling von begastem Kunststoffmaterial, z.B. geschäumten Polystyrol, in einer Anlage, in welcher das Kunststoffmaterial aufgeschmolzen, filtriert, entgast, granuliert und durch Mischung mit Gas wieder begast wird, wobei die Wiederbegasung in der gleichen Anlage wie das Granulieren erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wiederbegasung an dem der Entgasung unterworfenen Kunststoffmaterial und vor dem Granulieren in jenem plastischen Zustand des Kunststoffmaterials durchgeführt wird, der noch vom Aufschmelzvorgang und der Entgasung herröhrt und daß hiebei zwecks Vergleichmäßigung des Begasungsgrades das pro Zeiteinheit in das Kunststoffmaterial eingeführte Gasvolumen und das bei der Mischung pro Zeiteinheit verarbeitete Mischungsvolumen proportional dem pro Zeiteinheit der Begasung zugeführten Kunststoffvolumen geregelt werden.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das pro Zeiteinheit der Begasung zugeführte Volumen des Kunststoffmaterials innerhalb eines vorbestimmten, vorzugsweise nahe der maximalen Kapazität der verwendeten Anlage liegenden, Bereiches gehalten wird.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das eingesetzte Kunststoffmaterial zerkleinert und sodann mittels einer Schnecke plastifiziert und entgast wird, daß nur die so erhaltene entgaste Schmelze mittels einer Schmelzepumpe, vorzugsweise einer Zahnradpumpe, zu einem Mischer gefördert wird, dem auch das eingesetzte Gas zugeführt wird, wobei die von der Schmelzepumpe pro Zeiteinheit geförderte Kunststoffmenge überwacht und als Führungsgröße für die Gaszufuhr verwendet wird, und daß der Druck des Kunststoffmaterials auf der Saugseite der Schmelzepumpe überwacht und innerhalb eines vorbestimmten Bereiches, vorzugsweise auf einen möglichst konstanten Wert, durch Veränderung des Laufes der Schmelzepumpe und bzw. oder des Laufes der Schnecke gehalten wird.

40

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gas dem Strom des Kunststoffmaterials schon vor dessen Einleitung in den Mischer zugesetzt wird.

45

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Abweichung des Druckes der von der Schmelzepumpe geförderten Kunststoffschmelze von einem vorgegebenen Sollwert die Viskosität der vom Mischer verarbeiteten Mischung durch Kühlung und bzw. oder Erwärmung entsprechend verändert wird, vorzugsweise bis zur Erreichung dieses Sollwertes.

50

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einer Zerkleinerungsvorrichtung für das zu verarbeitende Kunststoffmaterial, an welche eine durch einen Motor angetriebene Schnecke zur Plastifizierung dieses Materials angeschlossen ist, der eine Entgasungseinrichtung für das Kunststoffmaterial zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Auslaß (15) nur dieser Schnecke (13) mittels zumindest einer Leitung (16) mit einem Mischer (25) verbunden ist, an den auch eine Einrichtung (29) zur Gaszufuhr angeschlossen ist, und daß an zumindest einer dieser Leitungen (16) eine Einrichtung (43) zur Erfassung der pro Zeiteinheit in diese Leitung (16) fließenden Kunststoffmenge angeschlossen ist, welche Einrichtung (43) mit einer Steuereinheit (22) für die Gaszufuhr zum Mischer (25) und für die Drehzahl des Motors (14) der Schnecke (13) verbunden ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die von der Schnecke (13) zum Mischer (25) führende Leitung (16) eine Schmelzepumpe (23), insbesondere eine Zahnradpumpe, zur Förderung der Kunststoffschmelze eingeschaltet ist, wobei eine Meßeinrichtung, z.B. ein Drehzahlmesser (44), für die Laufgeschwindigkeit dieser Schmelzepumpe (23) vorhanden ist, und daß an diese Leitung (16) ein Druckfühler (30) für den Druck auf der Saugseite dieser Schmelzepumpe (23) angeschlossen ist, und wobei dieser Druckfühler (30) und die Meßeinrichtung, z.B. der Drehzahlmesser (44), mit der Steuereinheit (22) verbunden sind.  
5
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung (29) zur Gaszufuhr mittels einer Gasleitung (41) an die das Kunststoffmaterial zum Mischer (25) führende Leitung (16) angeschlossen ist.  
10
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schmelzepumpe (23) ein Filter (19) für das Kunststoffmaterial vorgeschaltet ist.  
15
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor dem Filter (19) ein weiterer Druckfühler (21) an die zur Schmelzepumpe (23) führende Leitung (16) für das Kunststoffmaterial angeschlossen ist, welcher Druckfühler (21) ebenfalls mit der Steuereinheit (22) verbunden ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß auch ein Druckfühler (30) für den Druck des von der Schmelzepumpe (23) zum Mischer (25) geförderten Kunststoffmaterials an die Leitung (16) angeschlossen ist, welcher Druckfühler (30) ebenfalls mit der Steuereinheit (22) verbunden ist.  
20
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Mischer (25) mit, vorzugsweise mehreren, Heiz- und Kühlzonen (47) versehen ist, die mit der Steuereinheit (22) verbunden sind.  
25

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

Ausgegeben

25. 1.1995

Int. Cl. <sup>6</sup>: C08J 11/06  
B29B 17/00

Blatt 1

