PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 : B29B 17/02

A2

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 93/14915

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 5. August 1993 (05.08.93)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP93/00139

(22) Internationales Anmeldedatum: 22. Januar 1993 (22.01.93)

(30) Prioritätsdaten:

P 42 02 095.6	27. Januar 1992 (27.01.92)	DE
P 42 20 665.0	24. Juni 1992 (24.06.92)	DE
P 42 27 308.0	18. August 1992 (18.08.92)	DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US):* FLEISCHHAUER, Rosa, Emilia [DE/DE]; Hohenzollernstrasse 6, D-1000 Berlin 28 (DE).

(71)(72) Anmelder und Erfinder: STRICKER, Urban [DE/DE]; Birlenbacher Strasse 18, D-5900 Siegen (DE).

(74) Anwalt: VALENTIN, Ekkehard; Hemmerich-Müller-Große-Pollmeier-Valentin-Gihske , Hammerstraße 12, D-5900 Siegen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

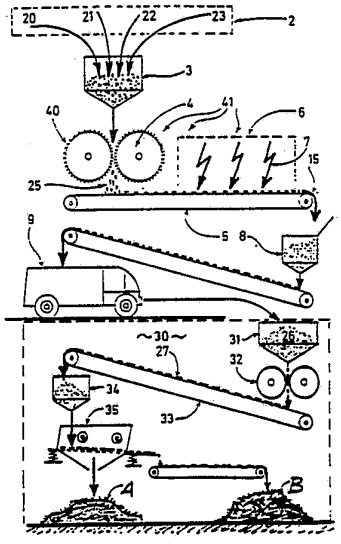
Veröffentlicht
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE COLLECTION AND REGRANULATION OF WASTE CONTAINING DRAWN PLASTICS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERFASSUNG UND AUFBEREITUNG VON VERSTRECKTE KUNSTSTOFFE ENTHALTENDEN ABFÄLLEN

(57) Abstract

A method for the collection and regranulation of waste containing drawn plastics comprises a series of steps whereby said waste: a) is processed in a first reduction stage employing a cutting device to give a particle mixture of reduced volume, and then, b) said mixture is subjected continuously to selective heating up to the relaxation temperature of a drawn plastics portion of the particle mixture by means of a heating line connected to or prior to the reduction stage; c) the resulting product and a fraction of shrunken, embrittled plastic particles of one kind, and at least a further fraction of unshrunken particles of one or more other kinds of plastic undergo, d) continuous separation or sorting in a suitable separating or sorting device applying a separating or sorting process, to give the fractions mentioned in c).



(57) Zusammenfassung

Ein Verfahren zur Erfassung und Aufbereitung von verstreckte Kunststoffe enthaltenden Abfällen weist eine Folge von Arbeitsschritten auf, wonach diese Abfälle a) in einer ersten Zerkleinerungsstufe unter Verwendung eines Schneidwerkes zu einem volumenreduzierten Partikelgemisch verarbeitet werden und dieses b) im Durchlauf durch eine an die Zerkleinerungsstufe anschliessende bzw. dieser vorgeschaltete Wärmestrecke einer selektiven Erwärmung bis zum Erreichen der Relaxationstemperatur eines im Partikelgemisch enthaltenen Anteils an verstreckten Kunststoffen unterzogen wird und diese Ziel-Kunststoffanteile dabei unter einer weiteren Volumenreduktion geschrumpft und versprödet werden, worauf c) das dabei anfallende und eine Fraktion geschrumpfter und versprödeter Kunststoff-Partikel einer Sorte und wenigstens eine weitere Fraktion ungeschrumpfter Partikel einer oder mehrerer anderer Kunststoffsorten d) durch Anwendung eines Trenn- bzw. Sortierungsverfahrens im Durchlauf durch eine geeignete Trenn- bzw. Sortiervorrichtung einer Trennung bzw. Sortierung in die unter c) genannten Fraktionen unterzogen wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich			MR	Mauritanien
AU	Australien	FR	Frankreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GA	Gabon	NL	Niederlande
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NZ	Neuseeland
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PT	Portugal
BR	Brasilien	IE	Irland	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SK	Slowakischen Republik
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SN	Senegal
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CS	Tschechoslowakei	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CZ	Tschechischen Republik	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland	MC	Monaco	UA	Ukraine
DK	Dänemark	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
ES	Spanien	ML	Mali	VN	Vietnam
FI	Finnland	MN	Mongolei		

Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung und Aufbereitung von verstreckte Kunststoffe enthaltenden Abfällen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung und Aufbereitung von verstreckte Kunststoffe enthaltenden Abfällen, wobei diese in einer Folge von Arbeitsschritten:

a) in einer ersten Zerkleinerungsstufe unter Verwendung eines Schneidwerkes wie Zweiwellen-Schneidwerk bzw. Shredder zu einem volumenreduzierten Partikelgemisch verarbeitet werden und dieses

b) im Durchlauf durch eine an die Zerkleinerungsstufe anschließende bzw. dieser vorgeschaltete Wärmestrecke einer selektiven Erwärmung bis zum Erreichen der Relaxationstemperatur eines im Partikelgemisch enthaltenen Anteils an verstreckten Kunststoffen unterzogen wird und diese Ziel-Kunststoffanteile dabei unter einer weiteren Volumenreduktion geschrumpft und versprödet werden, worauf

c) das dabei anfallende und eine Fraktion geschrumpfter und versprödeter Kunststoff-Partikel einer Sorte und wenigstens eine weitere Fraktion ungeschrumpfter Partikel einer oder mehrerer anderer Kunststoffsorten sowie eine restliche Fraktion Fremdstoffe wie Papier etc. enthaltende Partikel-Gemisch einer Nachzerkleinerung unterzogen und das Zerkleinerungsgut

d) durch Anwendung eines Trenn- bzw. Sortierungsverfahrens im Durchlauf durch eine geeignete Trenn- bzw. Sortiervorrichtung einer Trennung bzw. Sortierung in die unter c) genannten Fraktionen unterzogen wird.

Aus der japanischen Offenlegungsschrift 61-94705 (A) ist ein Verfahren zur Regeneration und zur Wiedergewinnung von Polystyrengranulat aus Altmaterial von Polystyrenschaumstoffteilen bekannt, wobei diese soweit erhitzt werden, daß sie gerade noch nicht schmelzen, zu einem wesentlich verringerten Volumen geschrumpft und stark verdichtet werden, worauf das Material in einem Brecher zerkleinert wird. Ein Modifiziermaterial, enthaltend anorganische Komponenten wie Lehm oder Mergel, Aluminiumhydroxid, Holzchips, Gummi oder Kunststoff wird mit Polystyrengranulat oder pulverförmigem Polystyrenharz gemischt. Die Mischung wird mit einem Extruder pelletisiert und zur Rückgewinnung von Polystyrenharz verwendet.

Das Verfahren ist außerordentlich aufwendig und ergibt ein sehr heterogenes Endprodukt, dessen Wiederverwendung sehr enge Grenzen gesetzt ist, insbesondere auch im Hinblick auf das mit hohen Kosten belastete Aufbereitungsverfahren.

Aus der deutschen Auslegeschrift 1 268 813 ist eine Maschine zum Mischen und Plastifizieren von thermoplastischen Kunststoffen mit einer mit einem schnellaufenden Mischwerk ausgerüsteten Mischtrommel bekannt, in welcher das Plastifizieren ausschließlich durch die vom Mischwerk erzeugte Reibungswärme erfolgt. Die Mischmaschine ist mit einer Zerkleinerungseinrichtung für Polyvinylchloridfolien bzw. für sonstige Polyvinylchloridabfälle versehen. Eine selektive Zerkleinerung einer unterschiedliche Kunststoffsorten enthaltenden Abfallmischung ist mit dieser Maschine nicht durchführbar.

Aus der Dokumentation "Kunststoffe" 80 (1990) 3, Carl Hanser Verlag, München 1990, Seite 310 ist eine Abhandlung unter der Überschrift "Direktes Abfallrecycling beim Herstellen von Folien" entnehmbar. Darin ist ausgeführt, daß eine Produktion ohne Abfall nicht möglich ist. Daher ist es wichtig, Produktionsabfälle direkt bei ihrer Entstehung ohne Verschmutzungsmöglichkeit wieder aufzuarbeiten. Bei Kunststoff-Folien ist dies besonders wichtig, weil die Herstellungskosten im wesentlichen von den Materialkosten bestimmt werden. Recyclingmöglichkeiten für Randstreifen und

Ausschußfolien werden im genannten Aufsatz beschrieben. Diese Abhandlung betrifft eine spezielle Art von Abfallrecycling unmittelbar im Zusammenhang mit der Produktion von Kunststoffolien. Dies ermöglicht ein erhebliches Maß von maschinellen Einrichtungen und ist daher auf die Wiederverwendung unsortierter und teilweise verschmutzter Kunststoffabfälle, wie sie im Sektor privater Haushalte und bei Handelsketten etc. im Zusammenhang mit Verpackungsmüll anfallen, nicht geeignet.

Aus der DE-OS 25 46 097 ist ein Verfahren zum Aufbereiten der Kunststoffbestandteile von gegebenenfalls vorsortieren Abfallstoffen bekannt. Solche Abfallstoffe können neben Kunststoffen spezifisch leichte Fremdstoffe wie Textil- oder Holzteilchen, Küchenabfälle und dergleichen enthalten. Das bekannte Verfahren umfaßt folgende Verfahrensschritte:

a) Zerkleinern der Abfallstoffe;
b) Erwärmen der nach dem Verfahrensschritt a) vorbehandelten Abfallstoffe, derart, daß die Kunststoffbestandteile der Abfallstoffe agglomeriert und verdichtet werden, und
c) Abkühlen der nach dem Verfahrensschritt b) vorbehandelten Abfallstoffe, derart, daß die agglomerierten und verdichteten Kunststoffbestandteile granuliert werden.

Danach können die bis zum Verfahrensschritt c) vorbehandelten Abfallstoffe einer Schwerkraft-Windsichtung zur Abtrennung der in den granulierten Kunststoffbestandteilen nicht eingelagerten Fremdstoffe unterworfen werden.

Das Verfahren erfordert einen erheblichen maschinellen Aufwand, weshalb es bspw. nur in einer zentralen Aufbereitungsanlage sinnvoll eingesetzt werden könnte, nicht jedoch in externen Erfassungsbereichen, bspw. bei Supermärkten oder Sammelstellen im Bereich kleiner Gemeinden oder Hausgemeinschaften. Des weiteren erfordert die Sortierung unterschiedlicher Kunststoffsorten durch das bekannte Verfahren einen erheblichen Aufwand an Investitionen und Energie, weshalb dessen wirtschaftlicher Einsatz ausschließlich auf größere Anlagen beschränkt bleiben muß.

Aus der GB-A-1 313 203 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verdichtung von Kunststoffschaumpartikeln bekannt. Diese werden einer vibrierenden kalten Oberfläche aufgegeben, worauf diese transportiert und dabei im Lauf des Transportes durch Hitzeeinstrahlung soweit zum Zusammenfallen gebracht werden, daß sie partiell zusammenbacken, jedoch nicht zur Verklebung mit der transportierenden Oberfläche neigen. Die zusammenbackende Masse wird durch ein Paar gekühlte Kompressionsrollen hindurchgequetscht und zu einer Konsistenz von 400 g/l verdichtet. Daraus werden dann zur weiteren Verwendung zylindrische Pellets durch Extrusion hergestellt, welche eine Dichte von 560 g/l aufweisen. Das Verfahren ist ausschließlich auf die Verarbeitung von thermoplastischen Hartschaumpartikeln anwendbar und erfordert eine strenge Vorsortierung solcher Partikel aus Abfällen, wie sie bspw. beim organisierten Zerlegen von Fahrzeugen, Maschinen oder Großverpackungen anfallen. Für eine Anwendung im weiten Bereich von Abfällen, wie sie bspw. beim Handel oder im Privatsektor anfallen, ist das Verfahren ungeeignet.

Aus der DE-OS 36 01 175 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trennen von unterschiedlichen Polymeren aus Polymergemischen bekannt. Das Verfahren geht von der Erkenntnis aus, daß aus Recyclinganlagen anfallende gemeinsame Fraktionen von Polypropylen und Polyäthylen wegen der fast gleichen Dichte der Polymere mittels Hydrozyklon-Trennanlagen nicht trennbar sind. Des weiteren wird als bekannt vorausgesetzt, daß bei üblichen Verfahren zur Trennung und Rückgewinnung von thermoplastischen Kunststoffen aus Kunststoffmüll die Anwendung unterschiedlicher Temperaturen zur stufenweisen Erhitzung vorgesehen ist, wobei jedoch für das Problem der Trennung bereits angeschmolzenen von den noch nicht thermisch verschäumten Teilen keine durchführbare Lösung bekannt sei.

Das bekannte Verfahren schlägt daher vor, zum Trennen von Polymermischungen kleiner Teilchengröße aus Polymeren mit etwa gleichen spezifischen Gewichten, jedoch mit unterschiedlichen Schmelzpunkten die Polymermischung chargenweise in einem Schnellmischer durch Friktion oder Mantelheizung bis zur Plastifizierung

und Agglomerierung der Polymerteilchen mit dem niedrigeren Schmelzpunkt aufzuheizen, anschließend einem Kühlmischer zuzuführen und nach dem Abkühlen in eine Abscheidevorrichtung in Agglomerat und unverformte Teilchen zu trennen. Eine Vorrichtung umfaßt einen Schnellmischer für die Erwärmung des zu trennenden Gemischs, an den sich ein Kühlmischer anschließt, dessen Auslaß mit einem Windsichter verbunden ist, der als ein an sich bekannter Diffusor oder Prallabscheider oder Zick-Zack-Sichter oder Umlenk-Gegenstromsichter ausgebildet sein kann. Für die Prallabscheidung wird eine gegenüber der das Polymergemisch mit Luftdruck ausstoßenden Düse angeordnete Prallwand vorgeschlagen, zwischen welcher und der Düse sich Auffangbehälter für die unterschiedlichen Polymerfraktionen befinden.

Sowohl das Verfahren als auch die Vorrichtung eignen sich ausschließlich für eine Anwendung im Rahmen einer Anlage von industriellem Zuschnitt und sind wirtschaftlich nur bei hoher dauernder Auslastung betreibbar.

Aus der DE-A-4 004 300 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trennen unterschiedlicher Kunststoffprodukte bekannt. Diese werden in an sich bekannter Weise zerkleinert, gereinigt und getrocknet. Die trocknen Teilchen werden einer beheizten beweglichen Unterlage zugeführt, auf der die Kunststoffteilchen mit dem niedrigeren Erweichungspunkt anhaften und die Teilchen mit dem höheren Erweichungspunkt frei darüber fließen und abgeschieden werden können. Nach der Abtrennung dieser Teilchen werden die anhaftenden Teilchen von dem Stahlband abgeschabt.

Auch dieses Verfahren und die entsprechende Anlage benötigen ein hohes Maß an maschineller und regelungstechnischer Einrichtungen zwecks genauester Einhaltung vorgesehener Temperaturintervalle, weswegen eine hierfür geeignete Anlage nur im großtechnischen industrieellen Maßstab betreibbar ist. Darüber hinaus müssen die Kunststoffteilchen vor der Behandlung gereinigt und zerkleinert sowie in dünner Schicht auf die beheizte Unterlagen gleichmäßig aufgegeben werden, um hohe Fehlerquoten bei der Trennung zu vermeiden. Gleichwohl kann nicht verhindert werden, daß nach dem

bekannten Verfahren behandelte unterschiedliche Kunststofffraktionen jeweils einen unterschiedlich hohen Fehlanteil unerwünschten Materials aufweisen.

Aus der US-PS 4,374,573 ist ein fahrbarer Apparat zum Shreddern von Abfällen, insbesondere von Altreifen bekannt. Der Shredder weist mehrere zylindrische Schneidwalzen mit einer Vielzahl von Messerscheiben auf, die gegenläufig rotieren und sich teilweise gegenseitig durchdringen. Mittel zur Weiterverarbeitung der zerkleinerten Gummiabfälle sind nicht angegeben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung und Aufbereitung von verstreckte Kunststoffe enthaltenden Abfällen anzugeben, die sich in besonderer Weise dafür eignet, den unterschiedlich anfallenden Kunststoffmüll weiträumig zu erfassen und mit wirtschaftlichen Mitteln unter Vermeidung der vorgenannten Schwierigkeiten und technischen Grenzen wenigstens größtenteils einer wirtschaftlichen Wiederverwendung zuzuführen. Insbesondere soll es möglich sein, die anfallenden Kleinmengen, bspw. beim Handel oder aus vorsortiertem Haushaltsmüll zu erfassen und in ein wirtschaftliches Recyclingverfahren einzubeziehen.

Verstreckte Thermoplaste werden in der Kunststofftechnik in vielen Bereichen eingesetzt. Darunter fallen vor allem die Produktgruppen Fasern, Folien, Schaumstoffe, Tiefziehteile, Blasformkörper und Umformteile. Gemeinsames Kennzeichen verstreckter Thermoplaste ist eine Orientierung der Kettenmoleküle. Diese Orientierung wird bei der Produktherstellung durch Umformvorgänge im Schmelzbereich oder im abgekühlten Zustand bzw. bei Fasern auch durch Spinnen und Verstrecken hervorgerufen.

Als Altstoffe werfen Produkte aus verstreckten Thermoplasten in vielen Fällen besondere Probleme wegen ihres ungünstigen Volumen/Gewichts-Verhältnisses auf, d.h. sie besitzen hohes Volumen bei geringem Gewicht. Dies betrifft vor allem ihre Handhabbarkeit bei der Erfassung für ein Recycling sowie die Aufbereitung und die Verarbeitung im Recyclingprozeß. Bei der Entsorgung von

Schaumstoffen und Fasern treten diese Nachteile besonders deutlich hervor.

Verstreckte Thermoplaste gehen bei Erwärmung bekanntermaßen wieder in den Zustand zurück, der vor dem Verstreckungsprozeß in der Herstellung bestand, d.h., die verstreckten Kettenmoleküle weisen bei erhöhter Temperatur das Bestreben auf, sich wieder in der verknäulten Zustand zu relaxieren. Der Temperaturbereich für diesen Vorgang der Relaxation beginnt unterhalb der Glastemperatur der Thermoplaste. Dies bedeutet, daß dieses Schrumpfen vor einem Schmelzvorgang der Thermoplasten praktisch ohne Emission von Zersetzungsprodukten vonstatten geht.

In den meisten Fällen geht die Relaxation von Thermoplasten mit einer drastischen Änderung der elastischen Eigenschaften einher, die sich in einer deutlichen Versprödung nach dem Abkühlen äußert.

Bei einer Sortierung von Kunststoffgemengen, bspw. aus dem Verpackungsbereich, stellt sich auch die Aufgabe einer Verbundtrennung zwischen Kunststoff und Fremdstoff. Bspw. haften an vielen Kunststoffteilen Reststoffe wie Papier oder Pappe, Holz oder andere.

Zur Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe wird bei einem Verfahren entsprechend dem Oberbegriff von Anspruch 1 mit der Erfindung vorgeschlagen, daß die Schritte a) und b) vor Ort an den jeweiligen Stellen des Anfalls bzw. der Erfassung der Abfälle vorgenommen werden, wobei das anfallende und erfaßte voraufbereitete Partikelgemisch zu transportgerechten Chargen gesammelt und zusammengestellt und dann chargenweise zu einer zentralen Sammel- und Aufbereitungsanlage transportiert wird, und daß die angelieferten Chargen in der zentralen Sammel- und Aufbereitungsanlage vor der Weiterverarbeitung bevorratet und gegebenenfalls dabei vermischt werden, und daß schließlich die Arbeitsschritte c) und d) in der zentralen Aufbereitungsanlage durchgeführt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren beruht demnach im wesentlichen darauf, daß auf der Relaxation von verstreckten Thermoplasten basierende Aufbereitungsschritte bereits dezentral an den Erfassungsstellen für Kunststoff-Altprodukte durchgeführt werden, so daß sich aufgrund der an den Altprodukten durchgeführten Behandlung die Materialeigenschaften in besonderer Weise verändern. Diese veränderten Eigenschaften bewirken durch Volumenschrumpfung Vorteile hinsichtlich des Lager- und Transportvolumens, weiterhin Vorteile für die folgende Aufbereitung und Verarbeitung, und sie benötigen mit Vorteil keine aufwendigen, investitionsintensiven oder eine größere Aufstellfläche erfordernden maschinellen Einrichtungen. Die durch die dezentrale Behandlung hervorgerufenen Erhöhung der Schüttdichte der Altkunststoffe wirkt sich sehr vorteilhaft auf die Lagerhaltung und den Transport sowie auf die weiteren Verarbeitungseigenschaften der Altkunststoffe aus. Durch die Veränderung des physikalischen Verhaltens, insbesondere infolge der stattfindenden Versprödung, werden spezielle Separationsschritte in der weiter vorgesehenen zentralen Aufbereitung der erfaßten Altkunststoffe wesentlich erleichtert bzw. erst ermöglicht. Bei Schaumstoffen läßt sich mit der erfindungsgemäßen Verarbeitung das Lager- und Transportgewicht bei gleichem Volumen um einen Faktor 8 bis 15, bei Fasern und Folien um den Faktor 5 bis 10, bei Tiefzieh- und Blasformkörpern um den Faktor 2 bis 5 gegenüber herkömmlich zerkleinerten verstreckten Thermoplasten erhöhen.

Durch die erfindungsgemäße Koppelung von Zerkleinerung und Relaxation wird zudem ein rieselfähiges Schüttgut erzielt, welches für die weitere Aufbereitung und den Transport günstige Voraussetzungen schafft. Ein Verpressen der Alt-Thermoplaste am Erfassungsort, welches einen zusätzlichen Arbeitsschritt bzw. eine entsprechende maschinelle Einrichtung erforderlich machen würde, wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren überflüssig.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird für die meisten Anwendungsfälle eine Partikelgröße benötigt, wie sie nach Durchgang der Kunststoffteile durch ein Schneidwerk, bspw. einen Shredder vorliegt. Je nach Anwendungsfall kann diese Zerkleinerung vor

oder nach dem Relaxationsprozeß des zu behandelnden Gutes durchgeführt werden.

Dabei bildet die Relaxation des zu sortierenden verstreckten Thermoplasten als Zielthermoplast den zentralen Behandlungsschritt innerhalb des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die dadurch hervorgerufene Eigenschaftsänderung des Zielthermoplasten wird erfindungsgemäß zur weiteren Trennung und Sortierung von den übrigen Verbund- oder Gemengematerialien genutzt.

Liegen neben dem Zielthermoplasten weitere Thermoplaste in dem Verbund oder Gemenge vor, so müssen die Erwärmungsbedingungen so gewählt werden, daß ein selektives Schrumpfen des zu sortierenden Thermoplasten erzielt wird.

Die aus dem Stand der Technik bekannte Agglomeration von Kunststoffabfällen durch Erwärmung mittels Friktion ist für das erfindungsgemäße Verfahren ungeeignet, weil bei einer Friktionserwärmung neben dem Zielthermoplasten auch andere Materialien zerkleinert werden, dadurch mit dem erweichten Thermoplasten eine agglomerative Verbindung eingehen und damit eine saubere Trennung des Gemenges in unterschiedliche Sorten erschwert wird.

Weitere Ausgestaltungen des Verfahrens sind entsprechend den Unteransprüchen vorgesehen.

Eine Vorrichtung zur Erfassung und Aufbereitung von verstreckte Kunststoffe enthaltenden Abfällen, insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß diese für die Arbeitsschritte a) und b) ein Schneidwerk mit einer Anzahl walzenförmig oder scheibenförmig angeordneter Messer aufweist, welches gegebenenfalls einen Siebboden mit vorzugsweise einstellbarer Spaltweite sowie einen Auslaß umfaßt, und daß anschließend an dieses eine Wärmestrecke angeordnet und mit dem Schneidwerk zu einer funktionellen bzw. baulichen Einheit vereinigt ist.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung gelingt es, das Entsorgungsvolumen von Altprodukten aus verstreckten Thermoplasten auf

technisch einfache Weise zu reduzieren und die Aufbereitung und Verarbeitung zu erleichtern. Dabei wird unter Ausnutzung der vorgenannten physikalischen Eigenschaften bzw. Eigenschaftsänderungen bei der Relaxation von verstreckten Thermoplasten mit deren Zerkleinerung und Bevorratung bzw. Absackung in einer kompakten Vorrichtung eine vorteilhaft wirtschaftliche Apparatur zur Durchführung der Verfahrensschritte a) und b) angegeben.

Durch die besonders kompakte Bauweise der Vorrichtung wird es möglich, diese mit geringem materiellen Aufwand überall dort einzusetzen, wo Altstoffe anfallen, bspw. in dezentralen Sammelstellen bei Hausgemeinschaften, Supermärkten, Kleinbetrieben oder dergleichen Organisationen. Die erfindungsgemäße Maschine ist in ihrem Energiebedarf so ausgelegt, daß sie außer einer haushaltsüblichen Energieversorgung keine weiteren Anschlüsse und insbesondere kein festes Fundament benötigt. Sie verursacht keinerlei schädliche Emissionen. Durch den dezentralen Einsatz in den vorgenannten Sammelstellen wird darüber hinaus die Möglichkeit geboten, größere Sammelkapazitäten einzusparen, weil die verstreckten Thermoplaste bereits durch die Vorbehandlungsschritte volumenreduziert sind und daher über längere Zeiträume in den Sammelstellen zum weiteren Transport aufbewahrt werden können.

Durch die kompakte Bauweise der Vorrichtung kann diese auch auf vergleichsweise leichten Fahrzeugen transportiert werden, welche dann verschiedene Orte anfahren können, an denen die zum Recycling vorgesehenen Thermoplaste in vergleichsweise geringer Menge anfallen. Diese können z.B. Baustellen und/oder Geschäfte sein.

Die Vorrichtung kann so ausgelegt sein, daß sie nur mit einem Ein/Aus-Schalter bedient werden kann, also auch für Laien bedienbar ist. Dadurch ist die Vorrichtung auch für eine Aufstellung in solchen Bereichen geeignet, die für Konsumenten und andere Personen öffentlich zugänglich sind. Damit kann der Konsument oder eine beliebige Person Verpackungsmaterialien aus verstreckten Thermoplasten, die er nicht aus dem Laden mitnehmen will, unmittelbar entsorgen und somit einem Recyclingkreislauf zuführen.

Die Erfindung wird in schematischen Zeichnungen in bevorzugten Ausführungsformen gezeigt, wobei aus den Zeichnungen weitere vorteilhafte Einzelheiten der Erfindung entnehmbar sind. Es zeigen:

Figur 1 eine Folge von Arbeitsschritten bzw. deren Kombinationsmöglichkeiten in Form eines rein schematischen Diagramms;

Figur 2 einen Verfahrensstammbaum in vereinfachter Form;

Figur 3 eine Vorrichtung zur Durchführung der Arbeitsschritte a) bis b).

Gemäß dem Ablaufdiagramm in Fig. 1 werden unterschiedliche Altprodukte mit Anteilen an verstreckten Thermoplasten in einer Sammelstelle, bspw. bei einem größeren Supermarkt, angenommen und manuell vorsortiert. In einem ersten Weg 1a werden bspw. Verbund-Formteile von Partikel-EPS mit geleimter Papierkaschierung, bspw. Etiketten, unter Verwendung eines Zweiwellen-Schneidwerks, eines sogenannten Shredders, zu Partikelgrößen von durchschnittlich 10 mm x 20 mm x 80 mm zerkleinert und dann mit einem Förderband durch eine Infrarot-Erwärmungsstrecke geführt, wobei das EPS auf ca. 105 °C erwärmt wird. Das EPS schrumpft, löst sich vom Papier und liegt in vereinzelten oder instabil zusammenhängenden Partikeln vor, die aus dem Partikelcharakter des Formteils resultieren. Der Leim verbleibt am Papier. Das abgekühlte Gemenge wird in der Sammelstelle zwischengelagert und zur Endverarbeitung mittels Transport in die zentrale Aufbereitungsanlage überführt, worin das teilgeschrumpfte Gemenge durch Brechen in einem Walzenspalt nachzerkleinert und sodann einer Separation basierend auf Dichteunterschieden, bspw. mittels Windsichtung oder Vibrationsseparation unterzogen wird.

Entsprechend einer anderen Schrittfolge 1b können bei der Produktion von Verpackungen und Einweggeschirre aus Extruder-EPS mit innen- und außenliegenden Papierschichten und fallweise zusätzlich angebrachten PE-Folien Stanzreste anfallen, die alle drei

Komponenten enthalten. Diese werden in einer dem Weg 1a analogen Weise zerkleinert und geschrumpft. Das abgekühlte Gemenge wird nach Transport in die zentrale Verarbeitung in einem Walzenbrecher gebrochen, wodurch die geschrumpften EPS-Partikel in ihrer Größe entsprechend der Brechspaltweite begrenzt werden. Eine anschließende Siebung führt zur sortenreinen Abtrennung des EPS.

Entsprechend dem Weg 1c wird ein Gemenge von Faserabfällen, wie es bei der Textilverarbeitung anfällt, in einer Erwärmungsstrecke so erwärmt, daß die Relaxationstemperatur eines im Gemenge enthaltenen Zielthermoplasten erreicht wird. Solche Zielthermoplasten bei Fasern können bspw. verschiedene Polyamide oder auch PET sein. Der Zielthermoplast relaxiert und versprödet beim Abkühlen. Das Gemenge wird dann zur Endverarbeitung einem Brechwerk zugeführt. Der versprödete Zielthermoplast wird in definiert kleine Partikel überführt und ist somit einer Sortierung durch Siebung zugänglich.

Bei der Arbeitsschrittfolge gemäß Weg 1d wird eine Verbundfolie von zwei unterschiedlichen Thermoplasten oder von einem Thermoplasten mit Papier oder Metall in einer Erwärmungsstrecke so erwärmt, daß die Relaxationstemperatur eines Zielthermoplasten erreicht wird. In Betracht kommende Zielthermoplasten sind hier PE, PP, PA, PET. Das Schrumpfen vor einer Zerkleinerung ist hier von besonderem Vorteil, weil auf diese Weise die gesamte Schrumpfspannung der flächigen Folie genutzt bzw. freigesetzt wird. Der geschrumpfte Zielthermoplast wird nach diesem Behandlungsschritt in der Form von streifen- bzw. faserähnlichen und versprödeten Gebilden an der anderen Verbundkomponente anhaften. Eine anschließende Zerkleinerung durch Quetschung im Brechspalt überführt die nicht-geschrumpfte Verbundkomponente innerhalb der Endverarbeitung in solche Partikel, die aufgrund ihrer Größe eine anschließende Sortierung ermöglichen. Bei der Zerkleinerung wird der geschrumpfte und versprödete Anteil an Zielthermoplasten bereits größtenteils von der anderen Verbundkomponente getrennt. Zur Gewährleistung einer vollständigen Verbundtrennung und einer definiert kleinen Partikelgröße des Zielthermoplasten dient die weitere Behandlung in einem zusätzlichen Brechwerk. Eine ab-

schließende Siebung führt zur sortenreinen Abtrennung des Zielthermoplasten und der anderen Verbundkomponente.

Und schließlich eignet sich der Weg 1e für die gleiche Aufgabenstellung wie unter 1d beschrieben. Bei solchen Verbundkombinationen, bei denen die Zerkleinerung bereits zu einem sortierbaren Gemenge führt, kann auf das nachfolgende Brechen mittels eines Brechwerkes verzichtet werden.

Eine Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß schwer zerkleinerbare Kunststoff-Anteile wie Fasern, Folien, Schaumstoffe, Becher- und/oder Schalenverpackungen etc. vor dem ersten Arbeitsschritt a) thermisch vorbehandelt und dabei fallweise erweicht oder versprödet werden.

Weiterhin kann das vorzerkleinerte Partikelgemisch einer selektiven Erwärmung durch Konvektionswärme und Schwerkraftsortierung, bspw. in einem Heißluft-Wirbelbett, unterzogen werden.

Eine Ausgestaltung sieht vor, daß das vorzerkleinerte Partikelgemisch einer selektiven Erwärmung durch Infrarotstrahlungswärme unterzogen wird. Es kann aber auch von der Maßnahme Gebrauch gemacht sein, daß das vorzerkleinerte Partikelgemisch einer selektiven Erwärmung im Durchlauf durch ein Hochfrequenzfeld unterzogen wird.

Weiterhin ist es wichtig, daß ein auf Relaxationstemperatur gebrachtes Gemenge vor einem weiteren Zerkleinerungsschritt zwischengekühlt wird. Während der Abkühlung findet die Versprödung statt. In den meisten Fällen reicht eine Abkühlung bis zu Temperaturen knapp unterhalb des Relaxationstemperaturbereiches. Ein weiterer Vorteil ergibt sich dadurch, daß mittels Relaxation und nachfolgender Abkühlung der Zielthermoplast in ein rieselfähiges Schüttgut überführt wird, dessen Versprödungszustand für die weitere Verarbeitung besonders günstig ist.

Dabei sieht eine Ausgestaltung vor, daß ein geschrumpfte und versprödete und andere Partikel enthaltendes Gemisch durch Anwen-

dung einer Prall-Zerkleinerung selektiv zerkleinert wird. Eine alternative Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß ein geschrumpfte und versprödete sowie andere Partikel enthaltendes Gemisch durch Quetschung im Durchlauf durch einen Walzenspalt eines Zweiwalzen-Brechwerks selektiv zerkleinert wird, wobei durch gezielte Einstellung des Walzenspaltes die Partikelgröße des Zerkleinerungsproduktes vorgegeben wird.

Eine Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß eine Sortierung der im Gemenge nach Versprödung und selektiver Nachzerkleinerung anfallenden Partikel in eine den Zielkunststoff enthaltende und andere Kunststoffe oder Stoffe enthaltende Fraktionen durch Siebung erfolgt.

Eine alternative Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß die Sortierung des im Gemenge anfallenden versprödeten und/oder nachzerkleinerten Partikelkollektivs mittels anderer Sortierungsverfahren wie Windsichtung, Magnetsichtung, Schwimm/Sink-Scheidung, Vibration oder eine Kombination dieser Verfahren vorgenommen wird.

Schließlich ist mit dem Verfahren vorgesehen, daß aus dem Abfall vor dem ersten Aufbereitungsschritt a) Störstoffe durch Lese- oder Handsortierung entfernt werden.

Ein Verfahrensstammbaum, zugleich auch ein vereinfachter Vorrichtungsstammbaum, ist in der Fig. 2 gezeigt. An einer externen Sammelstelle 2, einem öffentlichen oder privaten Entsorger, fallweise auch beim Bau fallen Verpackungsmaterialien wie Folien, Schaumstoffe, Formteile wie Flaschen, Becher, Einweggeschirr oder dergleichen als Kunststoffabfälle 20, 21, 22, 23 an und werden zunächst in einem Behälter oder Container 3 gesammelt. Sobald eine genügende Menge Abfallstoffe angefallen ist, die eine Weiterverarbeitung lohnt, werden sie einem Shredder 4 aufgegeben und in diesem zu Partikeln 25 bzw. zu Schaumstoff-Flocken zerkleinert. Diese Art der Zerkleinerung in einem vergleichsweise langsam laufenden Schneidwerk 4 hat den Vorteil, daß die Kunststoffteile 20 bis 23 einschließlich der ihnen anhaftenden Fremdstoffe

und Verunreinigungen unter vergleichsweise geringem Energieeinsatz in eine solche Partikelgröße überführt werden, die nach dem Einschrumpfen eine gute Rieselfähigkeit ergibt. Die Partikel bzw. Flocken 25 werden nun mit einer Transporteinrichtung 5 durch eine Wärmestrecke 6 geführt und dabei bis auf Relaxationstemperatur der verstreckten Kunststoffanteile erwärmt. Der Wärmeeintrag wird dabei so eingestellt, daß die Anteile an verstrecktem Kunststoff vereinzelt schrumpfen, ohne dabei zusammenzubacken. Dies kann fallweise dadurch unterstützt werden, daß anstelle des als Transporteinrichtung 5 gezeigten Transportbandes eine Schüttelrutsche verwendet wird. Die Wärmequelle 7 kann ein Heißlufterzeuger, ein Infrarotstrahler oder ein Hochfrequenzstrahlungsfeld sein. Alternativ ist auch ein Schrumpfen in einem Heißluft- oder Medien-Wirbelbett möglich. Im letzteren Falle können bspw. Schaumstoff- und andere Kunststoffpartikel einem Wirbelstrombett aufgegeben werden, worin sie erwärmt und geschrumpft werden. Bei Erreichen einer bestimmten Dichte fallen sie durch das Wirbelstrombett nach unten durch und werden ausgetragen. Insgesamt entsteht durch das Schrumpfen der Partikel ein rieselfähiges Schüttgut, welches für die weiteren Arbeitsschritte einschließlich Transport nicht zuletzt auch wegen der durch die Arbeitsschritte a) Zerkleinerung und b) thermische Behandlung erreichten Volumenreduktion sowie Änderung der physikalischen Eigenschaften sehr günstige Voraussetzungen schafft. Das aus der Wärmestrecke 6 anfallende zerkleinerte und thermisch behandelte Gut 15 wird einem Sammelbehälter 8 aufgegeben und daraus zum Transport in eine zentrale Aufbereitungsanlage 30 mit einem Transportfahrzeug 9 transportiert.

In der zentralen Aufbereitungsanlage 30 wird das gesammelte, eine Fraktion geschrumpfter und versprödeter Kunststoff-Partikel einer Sorte und wenigstens eine weitere Fraktion ungeschrumpfter Partikel einer oder mehrerer anderer Kunststoffsorten sowie eine restliche Fraktion Fremdstoffe wie Papier etc. enthaltende Partikel-Gemisch 26 einem Sammelbehälter 31 aufgegeben und darin fallweise nach Aufnahme mehrerer Chargen mit einem (nicht dargestellten) Rührwerk durch Vermischung homogenisiert. Aus dem Sammelbehälter 31 wird das Partikelgemisch 26 im Durchlauf durch einen Walzenbrecher 32 einer Nachzerkleinerung unterzogen, wobei

die vorzerkleinerten und in der Wärmestrecke 6 geschrumpften und durch nachfolgende Abkühlung versprödeten Partikel bzw. Flocken 15 mittels vorgegebener Spaltweite des Zweiwellen-Brechers 32 einer selektiven Nachzerkleinerung unterzogen werden.

Unter selektiver Nachzerkleinerung wird verstanden, daß bevorzugt die versprödeten und geschrumpften Partikel des ursprünglich verstreckte Anteile enthaltenden Kunststoff-Gemisches durch eine spezielle Art der Zerkleinerung, bspw. Quetschung oder Prallung nachzerkleinert werden, während die bei der thermischen Behandlung unverändert gebliebenen Kunststoffsorten, bspw. unverstreckte oder höhere Relaxationstemperaturen aufweisenden Kunststoffsorten nicht oder nur in geringem Umfange nachzerkleinert werden. Das hieraus anfallende nachzerkleinerte Partikelgemisch 27 wird in der zentralen Aufbereitungsanlage 30 mittels einer Transporteinrichtung 33 einem Zwischenbehälter 34 aufgegeben und schließlich in einer Sortiereinrichtung 35 in unterschiedliche Sorten bspw. A und B sortiert. Die Wahl der Sortiereinrichtung erfolgt dabei nach Maßgabe des anfallenden Gutes. Bspw. kann diese, wie in der Fig. 2 gezeigt, eine Siebmaschine sein, es kann sich aber auch um eine Vorrichtung zur Windsichtung, zur Magnetsichtung oder zur Sink/Schwimm-Scheidung handeln. Auch können die Partikelgemische 27 in mehreren hintereinander geschalteten Sortiervorrichtungen mit einer Kombination derselben in mehrere Fraktionen sortiert werden. Solche weiteren Ausgestaltungen sind im Stammbaum der Fig. 2 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Wie die Fig. 2 weiter zeigt, ist das Schneidwerk 4 mit einer Anzahl walzenförmig oder scheibenförmig angeordneter Messer 40 ausgebildet und kann gegebenenfalls einen Siebboden mit einstellbarer Spaltweite sowie einen Auslaß aufweisen.

Eine erfindungswesentliche Ausgestaltung sieht vor, daß das Schneidwerk 4 mit der Wärmestrecke 6 und der Transporteinrichtung 5 zu einer funktionellen bzw. baulichen Einheit 41 vereinigt sind, wie dies insbesondere in der Fig. 3 gezeigt ist. Diese weist eine insgesamt sehr kompakte Bauart nach Art eines Schran-

kes auf. Darin ist in einem ersten Bauteil 42 der Shredder 4 mit den Messern 40 angeordnet. Diesem ist ein Einwurfschacht 43 zugeordnet, durch den auf völlig ungeübte Personen, d.h. kein Fachpersonal, gefahrlos Kunststoffteile wie Becher, Flaschen, Schaumstoffe und dergleichen zur nachfolgenden Zerkleinerung durch den Shredder 4 einwerfen können. Die dann zerkleinerten Partikel bzw. Flocken 25 werden durch die Transporteinrichtung 5, bspw. ein wärmeunempfindliches Transportband, durch die Wärmestrecke 6 transportiert und dabei durch die Wärmequelle 7 aufgeheizt. Diese ist im zweiten Bauteil 44 enthalten, wobei am Abwurfende der Transporteinrichtung 5 der Sammelbehälter 8 in einer ausziehbaren Schublade 45 enthalten ist. Dieser wird dann vom Betriebspersonal der Sammelstelle von Zeit zu Zeit in einen größeren Container entleert und dann entsprechend der Darstellung in Fig. 2 mit einem Transportfahrzeug 9 von Zeit zu Zeit in die zentrale Aufbereitungsanlage 30 transportiert.

In der zentralen Aufbereitungsanlage 30 können die versprödeten Partikel 26 in eine nach oben streng begrenzte Partikelgröße überführt werden. Nicht geschrumpfte, und somit nicht versprödete Kunststoffteile anderer Sorten sowie Etiketten-, Papier- oder Klebestreifenreste, welche in der Praxis häufig in den erfindungsgemäßen Maschinen ebenfalls mitzerkleinert werden, werden in der erfindungsgemäß verwendeten Zerkleinerungsvorrichtung 32, einem Zweiwalzen-Brechwerk nicht zerkleinert. Dadurch kann bspw. mittels einer einfachen Siebung oder durch andere geeignete Trennvorrichtungen wie Windsichter oder Schüttelrinnen die Trennung dieser Fremdstoffe vom Zielthermoplasten vorgenommen werden. Man erhält auf diese Weise eine sortenrein aufbereitete, rieselfähige Altkunststofffraktion A, die in dieser Form einer Kunststoffverarbeitung zugeführt werden kann. Die andere Fraktion B enthält entweder eine weitere Kunststoffsorte oder auch mehrere Kunststoffsorten mit Verunreinigungen, welche nachfolgend nach Wahl in weitere Fraktionen sortiert bzw. zerlegt werden kann.

Für den Einsatz an dezentralen Stellen des Anfalles 2 ist die kompakte Bauweise der integrierten baulichen Einheit 41 nach Fig. 3 mit Schneidwerk 4, Wärmestrecke 6 und Sammelbehälter 8 in einer

schrankartigen Verschalung 42, 44, 45 von besonderem Vorteil, weil sie überall dort einsetzbar ist, wo Altstoffe anfallen, also in allen dezentralen Sammelstellen vor Ort, bspw. in Hausgemeinschaften größerer Wohnblocks, bei Märkten von Handelsketten und dergleichen. Dadurch wird es möglich, eine flächendeckende Erfassung bspw. in Ballungsgebieten durchzuführen, ohne die ein wirklich leistungsfähiges Recycling von Kunststoffabfällen nicht möglich ist. Die kompakte Einheit 41 dieser Vorrichtung benötigt weiterhin keine höheren Energieeinspeisungen als andere gängige Haushaltsmaschinen wie bspw. Waschmaschinen etc. und kann von jedem Laien ohne vorherige Instruktion bedient werden. Die vorbereitenden Arbeitsschritte a) und b) vor der Endaufbereitung in der zentralen Aufbereitungsanlage 30 führen auch bereits zu einer Trennung von Verbundmaterialien, die das nachfolgende Gewinnen einer Fraktion von Zielthermoplasten Vorschub leistet. Bekanntermaßen findet - zumindest teilweise - eine Verbundtrennung bei einigen Verbundkombinationen bereits während eines Zerkleinerungsprozesses statt. Voraussetzung dazu ist ein ausreichend sprödes Verhalten mindestens einer der Verbundkomponenten. Überraschenderweise zeigt sich, daß bereits die selektive Relaxation von Verbundmaterialien, die einen Zielthermoplasten enthalten, zu einer weitgehenden Verbundtrennung führt. Dies kann darauf zurückgeführt werden, daß die während der Relaxation freigesetzte Schrumpfspannung auch auf die Grenzfläche zwischen den Verbundmaterialien wirksam wird und dort unter Erweichung der Haftschicht zu einem Abschälen der schrumpfenden Komponente führt. Auch bei der weiteren Sortierung, die häufig durch mechanische Einwirkung wie Vibrationen, Prallkräfte und ähnliches unterstützt wird, kann eine Trennung von zuvor versprödeten Zielthermoplasten erfolgen. Somit kann eine Verbundtrennung beim erfindungsgemäßen Verfahren je nach Zusammensetzung und Beschaffenheit des Gutes sowohl während der Verfahrensschritte a) und b), als auch während der Verfahrensschritte c) und d) erfolgen.

Die Sortierung des Zielthermoplasten aus dem Gemenge ist der letzte Verfahrensschritt. Die vorhergehenden Verfahrensschritte dienen dazu, das Gemenge oder die Verbundmaterialien in eine solche Form zu überführen, daß darin der Zielthermoplast als

kleines Partikel vorliegt, während die anderen Gemengekomponenten die durch die anfängliche Vorzerkleinerung vorgegebene Größe aufweisen.

Bei den sich mehr und mehr durchsetzenden bzw. in Zukunft zu erwartenden Sammel- und Sortiermethoden für Altprodukte entstehen an vielen Stellen vorsortierte Gemenge von Altprodukten bzw. Altstoffen. Es existieren bereits Annahmestellen, die Produktgruppen spezifische Sammlungen, bspw. von Polystyrol-Schaumstoffen (EPS) durchführen. Bei der Sortierung von Wertstoffsammlungen werden bspw. Becher und Blister oder Hohlkörper als einzelne Fraktionen gewonnen. Solche Altstoffgemenge, die neben thermoplastischen Kunststoffen auch andere Wertstoffe enthalten, entstehen bei der Produktdemontage, bspw. von KFZ- oder Haushaltsgeräten. Als Eingangskriterium für die erfindungsgemäß zu behandelnden Verbundmaterialien oder Altstoffgemenge gilt, daß nur solche Stoffe zulässig sein sollen, die nicht von sich aus bereits zu spröde sind, um während des Verfahrens weiter versprödet zu werden, so daß sie unter den gegebenen Verfahrensbedingungen neben dem Zielthermoplasten ebenfalls in kleine Partikel überführt und daraufhin nur ungenau sortiert werden können. Andererseits sind solche Abfälle für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet, die neben dem selektiv relaxierbaren Zielthermoplasten andere nicht sprödhafte Kunststoffe, Papier oder dünnwandige Metallteile wie Aluminiumfolien enthalten. Besonders gut geeignete Zielthermoplasten sind bspw. PS und PS-Compounds, PET, PA, CA sowie PE, PP, PVC, sofern diese nicht speziell weich-elastisch eingestellt sind. In der vorsortierten Fraktion können zum Teil andere Stoffe zunächst mit dem Zielthermoplasten verbleiben. Von diesem können sie zu einem späteren Zeitpunkt in einem weiteren Aufbereitungs- oder Sortierungsschritt getrennt werden, sofern sie nicht im Sekundärprodukt verbleiben können.

Die Erfindung befaßt sich - wie zuvor erwähnt wurde - u.a. mit der Aufbereitung von Kunststoffsorten aus Verbundmaterialien, Verbundbauteilen, Verbundprodukten oder dergleichen, die u.a. im Gemenge auch mit Fremdmaterialien als Aufgabegut vorliegen.

Das Aufgabegut wird auf ein Fließbett eines Eigenfrequenzförderers aufgegeben und dort während der Förderung auf die für das Relaxieren des zu sortierenden Thermoplasten notwendige Temperatur erwärmt. Bei der Relaxation stellt sich die gewünschte Verbundtrennung und/oder Volumenreduzierung des zu sortierenden Thermoplasten ein. Im Anschluß an dieses beheizte Fließbett gelangt das Fördergut auf ein Fließbett, das mit einem Siebboden (Lochblech) versehen ist. Optional kann auch bereits das Fließbett mit einem Sieb versehen sein, bei dem die Erwärmung stattfindet, so daß geschrumpfte Partikel direkt das Fließbett durch das Sieb passieren. Die relaxierten Thermoplastpartikel fallen durch das Sieb, während alle anderen Materialien weitergefördert werden. Der relaxierte Thermoplast kann somit separat abgeführt werden.

Liegen im Aufgabegut mehrere verstreckte Thermoplaste unterschiedlicher Sorten vor, so können diese durch Hintereinanderschaltung mehrerer erfindungsgemäßer Fließbettstrecken jeweils nach dem Durchlaufen der für den verstreckten Thermoplasten charakteristischen Relaxationstemperatur voneinander und aus dem Gemenge getrennt werden.

Beispielsweise sollen Schaumstoff-Flocken behandelt werden, wie sie aus der Zerkleinerung von Schaumstoffprodukten resultieren. In dem Aufgabegut liegen PS, PE, PP, PU und auch mineralische Schaumstoffe vor. Die Flockengröße beträgt durch die Verwendung eines Zerkleinerungsaggregates etwa 10 x 30 x 20 mm.

Es wird ein Wendelförderer eingesetzt, der drei Erwärmungszonen mit jeweils anschließenden Siebzonen hintereinander aufweist. In der ersten Erwärmungszone wird das Aufgabegut auf 100 bis 105 °C erwärmt, wodurch die PS-Flocken schrumpfen. Aufgrund der Vibration schrumpfen die Flocken immer als vereinzelte Partikel. In der anschließenden Siebstrecke wird das PS abgesiebt. In der nächsten Erwärmungsstrecke wird eine Temperatur von 135 - 140 °C erreicht, wodurch das PE schrumpft und in der anschließenden Siebstrecke abgesiebt wird. In der dritten Erwärmungsstufe schrumpft das PP bei 150 - 160 °C und wird anschließend abge-

siebt. Die abgesiebten Fraktionen können anschließend erfindungsgemäß weiter aufbereitet werden.

In der Überlauf-Fraktion verbleiben die PU und die mineralischen Schaumstoff-Flocken sowie eventuelle Etiketten oder Klebestreifen, die zuvor mit einem der separierten Schaumstoffe im Verbund vorgelegen haben. Alle Thermoplasten wurden sortiert und können einem sortenreinen Umschmelzrecycling zugeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung und Aufbereitung von verstreckte Kunststoffe enthaltenden Abfällen, wobei diese in einer Folge von Arbeitsschritten:

a) in einer ersten Zerkleinerungsstufe unter Verwendung eines Schneidwerkes wie Zweiwellen.Schneidwerk bzw. Shredder zu einem volumenreduzierten Partikelgemisch verarbeitet werden und dieses

b) im Durchlauf durch eine an die Zerkleinerungsstufe anschließende bzw. dieser vorgeschaltete Wärmestrecke einer selektiven Erwärmung bis zum Erreichen der Relaxationstemperatur eines im Partikelgemisch enthaltenen Anteils an verstreckten Kunststoffen unterzogen wird und diese Ziel-Kunststoffanteile dabei unter einer weiteren Volumenreduktion geschrumpft und versprödet werden, worauf

c) das dabei anfallende und eine Fraktion geschrumpfter und versprödeter Kunststoff-Partikel einer Sorte und wenigstens eine weitere Fraktion ungeschrumpfter Partikel einer oder mehrerer anderer Kunststoffsorten sowie eine restliche Fraktion Fremdstoffe wie Papier etc. enthaltende Partikel-Gemisch einer Nachzerkleinerung unterzogen und das Zerkleinerungsgut

d) durch Anwendung eines Trenn- bzw. Sortierungsverfahrens im Durchlauf durch eine geeignete Trenn- bzw. Sortiervorrichtung einer Trennung bzw. Sortierung in die unter c) genannten Fraktionen unterzogen wird,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß die Schritte a) und b) vor Ort an den jeweiligen Stellen des Anfalls bzw. der Erfassung der Abfälle vorgenommen werden, wobei das anfallende und erfaßte voraufbereitete Partikelgemisch zu transportgerechten Chargen gesammelt und zusammengestellt und sodann chargenweise zu einer zentralen Sammel- und Aufbereitungsanlage transportiert wird, und daß die angelieferten Chargen in der zentralen Sammel- und Aufbereitungsanlage vor der Weiterverarbeitung bevorratet und gegebenenfalls dabei vermischt werden, und daß schließlich die Arbeitsschritte c) und d) in der zentralen Aufbereitungsanlage durchgeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß schwer zerkleinerbare Kunststoff-Anteile wie Fasern, Folien, Schaumstoffe, Becher- und/oder Schalenverpackungen etc. vor dem ersten Arbeitsschritt a) thermisch vorbehandelt und dabei fallweise erweicht oder versprödet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Kunststoff-Anteile mit Verbundmaterialien, Verbundbauteilen oder dergleichen oder deren Gemenge zunächst als Aufgabegut im Fließbett erwärmt werden, so daß der erste zu sortierende Thermoplast schrumpft und dieser dann in einem weiterführenden Sieb-Fließbett, das in seiner Siebweite auf die obere Größe der geschrumpften Partikel abgestimmt ist, von den ungeschrumpften Materialien sortiert und getrennt abgeführt wird, wobei zur Sortierung mehrerer verstreckten Thermoplaste mehrere Erwärmungs- und Sieb-Fließbette so hintereinander geschaltet werden können, daß durch eine stufenweise Temperaturerhöhung des Aufgabegutes die Thermoplasten bei den ihrer Sorte entsprechenden Temperaturen schrumpfen.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das vorzerkleinerte Partikelgemisch einer selektiven

Erwärmung durch Konvektionswärme und Schwerkraftsortierung z.B. in einem Heißluft-Wirbelbett unterzogen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das vorzerkleinerte Partikelgemisch einer selektiven Erwärmung durch Infrarotstrahlungswärme unterzogen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das vorzerkleinerte Partikelgemisch einer selektiven Erwärmung im Durchlauf durch ein Hochfrequenzfeld unterzogen wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein auf Relaxationstemperatur gebrachtes Gemenge vor einem weiteren Zerkleinerungsschritt zwischengekühlt wird.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein geschrumpfte und versprödete sowie andere Partikel enthaltendes Gemisch durch Anwendung einer Prall-Zerkleinerung selektiv zerkleinert wird.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein geschrumpfte und versprödete sowie andere Partikel enthaltendes Gemisch durch Quetschung im Durchlauf durch einen Walzenspalt eines Zweiwalzen-Brechwerks selektiv zerkleinert wird, wobei durch gezielte Einstellung des Walzenspaltes die Partikelgröße des Zerkleinerungsproduktes vorgegeben wird.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sortierung der im Gemenge nach Versprödung und selektiver Nachzerkleinerung anfallenden Partikel in eine

den Zielkunststoff enthaltende und andere Kunststoffe oder Stoffe enthaltende Fraktionen durch Siebung erfolgt.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Sortierung des im Gemenge anfallenden versprödeten und/oder nachzerkleinerten Partikelkollektivs mittels anderer Sortierungsverfahren wie Windsichtung, Magnetsichtung, Schwimm/Sink-Scheidung, Vibration oder eine Kombination dieser Verfahren vorgenommen wird.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Abfall vor dem ersten Aufbereitungsschritt a) Störstoffe durch Lesung oder Handsortierung entfernt werden.

13. Vorrichtung zur Erfassung und Aufbereitung von verstreckte Kunststoffe enthaltenden Abfällen, insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß diese für die Arbeitsschritte a) und b) ein Schneidwerk (4) mit einer Anzahl walzenförmig oder scheibenförmig angeordneter Messer (40) aufweist, welches gegebenenfalls einen Siebboden mit vorzugsweise einstellbarer Spaltweite sowie einen Auslaß umfaßt, und daß anschließend an dieses eine Wärmestrecke (6) angeordnet und mit dem Schneidwerk (4) zu einer funktionellen bzw. baulichen Einheit (41) vereinigt ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmestrecke (6) eine Transporteinrichtung (5) wie Förderband, Schüttelrutsche, Vibrorinne etc. aufweist, welcher eine Vorrichtung zur Wärmeerzeugung bzw. -übertragung zugeordnet ist, wobei diese Vorrichtung ein Heißluftgenerator bzw. Infrarotstrahler bzw. Hochfrequenzfelderzeuger im Bereich der Wärmestrecke (6) ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Wärmestrecke (6) ein Heißluft-Wirbelbett aufweist oder als solches ausgebildet ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Wärmestrecke (6) im Fall von Kunststoffsorten aus Verbundprodukten oder Gemengen ein alternierend mit wenigstens einem Sieb und wenigstens einer Erwärmungszone ausgestatteter Eigenfrequenzförderer ist.

17. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß dem Vorzerkleinerungs-Schneidwerk (4) eine Wärmestrecke (6) vorgeschaltet ist.

18. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 17,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Wärmestrecke (6) eine Vorrichtung (32) zur selektiven Zerkleinerung des geschrumpften und versprödeten Zielkunststoffes nachgeordnet und diese als Prallbecher ausgebildet ist.

19. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 18,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Vorrichtung zur selektiven Zerkleinerung als Zweiwalzen-Brechwerk (32) ausgebildet ist.

20. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 19,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Vorrichtung zur selektiven Zerkleinerung eine Sortiervorrichtung nachgeordnet ist und diese als Siebmaschine (35) ausgebildet ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Sortiervorrichtung (35) als Windsichter bzw. Magnetsichter bzw. Schwimm/Sink-Scheider bzw. Schüttelrinne etc. ausgebildet ist.

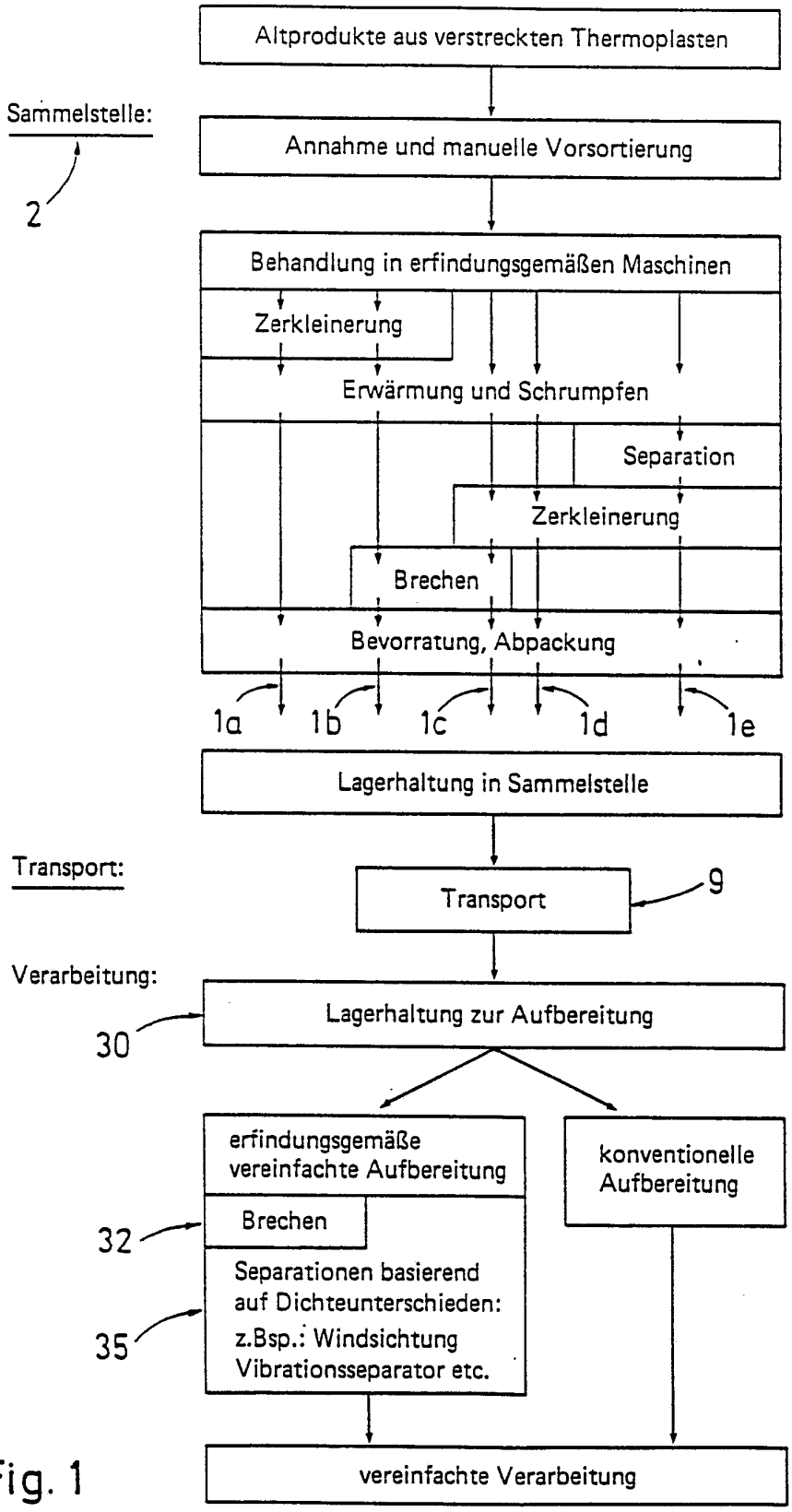

Altprodukte aus verstreckten Thermoplasten
Sammelstelle:
Annahme und manuelle Vorsortierung
2
Behandlung in erfindungsgemäßen Maschinen
Zerkleinerung
Erwärmung und Schrumpfen
Separation
Zerkleinerung
Brechen
Bevorratung, Abpackung
1a
1b
1c
1d
1e
Lagerhaltung in Sammelstelle
Transport:
Transport
9
Verarbeitung:
Lagerhaltung zur Aufbereitung
30
erfindungsgemäße vereinfachte Aufbereitung
konventionelle Aufbereitung
Brechen
32
Separationen basierend auf Dichteunterschieden:
z.Bsp.: Windsichtung
Vibrationsseparator etc.
35
vereinfachte Verarbeitung

Fig. 1

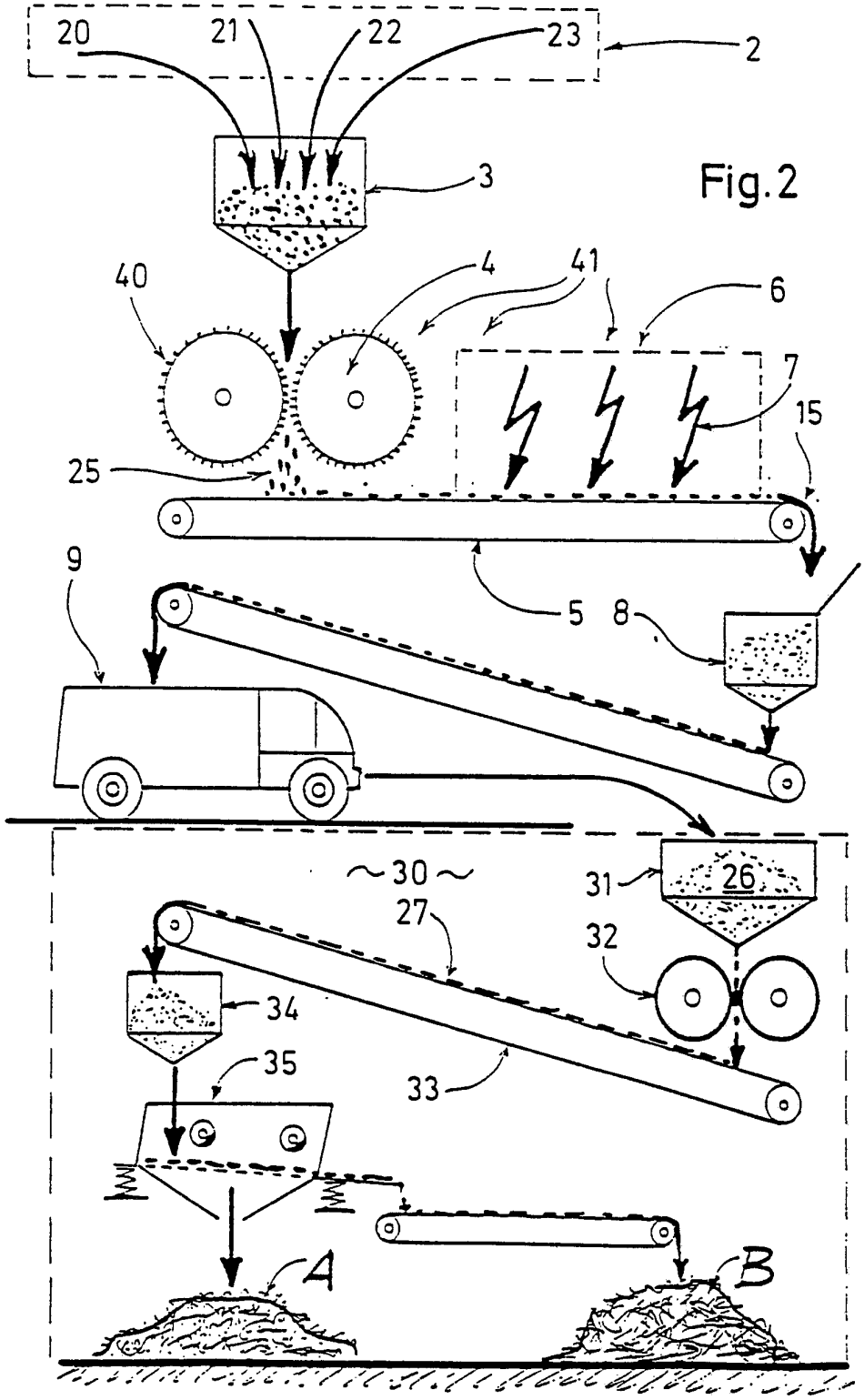


Fig.2

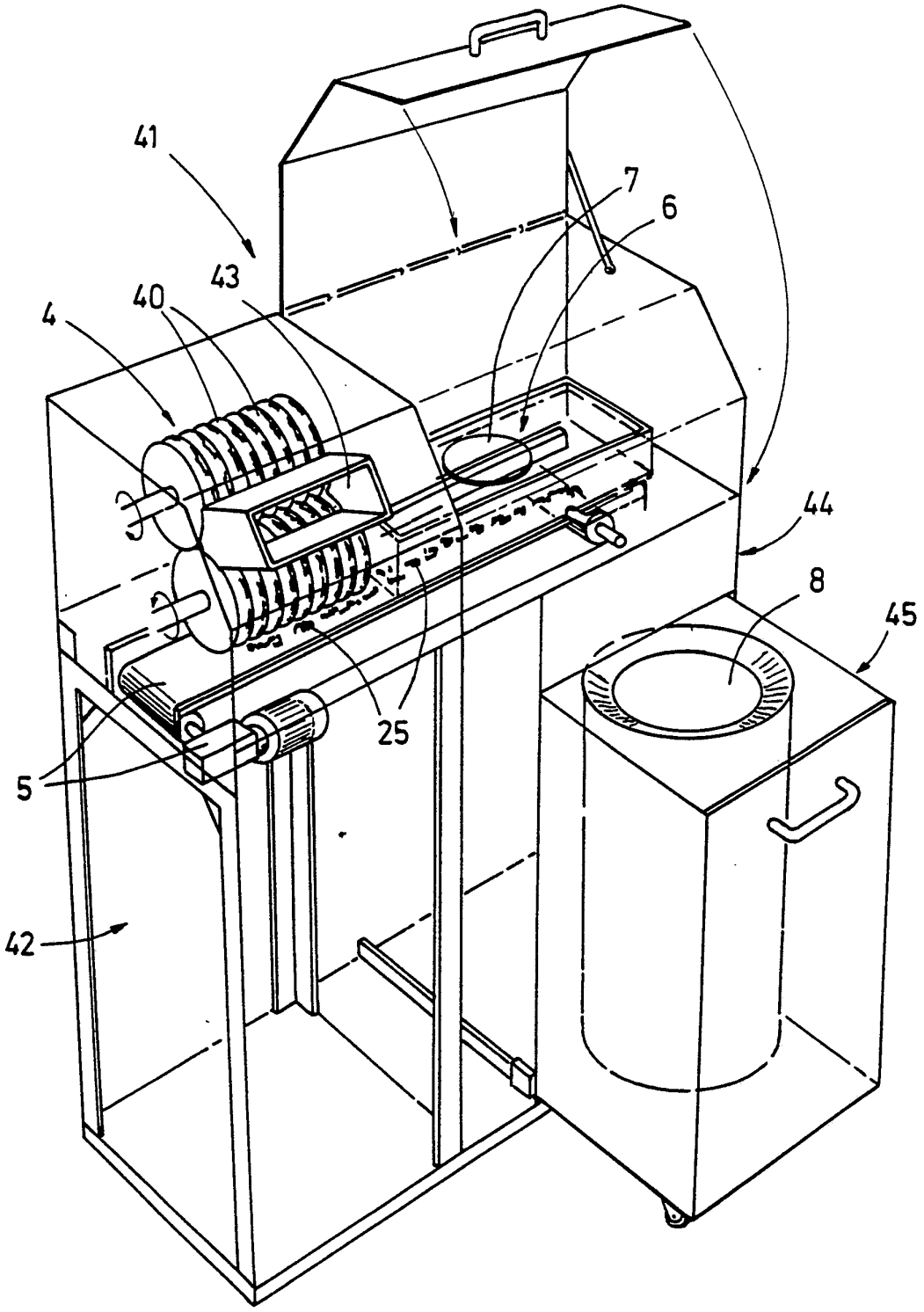


Fig. 3