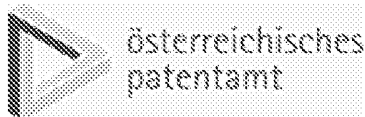


(19)



(10)

**AT 512145 B1 2015-02-15**

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1500/2011  
 (22) Anmeldetag: 14.10.2011  
 (45) Veröffentlicht am: 15.02.2015

(51) Int. Cl.: **B29B 17/04** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
 WO 8802684 A1  
 WO 2004108380 A1

(73) Patentinhaber:  
 EREMA ENGINEERING RECYCLING  
 MASCHINEN UND ANLAGEN  
 GESELLSCHAFT M.B.H.  
 4052 ANSFELDEN (AT)

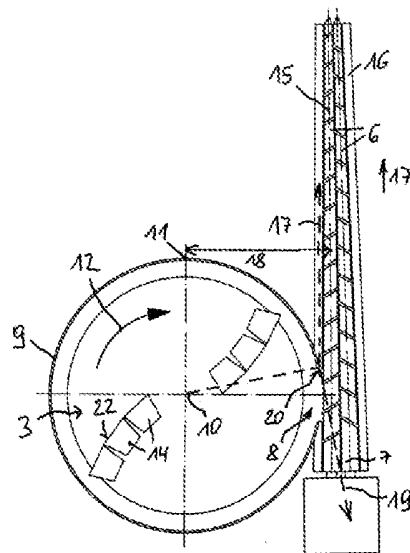
(74) Vertreter:  
 WILDHACK & JELLINEK PATENTANWÄLTE  
 OG  
 WIEN

### (54) VORRICHTUNG ZUM AUFBEREITEN VON KUNSTSTOFFMATERIAL

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Vorbehandeln und anschließenden Fördern oder Plastifizieren von Kunststoffen mit einem Behälter (1) mit einem um eine Drehachse (10) drehbaren Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeug (3), wobei in einer Seitenwand (9) eine Öffnung (8) ausgebildet ist, durch die das Kunststoffmaterial ausbringbar ist, wobei ein Mehrschnecken-Förderer (5) vorgesehen ist, mit zumindest zwei in einem Gehäuse (16) rotierenden Schnecken (6).

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die gedachte Verlängerung der Längsachse (15) des Förderers (5) entgegen der Förderrichtung (17) an der Drehachse (10) vorbeiführt, wobei die Längsachse (15) der dem Behälter (1) nächsten Schnecke (6) ablaufseilig zu der zur Längsachse (15) parallelen Radialen (11) um einen Abstand (18) versetzt ist, und dass die beiden der Einzugsöffnung (80) nächstliegenden Schnecken (6) zueinander gegenläufig sind.

Fig. 2



## Beschreibung

### VORRICHTUNG ZUM AUFBEREITEN VON KUNSTSTOFFMATERIAL

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind zahlreiche ähnliche Vorrichtungen unterschiedlicher Bauart bekannt, umfassend einen Aufnahmebehälter bzw. Schneidverdichter zum Zerkleinern, Erwärmen, Erweichen und Aufbereiten eines zu recycelnden Kunststoffmaterials sowie einen daran angeschlossenen Förderer bzw. Extruder zum Aufschmelzen des derart vorbereiteten Materials. Ziel ist es dabei, ein qualitativ möglichst hochwertiges Endprodukt, zumeist in Form eines Granulates, zu erhalten.

**[0003]** So sind beispielsweise in der EP 123 771 oder der EP 303 929 Vorrichtungen mit einem Aufnahmebehälter und einem daran angeschlossenen Extruder beschrieben, wobei das dem Aufnahmebehälter zugeführte Kunststoffmaterial durch Rotieren der Zerkleinerungs- und Mischwerkzeuge zerkleinert und in Thrombenumlauf gebracht und durch die eingebrachte Energie gleichzeitig erwärmt wird. Dadurch bildet sich eine Mischung mit ausreichend guter thermischer Homogenität aus. Diese Mischung wird nach entsprechender Verweilzeit aus dem Aufnahmebehälter in den Schneckenextruder ausgetragen, gefördert und dabei plastifiziert bzw. aufgeschmolzen. Der Schneckenextruder ist dabei etwa auf der Höhe der Zerkleinerungswerkzeuge angeordnet. Auf diese Weise werden die erweichten Kunststoffteilchen durch die Mischwerkzeuge aktiv in den Extruder gedrückt bzw. gestopft.

**[0004]** Auch ist es grundsätzlich bekannt, Doppelschneckenextruder einzusetzen und diese an derartige Schneidverdichter anzubinden.

**[0005]** Viele dieser seit langem bekannten Konstruktionen befriedigen allerdings nicht im Hinblick auf die am Ausgang der Schnecke erhaltene Qualität des bearbeiteten Kunststoffmaterials und/oder im Hinblick auf den Durchsatz der Schnecke. Vor allem beim Einsatz von Doppelschnecken gelten besondere Betrachtungen, die nicht von den Ergebnissen bei Einzelschnecken übertragbar sind.

**[0006]** Je nach ihrem Achsabstand zwischen den Schnecke und ihrer relativen Rotationsrichtung kann man zwischen gleichläufigen (Gleichdrall) und gegenläufigen (Gegendrall) sowie tangierenden und dichtkämmenden Doppelschneckenförderern oder -extrudern unterscheiden.

**[0007]** Bei gegenläufigen Schnecken drehen sich die beiden Schnecken in zueinander entgegengesetzte Richtungen.

**[0008]** Jede dieser Arten hat besondere Einsatzgebiete und Einsatzzwecke. Die Förderung und der Druckaufbau werden beim gleichläufigen Doppelschneckenextruder im Wesentlichen durch die Reibung des mit der Schnecke mitrotierenden Materials an der stehenden Gehäusewand bewirkt, die Förderung entsteht hauptsächlich aus einer Schleppströmung. Beim gegenläufigen Doppelschneckenextruder überwiegt hingegen das Prinzip der Zwangsförderung.

**[0009]** Von wesentlicher Bedeutung für die Endqualität des Produktes ist einerseits die Qualität des aus dem Schneidverdichter in den Förderer oder Extruder gelangenden vorbehandelten bzw. erweichten Polymermaterials und weiters die Situation beim Einzug und der Förderung bzw. der allfälligen Extrusion. Hier sind unter anderem die Länge der einzelnen Bereiche bzw. Zonen der Schnecke, sowie die Parameter der Schnecke, z.B. deren Dicke, Gangtiefen etc. relevant.

**[0010]** Bei den hier vorliegenden Schneidverdichter-Förderer-Kombinationen liegen demnach besondere Verhältnisse vor, da das Material, das in den Förderer gelangt, nicht direkt, unbehandelt und kalt eingebracht wird, sondern bereits im Schneidverdichter vorbehandelt wurde, d.h. erwärmt, erweicht und/oder teilkristallisiert, etc. wurde. Dies ist mitentscheidend für den Einzug und die Qualität des Materials.

**[0011]** Die beiden Systeme, also der Schneidverdichter und der Förderer, beeinflussen sich

gegenseitig, und die Ergebnisse des Einzugs und der weiteren Förderung bzw. allfälligen Verdichtung hängen stark von der Vorbehandlung und der Konsistenz des Materials ab.

**[0012]** Ein wichtiger Bereich ist demnach die Schnittstelle zwischen dem Schneidverdichter und dem Förderer, also der Bereich, wo das homogenisierte vorbehandelte Material vom Schneidverdichter in den Förderer bzw. Extruder übergeführt wird. Einerseits ist dies eine rein mechanische Problemstelle, da hier zwei unterschiedlich arbeitende Vorrichtungen miteinander gekoppelt werden müssen. Zudem ist diese Schnittstelle auch für das Polymermaterial heikel, da das Material hier meist nahe dem Schmelzbereich in einem stark erweichtem Zustand vorliegt, aber nicht schmelzen darf. Ist die Temperatur zu gering, so sinkt der Durchsatz und die Qualität, ist die Temperatur zu hoch und findet an manchen Stellen eine unerwünschte Aufschmelzung statt, so verstopft der Einzug.

**[0013]** Außerdem ist eine genaue Dosierung und Fütterung des Förderers schwierig, da es sich um ein geschlossenes System handelt und kein direkter Zugang zum Einzug besteht, sondern die Fütterung des Materials aus dem Schneidverdichter heraus erfolgt, also nicht unmittelbar, beispielsweise über einen gravimetrischen Dosierer, beeinflusst werden kann.

**[0014]** Es ist also entscheidend, diesen Übergang sowohl mechanisch überlegt, also auch mit Verständnis für die Polymereigenschaften, auszuführen und gleichzeitig auf die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses zu achten, also auf hohen Durchsatz und entsprechende Qualität. Hier sind teils gegensätzliche Voraussetzungen zu beachten.

**[0015]** Gegenläufige Mehr- oder Doppelschneckenförderer besitzen in der Regel ein sehr gutes Einzugsverhalten. Allerdings ist die Rückwärtsentlüftung an der Einfüllöffnung entsprechend schlecht. Die Scherleistung bzw. die Schergeschwindigkeit bzw. die Einbringung von Energie in das Material einer gegenläufigen Doppelschnecke ist allerdings gering. Auch die distributive Mischwirkung solcher Systeme ist erfahrungsgemäß schlechter als bei einer Einzelschnecke und bei gleichlaufenden Doppelschnecken. Allerdings kann mit solchen Systemen ein entsprechender Druck aufgebaut werden, um am Extruderende entsprechende Werkzeuge wie z.B. Profildüsen anzuschließen.

**[0016]** Gerade bei Systemen, bei denen ein Förderer oder Extruder an einen Schneidverdichter angeschlossen ist, ist der Einzug bzw. die Fütterung in den Doppelschneckenförderer allerdings alles andere als einfach einstellbar und kann z.B. die Dosierung nicht über einen gravimetrischen Dosierer erfolgen. Im Gegenteil, im Schneidverdichter bewirken die umlaufenden Misch- und Zerkleinerungswerkzeuge eine kontinuierliche Fütterung der vorbehandelten, erweichten Teilchen bzw. einen kontinuierlichen Materialstrom zur Einzugsöffnung des Förderers oder Extruders hin.

**[0017]** Hinzu kommt, dass den bekannten Vorrichtungen weiters gemeinsam ist, dass die Förder- bzw. Drehrichtung der Misch- und Zerkleinerungswerkzeuge und damit die Richtung, in der die Materialteilchen im Aufnahmebehälter umlaufen, und die Förderrichtung des Förderers, insbesondere eines Extruders, im Wesentlichen gleich bzw. gleichsinnig sind. Diese bewusst so gewählte Anordnung war durch den Wunsch geleitet, das Material möglichst in die Schnecke zu stopfen bzw. diese zwangszufüttern. Dieser Gedanke, die Teilchen in Schneckenförderrichtung in die Förder- bzw. Extruderschnecke zu stopfen, war auch durchaus naheliegend und entsprach den gängigen Vorstellungen des Fachmannes, da die Teilchen dadurch nicht ihre Bewegungsrichtung umkehren müssen und somit keine zusätzliche Kraft für die Richtungsumkehr aufzuwenden ist. Es wurde dabei und bei davon ausgehenden Weiterentwicklungen immer danach getrachtet, eine möglichst hohe Schneckenauffüllung und eine Verstärkung dieses Stopfeffektes zu schaffen. Beispielsweise wurde auch versucht, den Einzugsbereich des Extruders konusartig zu erweitern oder die Zerkleinerungswerkzeuge sichelförmig zu krümmen, damit diese das erweichte Material spachtelartig in die Schnecke füttern können. Durch die zulaufseitige Versetzung des Extruders von einer radialen in eine tangential Position zum Behälter, wurde der Stopfeffekt noch weiter verstärkt und das Kunststoffmaterial vom umlaufenden Werkzeug noch stärker in den Extruder hineingefördert bzw. -gedrückt.

**[0018]** Derartige Vorrichtungen sind grundsätzlich funktionsfähig und arbeiten zufriedenstellend, wenngleich auch mit wiederkehrenden Problemen:

**[0019]** So wurde, beispielsweise bei Materialien mit einem geringen Energieinhalt, wie z.B. PET-Fasern oder -folien, oder bei Materialien mit einem frühen Klebrigkeits- oder Erweichungspunkt, wie z.B. Polymilchsäure (PLA), immer wieder der Effekt beobachtet, dass das bewusste gleichsinnige Stopfen des Kunststoffmaterials in den Einzugsbereich des Extruders oder Förderers unter Druck zu einem frühzeitigen Aufschmelzen des Materials unmittelbar nach oder auch im Einzugsbereich des Extruders bzw. der Schnecke führt. Dadurch verringert sich einerseits die Förderwirkung der Schnecke, zudem kann es auch zu einem teilweisen Rückfluss dieser Schmelze in den Bereich des Schneidverdichters bzw. Aufnahmebehälters kommen, was dazu führt, dass sich noch ungeschmolzene Flakes an die Schmelze anhaften, dadurch die Schmelze wieder abkühlt und teilweise erstarrt und sich auf diese Weise ein geschwulstartiges Gebilde bzw. Konglomerat aus teilweise erstarrter Schmelze und festen Kunststoffteilchen bildet. Dadurch verstopft der Einzug und verkleben die Misch- und Zerkleinerungswerkzeuge. In weiterer Folge verringert sich der Durchsatz bzw. Ausstoß des Förderers bzw. Extruders, da keine ausreichende Befüllung der Schnecke mehr vorliegt. Zudem können sich dabei die Misch- und Zerkleinerungswerkzeuge festfahren. In der Regel muss in solchen Fällen die Anlage abgestellt werden und vollständig gesäubert werden.

**[0020]** Außerdem treten Probleme bei solchen Polymermaterialien auf, die im Schneidverdichter bereits bis nahe an ihren Schmelzbereich erwärmt wurden. Wird hierbei der Einzugsbereich überfüllt, schmilzt das Material auf und der Einzug lässt nach.

**[0021]** Auch bei, meist verstreckten, streifigen, faserigen Materialien mit einer gewissen Längenausdehnung und einer geringen Dicke bzw. Steifigkeit, also beispielsweise bei in Streifen geschnittenen Kunststofffolien, ergeben sich Probleme. Dies in erster Linie dadurch, dass sich das längliche Material am ablaufseitigen Ende der Einzugsöffnung der Schnecke festhängt, wobei ein Ende des Streifens in den Aufnahmebehälter ragt und das andere Ende in den Einzugsbereich. Da sowohl die Mischwerkzeuge als auch die Schnecke gleichsinnig laufen bzw. die gleiche Förderrichtungs- und Druckkomponente auf das Material ausüben, werden beide Enden des Streifens in die gleiche Richtung zug- und druckbeaufschlagt und kann sich der Streifen nicht mehr lösen. Dies führt wiederum zu einem Anhäufen des Materials in diesem Bereich, zu einer Verengung des Querschnitts der Einzugsöffnung und zu einem schlechteren Einzugsverhalten und in weiterer Folge zu Durchsatzeinbußen. Außerdem kann es durch den erhöhten Beschickungsdruck in diesem Bereich zu einem Aufschmelzen kommen, wodurch wiederum die eingangs erwähnten Probleme auftreten.

**[0022]** Auch für gegenläufige Doppelschneckenförderer ist somit der Einzug sensibel.

**[0023]** Die vorliegende Erfindung setzt sich damit zur Aufgabe, die erwähnten Nachteile zu überwinden und eine Vorrichtung der eingangs geschilderten Art so zu verbessern, dass auch empfindliche oder streifenförmige Materialien problemlos von den Schnecken eingezogen und bei hoher Materialqualität, mit hohem Durchsatz verarbeitet bzw. behandelt werden können.

**[0024]** Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs erwähnten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

**[0025]** Dabei ist zunächst vorgesehen, dass die gedachte Verlängerung der zentralen Längsachse des Förderers, insbesondere Extruders, wenn dieser nur eine einzige Schnecke aufweist, oder die Längsachse der der Einzugsöffnung nächstliegenden Schnecke, wenn dieser mehr als eine Schnecke aufweist, entgegen der Förderrichtung des Förderers an der Drehachse ohne diese zu schneiden vorbeiführt, wobei die Längsachse des Förderers, wenn dieser eine einzige Schnecke aufweist, oder die Längsachse der der Einzugsöffnung nächstliegenden Schnecke ablaufseitig zu der zur Längsachse parallelen, von der Drehachse des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs in Förderrichtung des Förderers nach außen gerichteten Radialen des Behälters um einen Abstand versetzt ist.

**[0026]** Damit ist die Förderrichtung der Mischwerkzeuge und die Förderrichtung des Förderers

nicht mehr, wie aus dem Stand der Technik bekannt, gleichsinnig, sondern zumindest geringfügig gegensinnig, wodurch der eingangs erwähnte Stopfeffekt verringert wird. Durch die bewusste Umkehrung der Drehrichtung der Misch- und Zerkleinerungswerkzeuge im Vergleich zu bislang bekannten Vorrichtungen, nimmt der Beschickungsdruck auf den Einzugsbereich ab und es verringert sich das Risiko einer Überfüllung. Überschüssiges Material wird auf diese Weise nicht mit übermäßigem Druck in den Einzugsbereich des Förderers gestopft bzw. gespachtelt, sondern im Gegenteil wird überschüssiges Material sogar tendenziell wieder von dort entfernt, sodass zwar immer ausreichend Material im Einzugsbereich vorliegt, jedoch nahezu drucklos bzw. nur mit geringem Druck beaufschlagt wird. Auf diese Weise kann die Schnecke ausreichend befüllt werden und immer ausreichend Material einziehen, ohne dass es zu einer Überfüllung der Schnecke und in weiterer Folge zu lokalen Druckspitzen kommt, bei denen das Material aufschmelzen könnte.

**[0027]** Auf diese Weise wird ein Aufschmelzen des Materials im Bereich des Einzugs verhindert, wodurch sich die betriebliche Effizienz erhöht, die Wartungsintervalle verlängern und die Stehzeiten durch allfällige Reparaturen und Säuberungsmaßnahmen verkürzt werden.

**[0028]** Durch die Verringerung des Beschickungsdruckes reagieren Schieber, mit denen der Befüllungsgrad der Schnecke in bekannter Weise reguliert werden kann, deutlich sensibler und der Füllgrad der Schnecke lässt sich noch genauer einstellen. Insbesondere bei schwereren Materialien, wie etwa Mahlgütern aus High-Density Polyethylen (HDPE) oder PET, lässt sich so leichter der optimale Betriebspunkt der Anlage finden.

**[0029]** Außerdem hat es sich als überraschend vorteilhaft erwiesen, dass Materialien, die schon bis nahe an die Schmelze erweicht wurden, besser bei dem erfindungsgemäßen gegenläufigen Betrieb eingezogen werden. Insbesondere dann, wenn das Material schon in teigigem bzw. erweichtem Zustand vorliegt, schneidet die Schnecke das Material aus dem teigigen Ring, der der Behälterwand naheliegt. Bei einer Drehrichtung in Förderrichtung der Schnecke würde dieser Ring eher weitergeschoben werden und es könnte kein Abschaben durch die Schnecke erfolgen, wodurch der Einzug nachlassen würde. Dies wird durch die erfindungsgemäße Umkehr der Drehrichtung vermieden.

**[0030]** Außerdem können bei der Bearbeitung der oben beschriebenen streifigen bzw. faserigen Materialien die gebildeten Verhängungen bzw. Anhäufungen leichter gelöst werden bzw. werden gar nicht erst ausgebildet, da auf der in Drehrichtung der Mischwerkzeuge ablaufseitigen bzw. stromabwärts gelegenen Kante der Öffnung der Richtungsvektor der Mischwerkzeuge und der Richtungsvektor des Förderers in fast entgegengesetzte oder zumindest geringfügig gegensinnige Richtungen zeigen, wodurch sich ein länglicher Streifen nicht um diese Kante biegen und verhängen kann, sondern von der Mischtrombe im Aufnahmebehälter wieder mitgerissen wird.

**[0031]** Insgesamt verbessert sich durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung das Einzugsverhalten und vergrößert sich der Durchsatz deutlich. Das Gesamtsystem aus Schneidverdichter und Förderer wird dadurch stabiler und leistungsfähiger.

**[0032]** Erfindungsgemäß ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass der Förderer so am Aufnahmebehälter angeordnet ist, dass das Skalarprodukt aus dem tangential zum Flugkreis des radial äußersten Punktes des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs bzw. zum an der Öffnung vorbeistreichenden Kunststoffmaterial und normal zu einer Radialen des Aufnahmebehälters ausgerichteten, in Dreh- bzw. Bewegungsrichtung des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs weisenden Richtungsvektor (Richtungsvektor der Drehrichtung) und dem Richtungsvektor der Förderrichtung des Förderers in jedem einzelnen Punkt bzw. im gesamten Bereich der Öffnung bzw. in jedem einzelnen Punkt bzw. im gesamten Bereich unmittelbar radial vor der Öffnung, null oder negativ ist. Der Bereich unmittelbar radial vor der Öffnung ist als derjenige Bereich vor der Öffnung definiert, bei dem das Material knapp vor dem Durchtritt durch die Öffnung steht, aber noch nicht die Öffnung passiert hat. Auf diese Weise werden die eingangs erwähnten Vorteile erzielt und werden effektiv jegliche durch Stopfeffekte bewirkte Agglomeratbildungen im Bereich der Einzugsöffnung vermieden. Insbesondere kommt es dabei auch nicht

auf die räumliche Anordnung der Mischwerkzeuge und der Schnecke zueinander an, beispielsweise muss die Drehachse nicht normal zur Bodenfläche oder zur Längsachse des Förderers bzw. der Schnecke ausgerichtet sein. Der Richtungsvektor der Drehrichtung und der Richtungsvektor der Förderrichtung liegen in einer, vorzugsweise horizontalen, Ebene, bzw. in einer normal zur Drehachse ausgerichteten Ebene.

**[0033]** Die gegenläufige Doppelschnecke profitiert nun ganz besonders von dem durch die gegenläufig rotierenden Werkzeuge vorhomogenisierten Material aus dem Schneidverdichter. Weiters eignet sich ein derartiges System besonders für temperatur- und scherempfindliche Materialien wie z.B. PLA/Holz-Verbunde. Der Schneidverdichter stopft mit der durch die Drehrichtung bedingten geringeren Stopfkraft schonend in die an sich leicht zu befüllende gegenläufige Doppelschnecke und stellt somit sicher, dass eine Überfüllung unterbleibt und es zu keinem frühzeitigem Aufschmelzen kommt. Das bereits vorhomogenisierte, erwärmte Material wird dann von der mild arbeitenden gegenläufigen Doppelschnecke aufgeschmolzen.

**[0034]** Die Schmelze wird dann meist sofort in ein Profil verarbeitet, insbesondere dann, wenn es sich um WPC (Wood Plastic Compound) und insbesondere um PLA/Langholzfaser-Verbunde handelt. Lange Holzfasern oder Naturfasern lassen sich äußerst schwer in Extrusionssysteme einbringen. Die besondere Drehrichtung der Werkzeuge des Schneidverdichters stellt eine gesicherte Befüllung dieser Fasern sicher, die Anteile bis zu 70-80 Gew.-% am Gesamtverbund haben können.

**[0035]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden durch die folgenden Merkmale beschrieben:

**[0036]** Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn genau zwei Schnecken vorgesehen sind bzw. der Förderer als gegenläufiger Doppelschneckenförderer ausgebildet ist. Hier lassen sich die verlässlichsten Ergebnisse erzielen.

**[0037]** Gemäß einer bevorzugten Weiterentwicklung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schnecken zylindrisch und zueinander parallel ausgebildet sind bzw. dass der Förderer als paralleler Doppelschnecken-Förderer, insbesondere als Doppelschnecken-Extruder, ausgebildet ist.

**[0038]** Gemäß einer alternativen Weiterentwicklung ist vorgesehen, dass die Schnecken konisch ausgebildet ist bzw. dass der Förderer als konischer Doppelschnecken-Förderer oder -extruder ausgebildet ist. Ein derartiger Förderer ist besonders gut für die Aufnahme leichter Schüttgüter geeignet.

**[0039]** Es kann auch vorgesehen ist, dass eine der Schnecken länger ist als die andere(n).

**[0040]** Weiters kann vorgesehen sein, dass die Schnecken zumindest im Bereich der Einzugsöffnung dichtkämmend oder tangierend ausgebildet sind, um auf die Erfordernisse des zu behandelnden Materials eingehen zu können.

**[0041]** Gemäß einer weiteren platzsparenden und effektiv einziehenden vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Querschnitte der Schnecken vertikal übereinander liegen und die Schnecken im unmittelbaren Bereich der Einzugsöffnung, insbesondere symmetrisch zur Mitte der Einzugsöffnung angeordnet und von der Ebene der Einzugsöffnung gleich weit beabstandet sind.

**[0042]** Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Querschnitte der Schnecken schräg übereinander oder horizontal nebeneinander liegen und nur die der Einzugsöffnung nächstliegende Schnecke im unmittelbaren Bereich der Einzugsöffnung angeordnet ist.

**[0043]** In diesem Zusammenhang ist es für das Einzugsverhalten besonders vorteilhaft, wenn sich die der Einzugsöffnung nächstliegende Schnecke, betrachtet vom einzugs- bzw. behälter-nahen, gegebenenfalls motorseitigen, Anfang der Schnecken bzw. von der Einzugsöffnung her, in Richtung zum Ende bzw. zur Austrittsöffnung des Förderers, im Uhrzeigersinn dreht.

**[0044]** Dies ist besonders vorteilhaft für Mahlgüter, da diese im Regelfall sehr rieselfähig sind.

Bei bekannten Vorrichtungen mit üblicher Schneckendrehrichtung wird die Schnecke allein durch den Einfluss der Schwerkraft gefüllt und die Werkzeuge haben nur geringen Einfluss. Dadurch ist es schwierig, Energie in das Material einzubringen, da man vielfach speziell die äußeren Werkzeuge in ihrer Höhe stark reduzieren bzw. oft auch weglassen musste. Dadurch leidet wiederum die Aufschmelzleistung in der Schnecke, da das Material im Schneidverdichter nicht ausreichend erwärmt wurde. Das ist bei Mahlgütern umso kritischer, da Mahlgüter im Vergleich zu Folien relativ dick sind und es umso wichtiger ist, die Partikel auch im Inneren aufzuwärmen.

**[0045]** Dreht man nun die Schneckendrehrichtung um, wird die Schnecke nicht mehr automatisch gefüllt und es sind die Werkzeuge nötig, um das Material in den oberen Bereich der Schnecke zu befördern. Dadurch gelingt es auch, ausreichend Energie in das Material zu bringen, um ein allfälliges späteres Aufschmelzen zu erleichtern. Dies bewirkt in weiterer Folge einen erhöhten Durchsatz sowie eine bessere Qualität, da durch weniger kalte Teilchen die Scherung in der Schnecke reduziert werden kann, was wiederum zu verbesserten MFI-Werte beiträgt.

**[0046]** Vorzugsweise haben beide Schnecken gleichen Durchmesser.

**[0047]** Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung ergibt sich dadurch, dass der Richtungsvektor der Drehrichtung des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs mit dem Richtungsvektor der Förderrichtung des Förderers einen Winkel von größer oder gleich  $90^\circ$  und kleiner oder gleich  $180^\circ$  einschließt, wobei der Winkel im Schnittpunkt der beiden Richtungsvektoren am stromaufwärts zur Dreh- bzw. Bewegungsrichtung gelegenen Rand der Öffnung gemessen wird, insbesondere im am weitesten stromaufwärts gelegenen Punkt auf diesem Rand bzw. der Öffnung. Dadurch wird derjenige Winkelbereich beschrieben, in dem der Förderer am Aufnahmebehälter angeordnet werden muss, um die vorteilhaften Effekte zu erzielen. Dabei kommt es im gesamten Bereich der Öffnung bzw. in jedem einzelnen Punkt der Öffnung zu einer zumindest geringfügigen gegensinnigen Ausrichtung der auf das Material einwirkenden Kräfte bzw. im Extremfall zu einer druckneutralen Querausrichtung. In keinem Punkt der Öffnung ist das Skalarprodukt der Richtungsvektoren der Mischwerkzeuge und der Schnecke positiv, nicht einmal in einem Teilbereich der Öffnung tritt somit eine zu große Stopfwirkung auf.

**[0048]** Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Richtungsvektor der Dreh- bzw. Bewegungsrichtung mit dem Richtungsvektor der Förderrichtung einen Winkel zwischen  $170^\circ$  und  $180^\circ$  einschließt, gemessen im Schnittpunkt der beiden Richtungsvektoren in der Mitte der Öffnung. Eine solche Anordnung trifft beispielsweise zu, wenn der Förderer tangential am Schneidverdichter angeordnet ist.

**[0049]** Um sicherzustellen, dass keine zu große Stopfwirkung auftritt, kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass der Abstand bzw. die Versetzung der Längsachse zur Radialen größer als oder gleich groß wie der halbe Innendurchmesser des Gehäuses des Förderers bzw. der Sacke ist.

**[0050]** Weiters kann es in diesem Sinne vorteilhaft sein, den Abstand bzw. die Versetzung der Längsachse zur Radialen größer gleich 7 %, noch vorteilhafter größer gleich 20 %, des Radius des Aufnahmebehälters zu bemessen. Bei Förderern mit einem verlängerten Einzugsbereich bzw. einer Nutenbuchse oder erweiterten Tasche kann es vorteilhaft sein, wenn dieser Abstand bzw. diese Versetzung größer als oder gleich groß wie der Radius des Aufnahmebehälters ist. Insbesondere trifft dies für Fälle zu, bei denen der Förderer tangential an den Aufnahmebehälter angeschlossen ist bzw. tangential zum Querschnitt des Behälters verläuft.

**[0051]** Dabei ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Längsachse des Förderers bzw. der Schnecke bzw. die Längsachse der der Einzugsöffnung nächstliegenden Schnecke oder die Innenwandung des Gehäuses oder die Umhüllende der Sacke tangential zur Innenseite der Seitenwand des Behälters verläuft, wobei vorzugsweise die Schnecke an ihrer Stirnseite mit einem Antrieb verbunden ist und an ihrem gegenüberliegenden Stirnende zu einer am Stirnende des Gehäuses angeordneten Austrittsöffnung, insbesondere einem Extruderkopf, fördert.

**[0052]** Bei radial versetzt, jedoch nicht tangential angeordneten, Förderern ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass die gedachte Verlängerung der Längsachse des Förderers entgegen der Förderrichtung den Innenraum des Aufnahmebehälters zumindest abschnittsweise als Sekante durchsetzt.

**[0053]** Es ist vorteilhaft, wenn vorgesehen ist, dass die Öffnung unmittelbar und direkt und ohne längere Beabstandung oder Übergabestrecke, z.B. einer Förderschnecke, mit der Einzugsöffnung verbunden ist. Damit ist eine effektive und schonende Materialübergabe möglich.

**[0054]** Die Umkehr der Drehrichtung der im Behälter umlaufenden Misch- und Zerkleinerungswerkzeuge kann keinesfalls nur willkürlich oder aus Versehen erfolgen, und man kann - weder bei den bekannten Vorrichtungen noch bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung - die Mischwerkzeuge nicht ohne Weiteres in Gegenrichtung rotieren lassen, insbesondere deshalb nicht, da die Misch- und Zerkleinerungswerkzeuge in gewisser Weise asymmetrisch bzw. richtungsorientiert so angeordnet sind, dass sie nur auf eine einzige Seite bzw. in eine Richtung wirken. Würde man eine solche Apparatur bewusst in die falsche Richtung drehen, so würde sich weder eine gute Mischtrombe ausbilden, noch würde das Material ausreichend zerkleinert oder erwärmt werden. Jeder Schneidverdichter hat somit seine fix vorgegebene Drehrichtung der Misch- und Zerkleinerungswerkzeuge.

**[0055]** In diesem Zusammenhang ist es besonders vorteilhaft, wenn vorgesehen ist, dass die auf das Kunststoffmaterial einwirkenden in Dreh- bzw. Bewegungsrichtung weisenden vorderen Bereiche bzw. Vorderkanten der Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeuge unterschiedlich ausgebildet, gekrümmt, angestellt bzw. angeordnet sind im Vergleich zu den in Dreh- bzw. Bewegungsrichtung hinteren bzw. nachlaufenden Bereichen.

**[0056]** Eine vorteilhafte Anordnung sieht dabei vor, dass auf dem Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeug Werkzeuge und/oder Messer angeordnet sind, die in Dreh- bzw. Bewegungsrichtung auf das Kunststoffmaterial erwärmend, zerkleinernd und/oder schneidend einwirken. Die Werkzeuge und/oder Messer können entweder direkt an der Welle befestigt sein oder sind vorzugsweise auf einem, insbesondere parallel zur Bodenfläche, angeordneten drehbaren Werkzeugträger bzw. einer Trägerscheibe angeordnet bzw. darin ausgebildet oder daran, gegebenenfalls einstückig, angeformt.

**[0057]** Grundsätzlich sind die erwähnten Effekte nicht nur bei komprimierenden Extrudern bzw. Agglomeratoren relevant, sondern auch bei nicht oder weniger komprimierenden Förderschnecken. Auch hier werden lokale Überfütterungen vermieden.

**[0058]** Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der Aufnahmebehälter im wesentlichen zylindrisch mit einer ebenen Bodenfläche und einer dazu vertikal ausgerichteten zylindermantelförmigen Seitenwand ist. Konstruktiv einfach ist es weiters, wenn die Drehachse mit der zentralen Mittelachse des Aufnahmebehälters zusammenfällt. Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Drehachse oder die zentrale Mittelachse des Behälters vertikal und/oder normal zur Bodenfläche ausgerichtet sind. Durch diese besonderen Geometrien wird das Einzugsverhalten bei einer konstruktiv stabilen und einfach aufgebauten Vorrichtung optimiert.

**[0059]** In diesem Zusammenhang ist es auch vorteilhaft, vorzusehen, dass das Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeug, oder, falls mehrere übereinander angeordnete Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeuge vorgesehen sind, das unterste, bodennächste Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeug, sowie die Öffnung in geringem Abstand zur Bodenfläche, insbesondere im Bereich des untersten Viertels der Höhe des Aufnahmebehälters angeordnet sind. Der Abstand wird dabei definiert und gemessen von der untersten Kante der Öffnung bzw. der Einzugsöffnung bis zum Behälterboden im Randbereich des Behälters. Da die Eckenkante meist gerundet ausgebildet ist, wird der Abstand von der untersten Kante der Öffnung entlang der gedachten Verlängerungen der Seitenwand nach unten bis zur gedachten Verlängerung des Behälterbodens nach außen gemessen. Gut geeignete Abstände sind 10 bis 400 mm.

**[0060]** Weiters ist es für die Bearbeitung vorteilhaft, wenn die radial äußersten Kanten der



Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeuge bis dicht an die Seitenwand heranreichen.

**[0061]** Der Behälter muss nicht unbedingt eine kreiszylindrische Form aufweisen, wenngleich diese Form aus praktischen und fertigungstechnischen Gründen vorteilhaft ist. Von der Kreiszylinderform abweichende Behälterformen, etwa kegelstumpfförmige Behälter oder zylindrische Behälter mit elliptischem oder ovalem Grundriss, müssen auf einen kreiszylindrischen Behälter gleichen Fassungsvermögens umgerechnet werden, unter der Annahme, dass die Höhe dieses fiktiven Behälters gleich dessen Durchmesser ist. Behälterhöhen, die hierbei die sich einstellende Mischtrombe (unter Berücksichtigung des Sicherheitsabstandes) wesentlich übersteigen, bleiben unberücksichtigt, da diese übermäßige Behälterhöhe nicht genutzt wird und daher auf die Materialverarbeitung keinen Einfluss mehr hat.

**[0062]** Unter dem Begriff Förderer werden vorliegend sowohl Anlagen mit nicht komprimierenden oder dekomprimierenden Schnecken, also reine Förderschnecken, als auch Anlagen mit komprimierenden Schnecken, also Extruderschnecken mit agglomerierender oder plastifizierender Wirkung, verstanden.

**[0063]** Unter den Begriffen Extruder bzw. Extruderschnecke werden in vorliegendem Text sowohl Extruder bzw. Schnecken verstanden, mit denen das Material vollständig oder teilweise aufgeschmolzen wird, als auch Extruder, mit denen das erweichte Material nur agglomeriert, jedoch nicht aufgeschmolzen wird. Bei Agglomerierschnecken wird das Material nur kurzzeitig stark komprimiert und geschert, nicht aber plastifiziert. Die Agglomerierschnecke liefert daher an ihrem Ausgang Material, welches nicht vollkommen geschmolzen ist, sondern von nur an ihrer Oberfläche angeschmolzenen Teilchen besteht, die gleichsam einer Sinterung zusammengebackt sind. In beiden Fällen wird jedoch über die Schnecke Druck auf das Material ausgeübt und dieses verdichtet.

**[0064]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung der folgenden nicht einschränkend zu verstehenden Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes, welche in den Zeichnungen schematisch und nicht maßstabsgetreu dargestellt sind:

**[0065]** Fig. 1 zeigt einen Vertikalschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit etwa tangential angeschlossenen Extruder mit übereinanderliegenden Schnecken.

**[0066]** Fig. 2 zeigt einen Horizontalschnitt durch eine alternative Ausführungsform mit etwa tangential angeschlossenen Extruder mit nebeneinanderliegenden konischen Schnecken.

**[0067]** Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform mit minimaler Versetzung des Extruders.

**[0068]** Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform mit größerer Versetzung des Extruders.

**[0069]** Weder die Behälter, noch die Schnecken oder die Mischwerkzeuge sind in den Zeichnungen maßstäblich, weder als solche, noch im Verhältnis zueinander. So sind z.B. in Wirklichkeit die Behälter meist größer oder die Schnecken länger, als hier dargestellt.

**[0070]** Die in Fig. 1 und Fig. 2 aus verschiedenen Positionen dargestellten Schneidverdichter-Extruder-Kombinationen sind von ihrem Aufbau her sehr ähnlich und werden deshalb im Folgenden gemeinsam beschrieben. Sie unterscheiden sich vor allem durch die Anordnung der Schnecken 6 zueinander, worauf später im Detail eingegangen wird.

**[0071]** Die in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten vorteilhaften Schneidverdichter-Extruder-Kombinationen zum Aufbereiten bzw. Recyclieren von Kunststoffmaterial weisen jeweils einen kreiszylindrischen Behälter bzw. Schneidverdichter bzw. Zerreißer 1 mit einer ebenen, horizontalen Bodenfläche 2 und einer normal dazu ausgerichteten, vertikalen, zylindermantelförmigen Seitenwand 9 auf.

**[0072]** In geringem Abstand zur Bodenfläche 2, maximal in etwa 10 bis 20 %, gegebenenfalls weniger, der Höhe der Seitenwand 9 - gemessen von der Bodenfläche 2 zum obersten Rand der Seitenwand 9 - ist eine parallel zur Bodenfläche 2 ausgerichtete, ebene Trägerscheibe bzw. ein Werkzeugträger 13 angeordnet, die/der um eine zentrale Drehachse 10, die gleichzeitig die

zentrale Mittelachse des Behälters 1 ist, in die mit einem Pfeil 12 markierte Dreh- bzw. Bewegungsrichtung 12 drehbar ist. Die Trägerscheibe 13 ist über einen Motor 21 angetrieben, der sich unterhalb des Behälters 1 befindet. Auf der Oberseite der Trägerscheibe 13 sind Messer bzw. Werkzeuge, z.B. Schneidmesser, 14 angeordnet, die gemeinsam mit der Trägerscheibe 13 das Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeug 3 bilden.

**[0073]** Wie schematisch angedeutet, sind die Messer 14 auf der Trägerscheibe 13 nicht symmetrisch angeordnet, sondern sind auf ihren in die Dreh- bzw. Bewegungsrichtung 12 weisenden vorderen Kanten 22 besonders ausgebildet, angestellt bzw. angeordnet, um auf das Kunststoffmaterial mechanisch spezifisch einwirken zu können. Die radial äußersten Kanten der Misch- und Zerkleinerungswerkzeuge 3 reichen bis relativ nahe, etwa 5 % des Radius 11 des Behälters 1, an die Innenfläche der Seitenwand 9 heran.

**[0074]** Der Behälter 1 besitzt oben eine Einfüllöffnung, durch die das zu verarbeitende Gut, z.B. Portionen aus Kunststofffolien, z.B. mittels einer Fördereinrichtung in Richtung des Pfeils eingeworfen wird. Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Behälter 1 geschlossen und zumindest auf ein technisches Vakuum evakuierbar ist, wobei das Material über ein Schleusensystem eingebracht wird. Dieses Gut wird von den umlaufenden Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugen 3 erfasst und in Form einer Mischtrombe 30 hochgewirbelt, wobei das Gut entlang der vertikalen Seitenwand 9 hochsteigt und annähernd im Bereich der wirksamen Behälterhöhe H durch Schwerkrafteinwirkung wieder nach innen und unten in den Bereich der Behältermitte zurückfällt. Die wirksame Höhe H des Behälters 1 ist annähernd gleich seinem Innendurchmesser D. Im Behälter 1 bildet sich also eine Mischtrombe 30 aus, bei der das Material sowohl von oben nach unten als auch in Drehrichtung 12 herumgewirbelt wird. Eine solche Vorrichtung kann somit aufgrund der besonderen Anordnung der Misch- und Zerkleinerungswerkzeuge 3 bzw. der Messer 14 nur mit der vorgegebenen Dreh- bzw. Bewegungsrichtung 12 betrieben werden und die Drehrichtung 12 kann nicht ohne Weiteres oder ohne zusätzliche Änderungen vorzunehmen, umgedreht werden.

**[0075]** Das eingebrachte Kunststoffmaterial wird von den umlaufenden Misch- und Zerkleinerungswerkzeugen 3 zerkleinert, gemischt und dabei über die eingebrachte mechanische Reibungsenergie erwärmt und erweicht, jedoch nicht aufgeschmolzen. Nach einer gewissen Verweilzeit im Behälter 1 wird das homogenisierte, erweichte, teigige aber nicht geschmolzene Material, wie im Folgenden im Detail erörtert wird, durch eine Öffnung 8 aus dem Behälter 1 ausgebracht, in den Einzugsbereich eines Doppelschnecken-Extruders 5 gebracht und dort von den Schnecken 6 erfasst und in weiterer Folge aufgeschmolzen.

**[0076]** Auf der Höhe des im vorliegenden Fall einzigen Zerkleinerungs- und Mischwerkzeugs 3 ist in der Seitenwand 9 des Behälters 1 die besagte Öffnung 8 ausgebildet, durch die das vorbehandelte Kunststoffmaterial aus dem Inneren des Behälters 1 ausbringbar ist. Das Material wird an einen tangential am Behälter 1 angeordneten Doppelschnecken-Extruder 5 übergeben, wobei das Gehäuse 16 des Extruders 5 eine in seiner Mantelwand liegende Einzugsöffnung 80 für das von den Schnecken 6 zu erfassende Material aufweist. Eine solche Ausführungsform hat den Vorteil, dass die Schnecken 6 vom den in der Zeichnung unteren Stirnenden 7 her durch einen nur schematisch dargestellten Antrieb angetrieben werden kann, sodass die in der Zeichnung oberen Stirnenden der Schnecken 6 vom Antrieb freigehalten werden können. Dies ermöglicht es, die Austrittsöffnung für das von den Schnecken 6 geförderte, plastifizierte oder agglomerierte Kunststoffmaterial an diesem oberen Stirnende anzuordnen, z.B. in Form eines nicht dargestellten Extruderkopfes. Das Kunststoffmaterial kann daher ohne Umlenkung von den Schnecken 6 durch die Austrittsöffnung gefördert werden, was bei den Ausführungsformen nach den Figuren 3 und 4 nicht ohne weiteres möglich ist.

**[0077]** Die Einzugsöffnung 80 steht mit der Öffnung 8 in Materialförder- bzw. übergabeverbindung und ist im vorliegenden Fall direkt, unmittelbar und ohne längeres Zwischenstück oder Beabstandung mit der Öffnung 8 verbunden. Lediglich ein sehr kurzer Übergabebereich ist vorgesehen.

**[0078]** Im Gehäuse 16 sind zwei komprimierende zylindrische Schnecken 6 jeweils um ihre

Längsachse 15 drehbar gelagert. Alternativ können die Schnecken auch konisch, wie in Fig. 2 dargestellt, ausgebildet sein. Der Extruder 5 fördert das Material in Richtung des Pfeils 17. Der Extruder 5 ist ein an sich bekannter, herkömmlicher Doppelschnecken-Extruder, bei dem das erweichte Kunststoffmaterial komprimiert und dadurch aufgeschmolzen wird, und die Schmelze dann auf der gegenüberliegenden Seite am Extruderkopf austritt.

**[0079]** Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 sind die beiden Schnecken 6 vertikal übereinander angeordnet, bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 sind die beiden Schnecken 6 horizontal nebeneinander angeordnet.

**[0080]** Beide Schnecken 6 drehen sich in entgegengesetzte Richtungen, sind also gegenläufig.

**[0081]** Die Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeuge 3 bzw. die Messer 14 liegen auf nahezu derselben Höhe bzw. Ebene wie die zentrale Längsachse 15 der untersten Schnecke 6 in Fig. 1 oder der der Einzugsöffnung 80 benachbarten Schnecke 6. Die äußersten Enden der Messer 14 sind ausreichend von den Stegen der Schnecken 6 beabstandet.

**[0082]** Bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 1 und 2 ist der Extruder 5, wie erwähnt, tangential an den Behälter 1 angeschlossen bzw. verläuft tangential zu dessen Querschnitt. Die gedachte Verlängerung der zentralen Längsachse 15 der unteren bzw. der Einzugsöffnung 80 benachbarten Schnecke 6 entgegen der Förderrichtung 17 des Extruders 5 nach hinten, führt in den Zeichnungen neben der Drehachse 10 vorbei, ohne diese zu schneiden. Die Längsachse 15 dieser Schnecke 6 ist ablaufseitig zu der zur Längsachse 15 parallelen, von der Drehachse 10 des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs 3 in Förderrichtung 17 des Extruders 5 nach außen gerichteten Radialen 11 des Behälters 1 um einen Abstand 18 versetzt. Im vorliegenden Fall durchsetzt die nach hinten gedachte Verlängerung der Längsachse 15 den Innenraum des Behälters 1 nicht, sondern läuft knapp daneben vorbei.

**[0083]** Der Abstand 18 ist etwas größer als der Radius des Behälters 1. Der Extruder 5 ist damit geringfügig nach außen versetzt bzw. der Einzugsbereich ist etwas tiefer.

**[0084]** Unter den Begriffen „entgegengerichtet“, „gegenläufig“ oder „gegenseitig“ wird hier jegliche Ausrichtung der Vektoren zueinander verstanden, die nicht spitzwinkelig ist, wie im folgenden im Detail erläutert wird.

**[0085]** Anders ausgedrückt, ist das Skalarprodukt aus einem Richtungsvektor 19 der Drehrichtung 12, der tangential zum Flugkreis des äußersten Punktes des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs 3 bzw. tangential zum an der Öffnung 8 vorbeistreichenden Kunststoffmaterial ausgerichtet ist und der in Dreh- bzw. Bewegungsrichtung 12 der Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeuge 3 weist, und einem Richtungsvektor 17 der Förderrichtung des Extruders 5, der in Förderrichtung parallel zur zentralen Längsachse 15 der Schnecke 6 verläuft, in jedem einzelnen Punkt der Öffnung 8 bzw. im Bereich radial unmittelbar vor der Öffnung 8, überall null oder negativ, nirgendwo jedoch positiv.

**[0086]** Bei der Einzugsöffnung in Fig. 1 und 2 ist das Skalarprodukt aus dem Richtungsvektor 19 der Drehrichtung 12 und dem Richtungsvektor 17 der Förderrichtung in jedem Punkt der Öffnung 8 negativ.

**[0087]** Der Winkel  $\alpha$  zwischen dem Richtungsvektor 17 der Förderrichtung und dem Richtungsvektor der Drehrichtung 19, gemessen im am weitesten stromaufwärts zur Drehrichtung 12 gelegenen Punkt 20 der Öffnung 8 bzw. am am weitesten stromaufwärts gelegenen Rand der Öffnung 8, beträgt, nahezu maximal, etwa  $170^\circ$ .

**[0088]** Schreitet man entlang der Öffnung 8 in Fig. 2 nach unten, also in Drehrichtung 12, weiter, so wird der stumpfe Winkel zwischen den beiden Richtungsvektoren immer größer. In der Mitte der Öffnung 8 ist der Winkel zwischen den Richtungsvektoren etwa  $180^\circ$  und das Skalarprodukt maximal negativ, weiter unterhalb davon wird der Winkel sogar  $> 180^\circ$  und das Skalarprodukt nimmt wieder etwas ab, bleibt aber immer negativ. Diese Winkel sind allerdings nicht mehr als Winkel  $\alpha$  bezeichnet, da sie nicht in Punkt 20 gemessen sind.

**[0089]** Ein in Fig. 2 nicht eingezeichneter, in der Mitte bzw. im Zentrum der Öffnung 8 gemes-

sener Winkel  $\beta$  zwischen dem Richtungsvektor der Drehrichtung 19 und dem Richtungsvektor der Förderrichtung 17 beträgt etwa  $178^\circ$  bis  $180^\circ$ .

**[0090]** Die Vorrichtung gemäß Fig. 2 stellt den ersten Grenzfall bzw. Extremwert dar. Bei einer solchen Anordnung ist eine sehr schonende Stopfwirkung bzw. eine besonders vorteilhafte Fütterung möglich und ist eine solche Vorrichtung insbesondere für sensible Materialien, die nahe dem Schmelzbereich bearbeitet werden oder für langstreifiges Gut vorteilhaft.

**[0091]** Die Fig. 3 und 4. dienen lediglich zur Illustration der Anschlussmöglichkeiten des Extruders hinsichtlich der Drehrichtung der Werkzeuge. Die Werte für L, B und A sind nicht eingezeichnet.

**[0092]** In Fig. 3 ist eine alternative Ausführungsform gezeigt, bei der ein Extruder 5 mit zwei vertikal übereinanderliegenden, zueinander gegenläufigen Schnecken 6 nicht tangential, sondern mit seiner Stirnseite 7 an den Behälter 1 angeschlossen ist. Die Schnecken 6 und das Gehäuse 16 des Extruders 5 sind im Bereich der Öffnung 8 an die Kontur der Innenwand des Behälters 1 angepasst und bündig zurückversetzt. Kein Teil des Extruders 5 oder der Schnecken 6 ragt durch die Öffnung 8 hindurch in den Innenraum des Behälters 1 hinein.

**[0093]** Der Abstand 18 entspricht hier etwa 5 bis 10 % des Radius 11 des Behälters 1 und etwa dem halben Innendurchmesser d des Gehäuses 16. Diese Ausführungsform stellt somit den zweiten Grenzfall bzw. Extremwert mit kleinstmöglichem Versatz bzw. Abstand 18 dar, bei dem die Dreh- bzw. Bewegungsrichtung 12 der Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeuge 3 der Förderrichtung 17 des Extruders 5 zumindest geringfügig entgegengerichtet ist und zwar über die gesamte Fläche der Öffnung 8.

**[0094]** Das Skalarprodukt ist in Fig. 3 in demjenigen grenzwertigen, am weitesten stromaufwärts gelegenen, Punkt 20 genau null, der am, am weitesten stromaufwärts gelegenen, Rand der Öffnung 8 liegt. Der Winkel  $\alpha$  zwischen dem Richtungsvektor 17 der Förderrichtung und dem Richtungsvektor der Drehrichtung 19 ist, gemessen in Punkt 20 von Fig. 3, genau  $90^\circ$ . Schreitet man entlang der Öffnung 8 nach unten, also in Drehrichtung 12, weiter, so wird der Winkel zwischen den Richtungsvektoren immer größer und zu einem stumpfen Winkel  $> 90^\circ$  und das Skalarprodukt wird gleichzeitig negativ. An keinem Punkt oder in keinem Bereich der Öffnung 8 ist das Skalarprodukt jedoch positiv oder der Winkel kleiner als  $90^\circ$ . Dadurch kann nicht einmal in einem Teilbereich der Öffnung 8 eine lokale Überfütterung erfolgen bzw. kann es in keinem Bereich der Öffnung 8 zu einer schädlichen überhöhten Stopfwirkung kommen.

**[0095]** Darin besteht auch ein entscheidender Unterschied zu einer rein radialen Anordnung, da in Punkt 20 bzw. an der Kante 20' bei einer voll radialen Anordnung des Extruders 5 ein Winkel  $\alpha < 90^\circ$  vorliegen würde und diejenigen Bereiche der Öffnung 8, die in der Zeichnung oberhalb der Radialen 11 bzw. stromaufwärts bzw. zulaufseitig davon gelegen sind, hätten ein positives Skalarprodukt. Damit könnte sich in diesen Bereichen lokal aufgeschmolzenes Kunststoffgut ansammeln.

**[0096]** In Fig. 4 ist eine weitere alternative Ausführungsform dargestellt, bei der ein Extruder 5 mit zwei vertikal übereinanderliegenden, zueinander gegenläufigen Schnecken 6 ablaufseitig etwas weiter versetzt ist als bei Fig. 3, jedoch noch nicht tangential wie in Fig. 1 und 2. Im vorliegenden Fall, wie auch bei Fig. 3, durchsetzt die nach hinten gedachte Verlängerung der Längsachse 15 der Schnecken 6 den Innenraum des Behälters 1 sekantenartig. Dies hat zur Folge, dass - gemessen in Umfangsrichtung des Behälters 1 - die Öffnung 8 breiter ist als bei der Ausführungsform nach Fig. 3. Auch der Abstand 18 ist entsprechend größer als bei Fig. 3, jedoch etwas kleiner als der Radius 11. Der Winkel  $\alpha$  gemessen in Punkt 20 beträgt etwa  $150^\circ$ , wodurch gegenüber der Vorrichtung von Fig. 3 die Stopfwirkung verringert wird, was für gewisse sensible Polymere vorteilhafter ist. Der vom Behälter 1 aus gesehene rechte innere Rand bzw. die Innenwandung des Gehäuses 16 schließt tangential an den Behälter 1 an, wodurch im Unterschied zu Fig. 3 keine stumpfe Übergangskante ausgebildet ist. In diesem stromabwärtigen Punkt der Öffnung 8, in Fig. 4 ganz links, ist der Winkel etwa  $180^\circ$ .

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Vorbehandeln und anschließenden Fördern, Plastifizieren oder Agglomerieren von Kunststoffen, insbesondere von thermoplastischem Abfallkunststoff zu Recyclingzwecken, mit einem Behälter (1) für das zu verarbeitende Material, wobei im Behälter (1) zumindest ein um eine Drehachse (10) drehbares umlaufendes Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeug (3) zur Mischung, Erwärmung und gegebenenfalls Zerkleinerung des Kunststoffmaterials angeordnet ist, wobei in einer Seitenwand (9) des Behälters (1) im Bereich der Höhe des oder des untersten, bodennächsten Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs (3) eine Öffnung (8) ausgebildet ist, durch die das vorbehandelte Kunststoffmaterial aus dem Inneren des Behälters (1) ausbringbar ist, wobei zumindest ein Mehrschnecken-Förderer (5) zur Aufnahme des vorbehandelten Materials vorgesehen ist, mit zumindest zwei in einem Gehäuse (16) rotierenden, fördernden, insbesondere, plastifizierenden oder agglomerierenden, Schnecken (6), wobei das Gehäuse (16) eine an seiner Stirnseite (7) oder in seiner Mantelwand liegende Einzugsöffnung (80) für das von der Schnecke (6) zu erfassende Material aufweist, und die Einzugsöffnung (80) mit der Öffnung (8) in Verbindung steht, wobei die gedachte Verlängerung der zentralen Längsachse (15) des Förderers (5) oder der der Einzugsöffnung (80) nächstliegenden Schnecke (6) entgegen der Förderrichtung (17) des Förderers (5) an der Drehachse (10) ohne diese zu schneiden vorbeiführt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Längsachse (15) des Förderers (5) oder der der Einzugsöffnung (80) nächstliegenden Schnecke (6) ablaufseitig bzw. in Dreh- bzw. Bewegungsrichtung (12) des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs (3) zu der zur Längsachse (15) parallelen, von der Drehachse (10) des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs (3) in Förderrichtung (17) des Förderers (5) nach außen gerichteten Radialen (11) des Behälters (1) um einen Abstand (18) versetzt ist, wobei für einen mit dem Behälter (1) in Verbindung stehenden Förderer (5) das Skalarprodukt gebildet aus dem tangential zum Flugkreis des radial äußersten Punktes des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs (3) bzw. tangential zu dem an der Öffnung (8) vorbeibewegten Kunststoffmaterial und normal zu einer Radialen (11) des Behälters (1) ausgerichteten, in Dreh- bzw. Bewegungsrichtung (12) des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs (3) weisenden Richtungsvektor der Drehrichtung (19) und dem Richtungsvektor (17) der Förderrichtung des Förderers (5) in jedem einzelnen Punkt bzw. im gesamten Bereich der Öffnung (8) bzw. unmittelbar radial vor der Öffnung (8) null oder negativ ist, und dass die beiden der Einzugsöffnung (80) nächstliegenden Schnecken (6) zueinander gegenläufig sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass genau zwei Schnecken (6) vorgesehen sind bzw. der Förderer (5) als gegenläufiger Doppelschneckenförderer ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schnecken (6) zylindrisch und zueinander parallel ausgebildet sind bzw. dass der Förderer (5) als paralleler Doppelschnecken-Förderer ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schnecken (6) konisch ausgebildet ist bzw. dass der Förderer (5) als konischer Doppelschnecken-Förderer ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der Schnecken (6) länger ist als die andere(n).
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schnecken (6) zumindest im Bereich der Einzugsöffnung (80) dichtkämmend oder tangierend sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnitte der Schnecken (6) vertikal übereinander liegen und die Schnecken (6) im unmittelbaren Bereich der Einzugsöffnung (80), insbesondere symmetrisch zur Mitte der Einzugsöffnung (80) und von der Ebene der Einzugsöffnung (80) gleich weit beabstandet, angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnitte der Schnecken (6) schräg übereinander oder horizontal nebeneinander liegen und nur die der Einzugsöffnung (80) nächstliegende Schnecke (6) im unmittelbaren Bereich der Einzugsöffnung (80) angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die der Einzugsöffnung (80) nächstliegende bzw. die unterste Schnecke (6), betrachtet vom einzugs- bzw. behälternahen Anfang der Schnecke (6) bzw. von der Einzugsöffnung (80) her in Richtung zum Ende bzw. zur Austrittsöffnung des Förderers (5), im Uhrzeigersinn dreht.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Richtungsvektor der Drehrichtung (19) des radial äußersten Punktes des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs (3) und der Richtungsvektor (17) der Förderrichtung des Förderers (5) einen Winkel ( $\alpha$ ) von größer oder gleich  $90^\circ$  und kleiner oder gleich  $180^\circ$  einschließen, gemessen im Schnittpunkt der beiden Richtungsvektoren (17,19) am bezüglich der Dreh- bzw. Bewegungsrichtung (12) des Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeugs (3) stromaufwärts gelegenen, zulaufseitigen Rand der Öffnung (8), insbesondere im am weitesten stromaufwärts gelegenen Punkt (20) auf diesem Rand bzw. der Öffnung (8).
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Richtungsvektor (19) der Dreh- bzw. Bewegungsrichtung (12) und der Richtungsvektor (17) der Förderrichtung des Förderers (5) einen Winkel ( $\beta$ ) zwischen  $170^\circ$  und  $180^\circ$  einschließen, gemessen im Schnittpunkt der beiden Richtungsvektoren (17,19) in der Mitte der Öffnung (8).
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand (18) größer als oder gleich groß wie der halbe Innendurchmesser des Gehäuses (16) des Förderers (5) bzw. der Schnecke (6) ist, und/oder größer gleich 7 %, vorzugsweise größer gleich 20 %, des Radius des Behälters (1) ist oder dass der Abstand (18) größer als oder gleich groß wie der Radius des Behälters (1) ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gedachte Verlängerung der Längsachse (15) des Förderers (5) entgegen der Förderrichtung nach Art einer Sekante zum Querschnitt des Behälters (1) angeordnet ist und den Innenraum des Behälters (1) zumindest abschnittsweise durchsetzt.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Förderer (5) tangential an den Behälter (1) angeschlossen ist bzw. tangential zum Querschnitt des Behälters (1) verläuft bzw. dass die Längsachse (15) des Förderers (5) bzw. der Schnecke (6) bzw. die Längsachse der der Einzugsöffnung (80) nächstliegenden Schnecke (6) oder die Innenwandung des Gehäuses (16) oder die Umhüllende der Schnecke (6) tangential zur Innenseite der Seitenwand (9) des Behälters (1) verläuft, wobei vorzugsweise die Schnecke (6) an ihrer Stirnseite (7) mit einem Antrieb verbunden ist und an ihrem gegenüberliegenden Stirnende zu einer am Stirnende des Gehäuses (16) angeordneten Austrittsöffnung, insbesondere einem Extruderkopf, fördert.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnung (8) unmittelbar und direkt und ohne wesentliche Beabstandung, insbesondere ohne Übergabestrecke oder Förderschnecke, mit der Einzugsöffnung (80) verbunden ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeug (3) Werkzeuge und/oder Messer (14) umfasst, die in Dreh- bzw. Bewegungsrichtung (12) auf das Kunststoffmaterial zerkleinernd, schneidend und erwärmend einwirken, wobei die Werkzeuge und/oder Messer (14) vorzugsweise auf oder an einem, insbesondere parallel zur Bodenfläche (12), angeordneten, drehbaren Werkzeugträger (13), insbesondere einer Trägerscheibe (13), ausgebildet oder angeordnet sind.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die auf das Kunststoffmaterial einwirkenden in Dreh- bzw. Bewegungsrichtung (12) weisenden vorderen Bereiche bzw. Vorderkanten (22) der Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeuge (3) oder der Messer (14) unterschiedlich ausgebildet, angestellt, gekrümmt und/oder angeordnet sind im Vergleich zu den in Dreh- bzw. Bewegungsrichtung (12) hinteren bzw. nachlaufenden Bereichen.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Behälter (1) im wesentlichen kreiszylindrisch mit einer ebenen Bodenfläche (2) und einer dazu vertikal ausgerichteten zylindermantelförmigen Seitenwand (9) ausgebildet ist und/oder die Drehachse (10) der Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeuge (3) mit der zentralen Mittelachse des Behälters (1) zusammenfällt und/oder die Drehachse (12) oder die zentrale Mittelachse vertikal und/oder normal zur Bodenfläche (2) ausgerichtet sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der unterste Werkzeugträger (13) bzw. das unterste der Misch- und/oder Zerkleinerungswerkzeuge (3) und/oder die Öffnung (8) bodennah in geringem Abstand zur Bodenfläche (2), insbesondere im Bereich des untersten Viertels der Höhe des Behälters (1), vorzugsweise in einem Abstand zur Bodenfläche (2) von 10 mm bis 400 mm angeordnet sind.

**Hierzu 2 Blatt Zeichnungen**

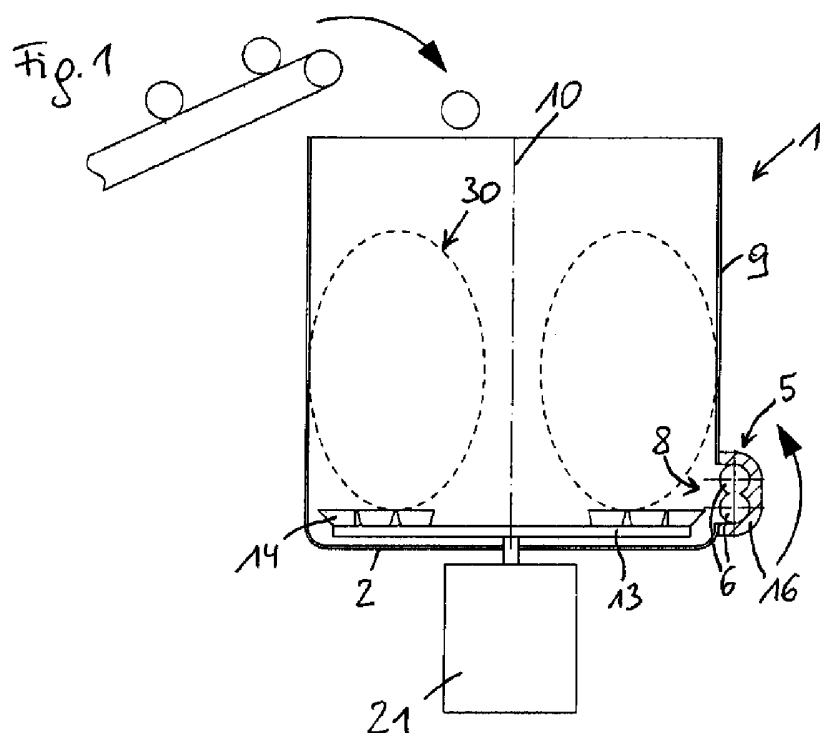


Fig. 2

