

(19)



(11)

**EP 1 882 061 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**24.12.2014 Patentblatt 2014/52**

(51) Int Cl.:  
**D21B 1/34 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06753178.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2006/000862**

(22) Anmeldetag: **18.05.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2006/122538 (23.11.2006 Gazette 2006/47)**

(54) **PULPER ZUM RECYCELN EINES GEMENGES**

PULPER FOR RECYCLING A BATCH

BROYEUR POUR RECYCLER UN MELANGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(72) Erfinder: **BOLTERS DORF, Hans-Joachim**  
**56656 Brohl-Lützing (DE)**

(30) Priorität: **18.05.2005 DE 102005023566**  
**19.05.2005 DE 102005023750**  
**22.09.2005 DE 102005045469**

(74) Vertreter: **Castell, Klaus**  
**Patentanwaltskanzlei**  
**Liermann - Castell**  
**Willi-Bleicher-Strasse 7**  
**52353 Düren (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.01.2008 Patentblatt 2008/05**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 124 431 EP-A- 0 343 023**  
**EP-A2- 1 275 770 DE-U- 9 014 491**  
**US-A- 4 593 861 US-A- 4 725 007**  
**US-A1- 2002 166 910**

(60) Teilanmeldung:  
**10011002.2 / 2 290 159**

(73) Patentinhaber: **Boltersdorf, Hans-Joachim**  
**56656 Brohl-Lützing (DE)**

**EP 1 882 061 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Pulper zum Recyceln eines Gemenges, welches zumindest ein Fasern enthaltendes Bestandteil umfasst, wobei in dem Pulper Mittel zum Trennen der Fasern aus dem Gemenge angeordnet sind, und wobei der Pulper zumindest bereichsweise in Richtung der maximalen Pulperfüllhöhe eine Durchmessererjüngung aufweist.

**[0002]** Derartige Anordnungen sind beispielsweise aus der US2002/0166910 bekannt. Weiterhin offenbart die DE-U-9014491 einen Stofflöser, bei dem der größte Stoff durch einen Gutstoffaustrag unterhalb eines stationären, unterhalb des Rotors angeordneten Siebes den Pulper verlässt und Schwerschmutz durch einen an den Behälterboden, oberhalb des Siebes angeordneten Schwerschmutzauslass intermittierend ausgeschleust wird.

**[0003]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen Pulper bereitzustellen, welcher gegenüber dem Stand der Technik einen sehr hohen Durchsatz erlaubt.

**[0004]** Die Aufgabe der Erfindung wird von einem gattungsgemäßen Pulper gelöst, bei dem die Mittel zum Trennen der Fasern aus dem Gemenge eine rotierende Schraube umfassen, die in zwei Arbeitsbereiche mit unterschiedlichen Funktionalitäten aufgeteilt ist, der Pulper zumindest im Bereich der rotierenden Schraube konisch ausgebildet ist, wobei ein im Durchmesser (25) größer dimensionierter erster Arbeitsbereich der rotierenden Schraube (10) näher an einem stationären ein weiteres Trennmittel des Pulpers (1) bildenden Pulpersieb (11) angeordnet ist als ein im Durchmesser (24) kleiner dimensionierter zweiter Arbeitsbereich der rotierenden Schraube (10) und wobei eine Pulperwandung (108) zwei voneinander unabhängige Steigungsänderungen so aufweist, dass sie der Kontur der Schraube angepasst ist und ihr nachfolgt.

**[0005]** Mittels einer derartig in mehrere Arbeitsbereiche mit unterschiedlichen Funktionalitäten aufgeteilten rotierenden Schraube wird das zu recycelnde Gemenge innerhalb des Pulpers besonders günstig bewegt, so dass sich die Fasern von den Fasern enthaltenden Bestandteile des Gemenges besonders effektiv lösen, separiert und anschließend durch ein Pulpersieb aus den Pulper abgeführt werden können.

**[0006]** Die Funktionalitäten der verschiedenen Arbeitsbereiche der rotierenden Schraube werden vorliegend durch die Verjüngung des Durchmessers des Pulpers begünstigt und überraschender Weise verstärkt.

**[0007]** Der Begriff "maximale Pulperfüllhöhe" beschreibt im Sinne vorliegender Patentanmeldung die vorgesehene Füllhöhe des Pulpers mit einem mit Wasser versetzten Gemenge, bei welcher der Pulper ordnungsgemäß betrieben wird.

**[0008]** Eine Ausführungsvariante sieht vor, dass die rotierende Schraube in eine erste Trenneinrichtung und in eine weitere Trenneinrichtung unterteilt ist und die erste Trenneinrichtung und die zweite Trenneinrichtung voneinander verschieden sind.

**[0009]** Vorteilhafter Weise sind durch die verschiedenen Trenneinrichtungen an einer einzigen rotierenden Schraube baulich besonders einfach mehr als ein Arbeitsbereich mit unterschiedlichen Funktionalitäten bereitgestellt. So können mit dem vorliegenden Pulper selbst aus einem sich ungünstig zusammensetzenden Gemenge Fasern effektiv heraus gelöst werden, obgleich der Pulper verhältnismäßig unkompliziert baut.

**[0010]** Eine bevorzugte Ausführungsvariante sieht vor, dass die rotierende Schraube als erste Trenneinrichtung einen Axialförderer zum Erzeugen einer Axialhauptförderrichtung für das Gemenge und weitere Trenneinrichtung einen Radialförderer zum Erzeugen einer Radialhauptförderrichtung für das Gemenge aufweist.

**[0011]** Vorteilhafter Weise wird hierbei mittels einer einzigen rotierenden Schraube zum einen das Gemenge in eine Axialhauptförderrichtung von oben nach unten durch den Pulper gepresst, wobei sich Fasern mittels einer hohen Reibung besonders vorteilhaft von den Bestandteilen des Gemenges lösen. Zum anderen werden mittels derselben rotierenden Schraube die gelösten Fasern insbesondere mittels des Radialförderers in eine Radialhauptförderrichtung beschleunigt, sodass die gelösten Fasern auf Grund von Fliehkräften und der im Bereich des Radialförderers auftretenden hohen Drucke von den übrigen Bestandteilen des Gemenges effektiv getrennt werden. Diese vorgetrennten Fasern können dann wesentlich schneller durch ein Pulpersieb hindurch separiert und aus dem Pulper gefördert werden.

**[0012]** In diesem Zusammenhang wird ein Verfahren zum Recyceln eines Gemenges, welches zumindest ein Fasern enthaltendes Bestandteil umfasst, beschrieben, bei welchem das Gemenge mittels einer um eine Rotationsachse rotierende Schraube innerhalb des Pulpers umgewälzt wird und welches sich dadurch auszeichnet, dass das Gemenge einerseits mittels eines der maximalen Füllhöhe des Pulpers zugewandten Teils der rotierenden Schraube im Wesentlichen axial in Richtung der Schraubenrotationsachse und dass das Gemenge andererseits mittels eines der maximalen Füllhöhe des Pulpers abgewandten Teils der gleichen rotierenden Schraube im Wesentlichen radial zu der Rotationsachse bewegt wird.

**[0013]** Es hat sich herausgestellt, dass es neben der unterschiedlichen Gestaltung der Arbeitsbereiche bzw. der Trenneinrichtungen der rotierenden Schraube vorteilhaft ist, wenn die Arbeitsbereiche der rotierenden Schraube voneinander abweichende Durchmesser aufweisen. Insbesondere durch den näher an eine Pulperinnenwandung heranreichenden Radialförderer wirken auf die gelösten Fasern höhere Fliehkräfte als dies hinsichtlich des Axialförderers der Fall ist. Hierdurch werden die Fasern effektiver von dem übrigen Gemenge getrennt.

**[0014]** So ist es vorteilhaft, wenn insbesondere der Axialförderer einen geringeren Durchmesser aufweist als der

Radialförderer der rotierenden Schraube, da durch die radial weiter außen liegenden Bereiche der Schraube entsprechend höhere Geschwindigkeiten und folglich höhere Radialkräfte erzeugt werden.

**[0015]** Im erfindungsgemäßen Pulper ist ein im Durchmesser größer dimensionierter erster Arbeitsbereich der rotierenden Schraube näher an einem ein weiteres, stationäres Trennmittel des Pulpers bildenden Pulpersieb, angeordnet als ein im Durchmesser kleiner dimensionierter zweiter Arbeitsbereich der rotierenden Schraube.

**[0016]** Es versteht sich, dass die erwähnte Durchmesserverjüngung des Pulpers baulich auf unterschiedlichste Weise umgesetzt sein kann. Um diese Durchmesserverjüngung besonders vorteilhaft umzusetzen, kann der Pulper zumindest im Bereich der rotierenden Schraube konisch ausgebildet sein. Beispielsweise schnürt sich die Innenwandung des Pulpers konzentrisch um die Rotationsachse der rotierenden Schrauben nach oben aufsteigend immer enger zusammen.

**[0017]** Weiterhin wird ein Pulper zum Recyceln eines Gemenges, welches zumindest ein Fasern enthaltendes Bestandteil umfasst, beschrieben, wobei in dem Pulper Mittel zum Trennen der Fasern aus dem Gemenge angeordnet sind, welche eine rotierende Schraube umfassen, die rotierende Schraube eine Außenkontur aufweist, deren Verlauf eine Hüllkurve der rotierenden Schraube vorgibt, die Hüllkurve einen radialen Manteloberflächenbereich umfasst und der radiale Manteloberflächenbereich im Verlauf entlang der Schraubenrotationsachse zumindest eine Steigungsänderung aufweist.

**[0018]** Der Begriff "Hüllkurve" beschreibt vorliegend eine Umhüllende der rotierenden Schrauben, die einerseits einen axialen Manteloberflächenbereich an der Schraubenspitze und andererseits einen radialen Manteloberflächenbereich aufweist.

**[0019]** Hierbei verläuft der vorliegend mehr interessierende radiale Manteloberflächenbereich im Wesentlichen parallel zu dieser Schraubenrotationsachse. Der radiale Manteloberflächenbereich der Hüllkurve bildet somit ein dreidimensionales Rotationsgebilde um die Rotationsachse, während der axiale Manteloberflächenbereich vorliegend eher ein zweidimensionales Rotationsgebilde in einer Ebene senkrecht zu der Rotationsachse der rotierenden Schraube bildet.

**[0020]** Insbesondere im Übergang zweier Arbeitsbereiche der einzigen rotierenden Schraube bzw. zwischen zwei Trenneinrichtungen der rotierenden Schraube ist vorteilhafter Weise eine Steigungsänderung der Hüllkurve zu vorsehen.

**[0021]** Vorteilhafter Weise ist die Steigungsänderung entlang der Schraubenrotationsachse beabstandet von einem axialen Manteloberflächenbereich am radialen Manteloberflächenbereich angeordnet. Somit ist im Sinne vorliegender Patentanmeldung der Übergangsbereich zwischen einem axialen Manteloberflächenbereich und dem radialen Manteloberflächenbereich nicht als Steigungsänderung zu verstehen.

**[0022]** Auch wird ein Pulper zum Recyceln eines Gemenges, welches zumindest ein fasernhaltendes Bestandteil umfasst, beschrieben, wobei in dem Pulper Mittel zum Trennen der Fasern aus dem Gemenge angeordnet sind, die eine rotierende Schrauben umfassen, und wobei der Pulper im Bereich einer horizontal durch den Pulper verlaufenden Ebene zumindest am größten Schraubendurchmesser ein Verhältnis Schraubenaußendurchmesser/Pulperinnendurchmesser größer als  $1/3$  aufweist.

**[0023]** Ein derart gewähltes Verhältnis, bei welchem die Schraube einen wesentlich größeren Teil des Pulpervolumens, als bei bekannten Pulpern, einnimmt, begünstigt das Lösen von Fasern von den Fasern enthaltenden Bestandteilen des Gemenges und ist dementsprechend vorteilhaft für das Trennen der Fasern aus diesem Gemenge.

**[0024]** Weiterhin wird ebenfalls ein Pulper zum Recyceln eines Gemenges, welches zumindest ein Fasern enthaltendes Bestandteil umfasst, beschrieben, wobei in dem Pulper Mittel zum Trennen der Fasern aus dem Gemenge angeordnet sind, der Pulper einen Reaktionsraum aufweist, in welchem eine Hauptumwälzung des Gemenges innerhalb des Pulpers stattfindet, sich der Reaktionsraum zwischen einem Pulpersieb und einem Vorreaktionsraum mit einer geringeren Umwälzung des Gemenges innerhalb des Pulpers erstreckt, in dem Vorreaktionsraum ein Ende der rotierende Schraube hineinreicht und der Pulper im Bereich des Reaktionsraums eine Pulperinnenwandung aufweist, deren Steigung sich entlang einer Erstreckung zwischen dem Pulpersieb und dem Vorreaktionsraum ändert.

**[0025]** Mittels einer derartigen Steigungsänderung der Pulperinnenwandung im Bereich des vorliegenden Reaktionsraumes ist eine Reibungsintensivierung des in dem Pulper befindlichen Gemenges erzielt, wodurch sich Fasern von den Fasern enthaltenden Bestandteilen wesentlich besser lösen und dadurch Fasern wesentlich effektiver und in größeren Mengen aus dem zu recycelnden Gemenge getrennt werden können.

**[0026]** In diesem Zusammenhang werden weitere Vorteile erzielt, wenn der Pulper im Bereich des Reaktionsraums in einer horizontal durch den Pulper verlaufenden Ebene ein Verhältnis Schraubenaußendurchmesser/Pulperinnendurchmesser größer als  $1/3$  aufweist.

**[0027]** Das Lösen, Trennen und Austragen von Fasern aus einem Gemenge wird weiter verbessert, wenn der Pulper, vorzugsweise zumindest im Bereich eines Reaktionsraums, Mittel zum Mahlen und/oder Schneiden bzw. Trennen von Fasern bzw. Reststoffen, wie Mahlleisten, Messer oder Reibflächen, aufweist.

**[0028]** Durch den Einsatz derartiger Mittel ist der Pulper vielseitig einsetzbar. Beispielsweise kann der Pulper dann auch zusätzlich als Mischer, als Homogenisator, als Pumpe, als Entstipper, als Mühle oder ähnlichem eingesetzt werden, wobei derartige Mittel auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung in einem Pulper vorteilhaft sind, um die Fasern besonders effektiv in gewünschter Weise vorzubehandeln und weiterzuverarbeiten zu können.

**[0029]** Weiterhin wird ein Verfahren zum Gewinnen von Fasern aus einer Fasern enthaltenden Mischung beschrieben, bei welchem die Mischung einem Pulper mit einem Faserstoffaustrag aufgegeben wird und welches sich dadurch auszeichnet, dass der Freifaseranteil im Pulper unter 80% bzw. dass der Anteil an Stückstoffen im Pulper über 20% beträgt.

**[0030]** In Abweichung zum Stand der Technik, bei welchem bei hoher Gesamtstoffdichte und gleichzeitig niedriger Faserstoffdichte, also der Dichte an Faserstoffen in Stippen und Freifaserstoffen, gearbeitet werden soll, hat sich überraschender Weise herausgestellt, dass durch die Wahl eines geeigneten Anteilverhältnisses zwischen Freifasern einerseits und Stückstoffen andererseits der Durchsatz durch den Pulper zielgerichteter optimiert werden kann. Hierbei scheint es, dass durch die geeignete Wahl des Freifaseranteils bzw. der Dichte oder des Anteils an Stückstoffen die Effektivität eines mit derartigen Materialien beaufschlagten Pulpers - und somit insbesondere der Durchsatz an Begleitstoffen, Stippen und/oder Fasern - optimiert werden kann.

**[0031]** Bei den zu trennenden Materialien handelt es sich in der Regel um Faserstoffe bzw. Konglomerate aus Faserstoffen, wie sie beispielsweise Stippen, Papierschnipsel, Tapeten, Etiketten oder ähnliches darstellen, die mit anderen Begleitstoffen zusammen auftreten. Hierbei muss zwischen den Fasern und den Begleitstoffen nicht zwingend eine feste Verbindung bestehen, jedoch ist das beschriebene Verfahren in der Lage, auch feste Verbindungen zwischen den Begleitstoffen und den Faserstoffen zu lösen. So eignet es sich beispielsweise zum Trennen von Verbundmaterialien oder Etiketten, bei denen Kunststoffanteile, wie beispielsweise Folien, faserhaltige Schichten und Klebstoffe bzw. Klebstoffschichten sowie Fasern, beispielsweise in Form von Papier, miteinander verbunden sind. Durch das beschriebene Verfahren lassen sich Fasern aus derartigen Materialien herauslösen, wobei diese Fasern sowohl im Faserverbund, wie beispielsweise bei Stippen, als auch als Einzelfasern vorliegen können. In diesem Zusammenhang sei der Begriff "haften" dementsprechend erläutert, dass hierunter eine Verbindung zwischen Begleitstoffen und Fasern bzw. Faserstoffen verstanden wird, die über ein bloßes Nebeneinanderliegen in der Fasern und der Begleitstoffe hinausgeht, wobei selbstverständlich auch einzelne Fasern oder Stippen, die lediglich neben Begleitstoffen zu liegen kommen, in dem zu trennenden Gemisch aus Faserstoffen und Begleitstoffen vorliegen können. Insbesondere kann es auch vorkommen, dass einzelne Fasern von den Begleitstoffen oder aber auch von Stippen eingewickelt bzw. sonst wie mechanisch an einem Loslösen gehindert werden, wobei in diesem Fall vorliegend ebenfalls von einem "haften" der Freifasern an den Begleitstoffen oder Stippen gesprochen wird.

**[0032]** In vorliegendem Zusammenhang beschreibt der Begriff "Stückstoff" allgemein Bestandteile der dem Pulper aufgegebenen Mischung, die nicht durch dessen Trennvorrichtung gelangen können, wie dieses Schnipsel, Schnitzel oder Stippen bzw. die Begleitstoffe darstellen. Während der Verweildauer im Pulper können diese Stückstoffe sich zur Gänze auflösen, wenn eine Begleitstofffreie Mischung dem Pulper aufgegeben wurde. Ansonsten liegen Begleitstoffe mit oder ohne an diesen haftenden Faserstoffen bzw. nur unwirtschaftlich zu zerfasernde Schnipsel in dem Pulper vor, der dann vorteilhaft über einen Begleitstoffaustrag verfügen kann.

**[0033]** Das vorstehende beschriebene Verfahren eignet sich insbesondere für einen Pulper mit einem kontinuierlichen Faserstoffaustrag. Hierdurch wird insbesondere eine einfache Einstellung bzw. Kontrolle des Freifaseranteils ermöglicht, indem der Durchsatz des Austrags entsprechend gewählt bzw. geregelt wird.

**[0034]** Einerseits können auch die Stückstoffe, wie Begleitstoffe und/oder große Schnipsel oder ähnliches, kontinuierlich aus dem Pulper entfernt werden, so dass eine verhältnismäßig lange durchgehende Betriebsdauer erreicht werden kann, wobei zwischenzeitliche Stillstandszeiten, beispielsweise für Reinigungsarbeiten zum Entfernen von Sand oder ähnlichem, nicht ausgeschlossen sind. Andererseits ist es, auch unabhängig von der konkreten Einstellung der Anteile von Freifasern bzw. Stückstoffen vorteilhaft, die Stückstoffe periodisch aus dem Pulper zu entfernen. Ein derartiger, diskontinuierlicher Betrieb des Pulpers hinsichtlich der Stückstoffe bei gleichzeitig kontinuierlichem Faserstoffaustrag ermöglicht es, unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung, von Fasern aus einer Fasern enthaltenden Mischung mit hoher Effektivität bzw. mit hohem Durchsatz zu gewinnen.

**[0035]** Es versteht sich, dass, wie bereits vorstehend erwähnt, durch den Durchsatz am Faserstoffaustrag aber auch durch die Wahl der Trenneinrichtung zwischen Pulper und Faserstoffaustrag, beispielsweise durch eine geeignete Siebgröße, sowie durch die Bewegung des Gemenges im Pulper und durch den Wasserdurchsatz die Freifaseranteile bzw. die Anteile an Stückstoffe, die Gesamtstoffdichte sowie die Verhältnisse an Freifasern im Pulper bzw. im Faserstoffaustrag in gewünschter Weise eingestellt werden können. Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass im Stückstoffaustrag ebenfalls Fasern vorliegen bzw. vorliegen können, während auch im Faserstoffaustrag bestimmte Begleitstoffe, die jedoch von Fasern weitestgehend befreit sind, im geringen Maße vorliegen können.

**[0036]** Der Durchsatz durch den Pulper lässt sich insbesondere optimieren, wenn der Freifaseranteil im Pulper unter 75% bzw. unter 70% beträgt. Dementsprechend ist es vorteilhaft, wenn der Anteil an den Stückstoffen im Pulper über 25% bzw. über 30% liegt.

**[0037]** In konkreten Ausführungsformen hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn der Freifaseranteil im Pulper unter 10% bzw. der Anteil an den Stückstoffen über 90% liegt. Hierdurch kann eine besonders gute Reibung bzw. mechanische Belastung der Stückstoffe mit den an diesen haftenden Faserstoffen gewährleistet werden. Dementsprechend ist es besonders vorteilhaft, wenn der Freifaseranteil im Pulper unter 5% bzw. unter 1% oder sogar unter 0,5% liegt bzw. wenn der Anteil an Stückstoffen über 95% bzw. über 99% oder sogar über 99,5% ist. Insbesondere diese

niedrigen Freifaseranteile bzw. hohen Anteile an Stückstoffen liefern unter Extrembedingungen, wie beispielsweise bei schwer zerfaserbaren Stückstoffen, wie bei Etiketten, Tapeten oder schwer zerfaserbaren Altpapier, hervorragende Trennleistungen, obgleich an sich nicht zu erwarten war, dass bei derartig niedrigen Freifaseranteilen effektive Trennvorgänge stattfinden können.

5 **[0038]** Die Grenzen von Freifaserstoffanteil und dem Anteil an Stückstoffen addiert sich vorliegend auf 100 %, indem davon ausgegangen wird, dass sämtliche Bestandteile des in dem Pulper befindlichen Gemenges, welche nicht Faserstoff oder Dispersionsmittel, wie in der Regel Wasser, sind, als Stückstoffe erfasst werden. Abweichungen können auftreten, wenn weitere Stoffe, wie Sand oder Metall, in diesem Gemenge zu finden sind, die nicht ohne weiteres wie die Stückstoffe behandelt werden können. In letzterem Fall bleiben diese weiteren Stoffe bei den hier aufgeführten  
10 Betrachtungen außer Acht, während ansonsten diese weiteren Stoffe als Begleitstoffe zu behandeln sind. Ebenso werden große Faserstoffagglomerate bzw. sehr große feste Bestandteile der dem Pulper aufgegebenen Mischung, wie beispielsweise ganze Tapetenrollen oder Altpapierballen, in die vorliegenden Berechnungen nicht mit einbezogen, sondern erst berücksichtigt, wenn durch die Arbeit des Pulpers diese Agglomerate in Schnipselgröße aufgeschlossen wurden, wobei hier ggf. Zerfallskurven für derartige Agglomerate beispielhaft ermittelt und ergänzend berücksichtigt werden  
15 können, wenn dieses hinsichtlich der Genauigkeit des Betriebspunktes des Pulpers für notwendig erachtet wird.

**[0039]** Während die vorstehenden Prozentangaben sich auf die Gesamtstoffdichte beziehen, wobei davon ausgegangen wird, dass die Summe aus Stückstoffen und Freifasern sämtliche Stoffe darstellt, welche neben Wasser oder einem sonstigen Dispersionsmittel in dem Pulper zu finden sind, hat es sich unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung herausgestellt, dass die Freifaserdichte im Faserstoffaustrag, nämlich der Volumenanteil an Freifasern bezogen auf das Gesamtvolumen aus Freifasern und Wasser bzw. Dispersionsmittel im Faserstoffaustrag unter 3%  
20 gewählt wird. Eine derartige Freifaserdichte kann ebenfalls durch geeignete Wahl der Randbedingungen, wie beispielsweise des Siebes und der Bewegung im Pulper bzw. durch die Wahl des Wasserdurchsatzes in gewünschter Weise eingestellt werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Freifaserdichte unter 2% bzw. unter 1 % oder sogar weit darunter liegt, um eine hohe Effektivität beim Trennen zu gewährleisten.

25 **[0040]** Auch hat sich, unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung, hinsichtlich eines erhöhten Durchsatzes beim Gewinnen von Fasern aus einer Fasern enthaltenden Mischung es als vorteilhaft erwiesen, wenn die Gesamtstoffdichte, also der Volumenanteil aller im Pulper befindlichen Stoffe in Bezug auf das Gesamtvolumen aus diesen Stoffen und dem Dispersionsmitteln bzw. Wasser, um mindestens den Faktor 5, vorzugsweise 10, größer ist als die Faserstoffdichte im Faserstoffaustrag.

30 **[0041]** Kumulativ bzw. alternativ hat es sich herausgestellt, dass die Freifasern, entgegen der ansonsten üblichen Praxis, möglichst kurz in dem Pulper verweilen sollen, um einen hohen Durchsatz zu erzielen. Dieses kann insbesondere durch einen Faserstoffaustrag mit hohem Durchsatz bzw. mit einer sehr niedrigen Freifaserdichte gewährleistet werden. Hierbei hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn bei einem Verfahren zum Gewinnen von Fasern aus einer Fasern enthaltenden Mischung, bei welchem die Mischung einem Pulper mit einem Faserstoffaustrag aufgegeben wird, die  
35 durchschnittliche Verweildauer der Fasern der Faserstoffe im Pulper unter 10, vorzugsweise unter 6 bzw. 2, Minuten beträgt. Hierbei wird die durchschnittliche Verweildauer anhand der im Pulper befindlichen Menge an Fasern sowie der ausgetragenen Menge an Freifasern pro Zeiteinheit ermittelt.

**[0042]** Die geeignete Wahl der Verweildauer kann stark von den Materialien abhängen, so dass alternativ, insbesondere für kritische Materialkombinationen, wie sie beispielsweise bei Etiketten zu finden sind, die Verweildauer anhand  
40 des Aufschlussverhaltens in einem diskontinuierlichen Trennverfahren ermittelt werden kann. Hierbei wird in einem diskontinuierlichen Pulper bestimmt, wie lange es dauert, bis 95 % der aufgegeben Fasern, die in der dem Pulper aufgegebenen Mischung enthalten sind, als Freifasern vorliegen. Die durchschnittliche Verweildauer der Fasern der Faserstoffe dieses Gemenges im Pulper wird dann im laufenden Verfahren unter 50 %, vorzugsweise unter 30 % bzw. unter 10 %, der Zeit für einen 95 %igen Aufschluss bei diskontinuierlichem Betrieb gewählt.

45 **[0043]** Es hat sich überraschender Weise herausgestellt, dass durch den schnellen Abzug der Freifasern bzw. durch die korrespondierend kurze Verweildauer der Fasern im Pulper und/oder durch die geringe Freifaserdichte im Freifaseraustrag wesentlich schneller Fasern aus Stippen bzw. von Begleitstoffen getrennt werden als nach dem Stand der Technik, was zu den hohen Durchsätzen führt. Darüber hinaus kann die kurze Verweildauer auch zu einer äußerst schonenden Behandlung der Fasern führen, so dass diese als hochwertiger Wertstoff bzw. als sehr hochwertige Fasern  
50 für eine nachfolgende Verarbeitung, wie beispielsweise für eine nachfolgende Papierherstellung zur Verfügung stehen. Selbiges gilt auch für die gewonnenen bzw. weitgehend von Fasern befreiten Begleitstoffe. Insbesondere kann die Bildung von Stickys im Pulper selbst vermieden werden, die als Agglomerate klebender Verunreinigungen sich bei längerer Verweildauer im Pulper bilden und dann bei den Anordnungen nach dem Stand der Technik nur sehr schlecht entfernt werden können (Sekundärstickys). Im Übrigen verhindert auch die schonende Behandlung und ergänzend die  
55 kurze Aufenthaltszeit der dem Pulper aufgegebenen Mischung das Zerschlagen der Stückstoffe zu Stickys (Primärstickys).

**[0044]** Dementsprechend ist es vorteilhaft, wenn die durchschnittliche Verweildauer der Freifasern im Pulper 6 min oder kleiner ist. Hierbei wird die durchschnittliche Verweildauer der Freifasern als das Volumen des Pulpers dividiert

durch den Volumenstrom des Dispersionsmittels durch den Pulper ermittelt, indem davon ausgegangen wird, dass die Freifasern von dem Volumenstrom erfasst und mitgeführt werden. Auf diese Weise kann insbesondere eine besonders schonende Behandlung der Freifasern gewährleistet werden. Darüber hinaus kann hierdurch auch eine überraschende Leistungssteigerung erzielt werden, so dass die hierfür benötigten Pumpleistungen überraschender Weise nicht übermäßig ansteigen. Besonders vorteilhaft sind Verweildauern von 3 min, insbesondere 30 s bzw. 15 s, die darüber hinaus auch noch die Bildung von Stickys, wie vorstehend beschrieben, minimieren.

**[0045]** Dementsprechend wird kumulativ bzw. alternativ ein Verfahren zum Gewinnen von Fasern aus einer Fasern enthaltenden Mischung vorgeschlagen, bei welchem die Mischung einem Pulper mit einem Faserstoffaustrag aufgegeben wird und welches sich dadurch auszeichnet, dass die durchschnittliche Verweildauer der Freifasern im Pulper 6 min oder kleiner ist.

**[0046]** Vorzugsweise liegt in dem Pulper eine Betriebstemperatur zwischen 40 °C und 90 °C vor. Insbesondere hat sich eine Betriebstemperatur zwischen 50 °C und 85 °C, vorzugsweise zwischen 60 °C und 80 °C, als vorteilhaft erwiesen. Derartige Betriebstemperaturen führen überraschender Weise auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung bei einer Gewinnen von Fasern aus einer Fasern enthaltenden Mischung, bei welchem die Mischung einem Pulper mit einem Faserstoffaustrag aufgegeben wird, zu einem erheblich schonenderen Aufschluss der Fasern, so dass die durchschnittlichen Verweilzeiten verkürzt werden können. Hierbei werden trotz der hohen Temperaturen die Fasern nicht wesentlich nachteilig beeinflusst. Darüber hinaus schädigen die Temperaturen auch die Begleitstoffe, selbst wenn diese Kunststoffe, wie PVC oder PE, sind, nicht. Insbesondere kommt es in diesem Zusammenhang nicht zu den eigentlich zu erwartenden Zopfbildungen oder Verklumpungen, wenn die Kunststoffe erwärmt und somit klebriger und weicher werden.

**[0047]** Weitere Vorteile, Ziele und Eigenschaften vorliegender Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung anliegender Zeichnung erläutert, in welcher beispielhaft zwei Pulper dargestellt sind.

**[0048]** Es zeigen

- 25 Figur 1 einen sich nach oben hin verjüngenden Pulper mit einer rotierenden Schraube, welche zweifunktional ausgebildet ist;
- Figur 2 die Hüllkurve der zweifunktionalen Pulperschraube aus der Figur 1, wobei die Hüllkurve im Bereich der radialen Manteloberfläche eine Steigerungsänderung aufweist;
- 30 Figur 3 einen Pulper mit einer Pulperinnenwandung, deren Steigung sich entlang einer Schraubenrotationsachse mehrfach ändert, und mit einem kontinuierlichen Faserstoffaustrag und einem kontinuierlichen Begleitstoffaustrag;
- Figur 4 einen Pulper mit einer Pulperinnenwandung, deren Steigung sich entlang einer Schraubenrotationsachse im Wesentlichen nur einfach ändert, und mit einem kontinuierlichen Faserstoffaustrag und einem kontinuierlichen Begleitstoffaustrag;
- 35 Figur 5 einen weiteren Pulper mit einem kontinuierlichen Faserstoffaustrag und einem kontinuierlichen Begleitstoffaustrag;
- Figur 6 einen alternativen Pulper mit einem kontinuierlichen Faserstoffaustrag, dem periodisch Begleitstoffe entnommen werden;
- Figur 7 ermittelte Zerfaserungswerte (Zerfaserungskurven) für verschiedene Pulper bei diskontinuierlichem Betrieb mit logarithmischer Annäherungskurve;
- 40 Figur 8 die Zerfaserungswerte (Zerfaserungskurven) nach Figur 3 mit potentieller Annäherungskurve;
- Figur 9 die Zerfaserungsleistung (erste Ableitung) der Pulper nach Figuren 3 und 4;
- Figur 10 die Produktionsleistung dieser Pulper; und
- Figur 11 die spezifische Produktionsleistung dieser Pulper.

**[0049]** Der in der Figur 1 gezeigte Pulper 1 umfasst einen Pulperkörper 2 der einen Pulperboden 3 aufweist, von welchem ausgehend sich eine sukzessiv nach oben hin zunächst erweiternde und dann verjüngende Pulperhauptwandung 4 aufbaut. Ab einer maximalen Füllhöhe 5 des Pulpers 1 weitet sich der Pulperkörper 2 als Eintragsöffnung 6 aus. Über die Eintragsöffnung 6 erfolgt zumindest der Eintrag eines Gemenges 7 in den Pulper 1.

**[0050]** Die Pulperhauptwandung 4, insbesondere die Pulperinnenwandung 8, verjüngt sich konzentrisch sukzessiv ausgehend von einem breitesten Bereich bis hin zur maximalen Füllhöhe 5 entlang einer und um eine Schraubenrotationsachse 9 einer Pulperschraube 10. Die Pulperschraube 10 ist mittig innerhalb des Pulperkörpers 2 und unmittelbar oberhalb eines Pulpersiebes 11 angeordnet.

**[0051]** In diesem Ausführungsbeispiel bilden sowohl die Pulperschraube 10 als auch das Pulpersieb 11 jeweils ein Trennmittel, um Fasern von Fasern aufweisenden Bestandteile des Gemenges 7 zu lösen bzw. zu trennen. Das Gemenge kann beispielsweise Konglomerate aus Fasern, wie Papierschnipsel oder Etiketten, und/oder faserfreie Stoffe, wie beispielsweise Folienschnipsel u. ä., an denen Fasern anhaften, wie beispielsweise Rejekte, umfassen.

**[0052]** Um diese Vorgänge besonders effektiv zu gestalten bzw. ablaufen zu lassen, weist die Pulperschraube 10

zwei voneinander verschiedene Arbeitsbereiche auf, wobei die beiden voneinander verschiedene Arbeitsbereiche der Pulperschraube 10 unterschiedliche Funktionalitäten verleihen.

**[0053]** So weist die Pulperschraube 10 in ihrem oberen Bereich einen Axialförderer 12 auf, der in diesem Ausführungsbeispiel als Schneckentrieb ausgebildet ist. Mittels des Axialförderers 12 der Pulperschraube 10 wird das Gemenge 7 gemäß einer Axialhauptförderrichtung 13 von einem Vorreaktionsraum 14 in einen Reaktionsraum 15 des Pulpers 1 gefördert.

**[0054]** Der Axialförderer 13 geht unmittelbar in einen Radialförderer 16 der Pulperschraube 10 über. Mittels des Radialförderers 16 wird das Gemenge in eine Radialhauptförderrichtung 17 nach außen gefördert, um dann nach oben abgelenkt zu werden. Durch die nach unten weisende, durch den Axialförderer 12 bedingte Strömung wird das Gemenge dann wieder nach unten beschleunigt, so dass sich eine Hauptumwälzung 19 ergibt. Hierdurch werden die Fasern besonders effektiv gelöst, passieren anschließend das Pulpersieb 11 und werden über einen entsprechenden Faserstoffaustrag 18 (hier nur beispielhaft beziffert) aus dem Pulper 1 befördert.

**[0055]** Der Reaktionsraum 15 des vorliegenden Pulpers 1 zeichnet sich im Wesentlichen dadurch aus, dass in diesem Bereich die Hauptumwälzung 19 des Gemenges 7, insbesondere auch in vertikaler Richtung, erfolgt. Der Vorreaktionsraum 14 liegt dementsprechend oberhalb des Reaktionsraums 15 und zeichnet sich durch eine geringere Umwälzung 20 bzw. lediglich eine im Wesentlichen horizontale Umwälzung des Gemenges 7 aus. Der Vorreaktionsraum 14 erstreckt sich vorliegend von einer oberen Hauptumwälggrenze 21 bis zur maximalen Füllhöhe 5 des Pulpers 1. Der Reaktionsraum 15 erstreckt sich von der oberen Hauptumwälggrenze 21 bis zu einer unteren Hauptumwälggrenze 22, die vorliegend von dem Pulpersieb 11 gebildet ist.

**[0056]** Die geringe Umwälzung 20 im Vorreaktionsraum 14 entsteht hauptsächlich dadurch, dass ein Ende 23 der Pulperschraube 10 bis in den Vorreaktionsraum 14 hineinragt und von dort ausgehend das Gemenge nach unten beschleunigt, so dass die Hauptumwälzung 19 nicht bis in den Vorreaktionsraum 14 gelangen kann. Durch das Schraubeneinde 23 und die Hauptumwälzung 19 wird die geringe Umwälzung 20 im Vorreaktionsraum 14 verursacht.

**[0057]** Der Axialförderer 12 hat einen Axialfördererdurchmesser 24 und der Radialförderer 16 hat einen Radialfördererdurchmesser 25, wobei der Axialfördererdurchmesser 24 kleiner als der Radialfördererdurchmesser 25 ist.

**[0058]** Der Pulper 1 hat zumindest im Bereich des Radialförderers 16 ein Durchmesser Verhältnis von Pulperschraubenaußendurchmesser/Pulperinnendurchmesser, welches größer als 1/3 ist.

**[0059]** Die in der Figur 2 gezeigte Hüllkurve 30 bildet schematisch die Außenkontur der in der Figur 1 gezeigten Pulperschraube 10 ab. Die Hüllkurve 30 hat in diesem Ausführungsbeispiel einen radialen Manteloberflächenbereich 31, der vorliegend in drei Unterbereiche 31A, 31B und 31C aufgeteilt ist. An den jeweiligen Pulperschraubeneenden 23 (hier nur explizit oben beziffert, siehe Figur 1) weist die Hüllkurve 30 einen oberen axialen Mantelflächenbereich 35 und einen unteren axialen Mantelflächenbereich 36 auf, welche jedoch vorliegend von sekundärem Interesse sind.

**[0060]** Primär ist es vorliegend von Bedeutung, dass der radiale Manteloberflächenbereich 31 eine Steigungsänderung 32 aufweist, die jeweils an den Übergängen zwischen den Unterbereichen 31A, 31B und 31C vorgesehen sind. Ausgehend von dem unteren axialen Manteloberflächenbereich 36 beginnt der radiale Manteloberflächenbereich 31 mit dem Unterbereich 31C, der in den mittleren Unterbereich 31B übergeht. Der mittlere Unterbereich 31B geht dann in den oberen Unterbereich 31A über.

**[0061]** Der in der Figur 3 gezeigte Pulper 101 umfasst einen Pulperkörper 102, der in drei Bereiche einteilbar ist. Der erste Bereich wird von einem Pulperboden 103 gebildet, an welchem sich eine Pulperhauptwandung 104 des Pulperkörpers 102 anschließt. Im Bereich der maximalen Füllhöhe 105 des Pulpers 101 geht die Pulperhauptwandung 104 in den Bereich einer Eintragsöffnung 106 des Pulpers 101 über.

**[0062]** Im Bereich der Pulperhauptwandung 104 ist ein separater Begleitstoffaustrag 140 an dem Pulper 101 vorgesehen. Vorliegend verfügt der Begleitstoffaustrag 140 über ein Austragsrohr 141, in welchem eine von einem Austragsmotor 142 angetriebene Austragsschnecke 143 umläuft. Es versteht sich, dass anstelle der Austragsschnecke 143 beispielsweise auch ein Greifer oder ein Förderband als Austragsorgan am Begleitstoffaustrag 140 zu Einsatz kommen kann, wie dieses insbesondere auch bei dem Pulper 1 nach Figur 1 vorgesehen sein kann.

**[0063]** Im Pulper 101 selbst sind als Trennmittel, durch welche die Fasern von den Fasern enthaltenen Bestandteilen getrennt werden, eine Pulperschraube 110 und ein Pulpersieb 111 angeordnet. Die Pulperschraube 110 ist unmittelbar oberhalb des Pulpersiebes 111 platziert und rotiert um eine Schraubenrotationsachse 109. Die Pulperschraube 110 weist einen ersten Arbeitsbereich auf, der als Axialförderer 112 ein in dem Pulper 101 eingefülltes Gemenge 107 in einer Axialhauptförderrichtung 113 von der Eintragsöffnung 106 zu dem Pulperboden 103 fördert. Als weiteren Arbeitsbereich umfasst die Pulperschraube 110 einen Radialförderer 116. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel hat der Axialförderer 112 einen Axialfördererdurchmesser 124, der wesentlich geringer ist als ein Radialfördererdurchmesser 125 des Radialförderers 116, wobei die Hüllkurve der Schraube der in Figur 2 dargestellten Hüllkurve entspricht.

**[0064]** Die in dem Pulper losgelösten Fasern gelangen durch das Pulpersieb 111 in einen Faserstoffaustrag 118 und werden so aus dem Pulper 101 abgeführt.

**[0065]** Das Trennen der Fasern aus dem Gemenge 107 wird in diesem Ausführungsbeispiel gegenüber dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel noch weiter verbessert, indem die Pulperinnenwandung 108 derart ausgebildet ist,

dass sie der Kontur der Pulperschraube 110 angepasst ist und ihr nachfolgt. So weist die Pulperinnenwandung 108 zwei voneinander verschiedene Steigungsänderungen, siehe insbesondere 144 und 145 auf, wobei die Steigungsänderung 144, 145 dem Übergang zwischen 31A und 31B in Figur 2 und die Steigungsänderung zwischen Pulperboden und 145 dem Übergang zwischen 31B und 31C in Figur 2 entspricht.

5 **[0066]** Insbesondere im Arbeitsbereich des Radialförderers 116 hat der Pulper 101 ein Durchmesser Verhältnis von Schraubenaußendurchmesser/Pulperinnendurchmesser, welches größer als ein Drittel ist. Hierdurch wird ein besonders effektives Lösen und Trennen der Fasern von Begleitstoffen erzielt.

10 **[0067]** Die Pulperschraube 110 ist vorliegend im Wesentlichen in einem Reaktionsraum 115 des Pulpers 101 angeordnet, sodass lediglich ein Ende 123 der Pulperschraube 110 in einen Vorreaktionsraum 114 hineinragt. Der Reaktionsraum 115 erstreckt sich vorliegend von einer unteren Hauptumwälzgrenze 122, die im Wesentlichen von dem Pulpersieb 111 gebildet wird, bis zu einer oberen Hauptumwälzgrenze 121, welche sich dadurch auszeichnet, dass sich in diesem Bereich ein Übergang von einer Hauptumwälzung 119 zu einer geringeren Umwälzung 120 ergibt, wie bereit bei dem zuvor erläuterten Ausführungsbeispiel dargestellt.

15 **[0068]** Die obere Hauptumwälzgrenze 121 kann sich innerhalb des Pulpers 101 entlang der Schraubenrotationsachse 109 verlagern, da sie unter anderem auch von dem zu verarbeitenden Gemenge 107 und/oder der Rotationsgeschwindigkeit der Pulperschraube 110 abhängt. Wesentlich ist jedoch, dass die obere Hauptumwälzgrenze 121 stets im Bereich des Pulperschraubenendes 123 liegt, sodass das Ende 23 der Pulperschraube 110 nach Möglichkeit im Vorrationsraum 114 angesiedelt ist.

20 **[0069]** Der in der Figur 4 gezeigte Pulper 201 hat im Wesentlichen einen identischen Aufbau wie der vorstehend beschriebene Pulper 1 aus der Figur 1, wobei zusätzlich an einem Pulperkörper 202 ein Begleitstoffaustrag 240 angeordnet ist. Der Begleitstoffaustrag 240 umfasst ein Austragsrohr 241. In dem Austragsrohr 241 rotiert eine Austragschnecke 243, die mittels eines Austragsmotors 242 angetrieben ist. Der Begleitstoffaustrag 240 ist im Bereich einer Pulperhauptwandung 204 vorgesehen und gewährleistet eine kontinuierliche Entnahme der Begleitstoffe aus dem Reaktionsraum 215 des Pulpers 201.

25 **[0070]** Da bis auf den Begleitstoffaustrag 240 der Pulper 201 identisch mit dem Pulper 1 aus der Figur 1 ist und um Wiederholungen hinsichtlich der vorliegenden Erläuterung zu vermeiden, wird auf eine weitere Beschreibung des Pulpers 201 verzichtet.

30 **[0071]** Die in den Figuren 5 und 6 dargestellten Pulper 301, 401 weisen jeweils einen Treiber 310, 410 auf, der von einem Motor 350, 450 angetrieben wird. Der Treiber 310, 410 setzt ein in den Pulper 301, 401 befindliches Gemenge 307, 407 aus Stückstoffen, wie Begleitstoffen und/oder Stippen, und Freifasern in Bewegung und sorgt hierdurch dafür, dass sich an den Begleitstoffen anhaftende Fasern bzw. zu Stippen vereinigte Fasern lösen. Diese Mischung wird nach Bedarf dem Pulper 301, 401 in an sich bekannter Weise über den hier lediglich schematisch skizzierten Gemengeeintrag 307, 407 durch eine obere Öffnung 306, 406 dem Pulper 301, 401 nach Bedarf aufgegeben. Selbiges gilt für Wasser. Es versteht sich, dass an dieser Stelle gegebenenfalls auch ein seitlicher Eintrag erfolgen kann.

35 **[0072]** Die Pulper 301, 401 verfügen in ihrem unteren Teil 303, 403 (Pulperboden) über ein Pulpersieb 311, 411, welches als statische Trennmittel dienen und derart gewählt sind, dass nach Möglichkeit lediglich im Wasser gelöste Freifasern dieses durchdringen können. Es versteht sich, dass auch kleinere Bestandteile der Begleitstoffe, sollten derartige kleine Bestandteile in dem Pulper 301, 401 vorliegen, die Siebe 311, 411 durchdringen können, wobei diese dann später herausgefangen werden. Andererseits treten bei diesem Verfahren verhältnismäßig wenig derartig kleine Begleitstoffe auf, da der Pulper 301, 401 an sich die ihm aufgegeben Materialien nicht zerstört sondern lediglich durch mechanische Beanspruchungen voneinander trennt.

40 **[0073]** Haben die Fasern das Sieb 311, 411 durchquert, gelangen sie in einen Unterlauf 106, 206 und werden in Wasser gelöst über einen Faserstoffaustrag 318, 418 gelöst ausgetragen. Auch bei diesen Pulpern wird im unteren Bereich ein Reaktionsraum gebildet, über welchem jeweils ein Vorreaktionsraum vorgesehen ist (hier nicht explizit dargestellt). Auch folgt die Pulperwandung im Wesentlichen der Schraubenform, so dass insbesondere das Verhältnis Pulperschraubenaußendurchmesser/Pulperinnendurchmesser größer als  $1/3$  ist

45 **[0074]** Der im Figur 5 dargestellte Pulper 301 verfügt darüber hinaus noch über einen separaten Begleitstoffaustrag 340, der im vorliegenden Ausführungsbeispiel über eine Schnecke 343, welche von einem Motor 342 angetrieben wird, dargestellt ist. Es versteht sich, dass der Begleitstoffaustrag 340 das in dem Pulper 301 befindliche Gemenge 307 aus Stückstoffen, wie Begleitstoffen und/oder Stippen, und Freifasern sowie ggf. etwas Wasser aus dem Pulper 301 entnimmt und wahlweise kontinuierlich oder diskontinuierlich betrieben werden kann. Bei dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt der Stückstoffaustrag durch die Eintragsöffnung 406. Auch hier wird über den Stückstoffaustrag das in dem Pulper 401 befindliche Gemenge 407 aus Stückstoffen, wie Begleitstoffen und/oder Stippen, und Freifasern sowie ggf. etwas Wasser aus dem Pulper 401 entnommen.

50 **[0075]** Im Betrieb werden vorzugsweise die Siebe 311, 411 und die Treiber 310, 410 derart gewählt, dass die Pulper 301, 401 mit einem Freifaseranteil zwischen 0,3% und 1,5% bzw. mit einem Anteil an Stückstoffen zwischen 99,7% und 98,5% gefahren werden können. Durch die Wahl des Durchsatzes beim Faserstoffaustrag aber auch durch die Wahl der aufgegebenen Wassermenge, der aufgegebenen Menge der Mischung und durch den geeigneten Begleitstoffaustrag

sowie durch die Wahl der Pulpergeometrie wird darüber hinaus die Gesamtstoffdichte im Pulper 310, 410 zehnmal so hoch gewählt, wie die Faserstoffdichte im Unterlauf 351, 451. Hierbei wird dafür gesorgt, dass die Freifaserdichte im Unterlauf 351, 451 bei 1% und darunter liegt, sodass die Gesamtstoffdichte im Pulper 310, 410 bei 10% eingestellt wird.

**[0076]** An dieser Stelle sei angemerkt, dass die der Erfindung zu Grunde liegenden Pulper sich sowohl für einen kontinuierlichen, einen periodischen als auch einen kontinuierlich getakteten Einsatz eignen.

**[0077]** Je nach konkreten Gegebenheiten kann insbesondere die Gesamtstoffdichte weit höher liegen und vorzugsweise bis 30% betragen.

**[0078]** Entsprechend der Darstellungen in Figuren 7 und 8 kann bei gegebenen Verhältnissen, insbesondere bei gegebenen Pulper und bei gegebenem Material, welches dem Pulper aufgegeben wird, die Auflösezeit und somit die Verweildauer bestimmt werden. Hierbei werden zuvor entsprechende Messungen des Stippengehalts im diskontinuierlichen Betrieb durchgeführt, die in folgender Tabelle für verschiedene Pulpertypen (Zylinder und Scheibe; Zylinder und Schraube; Konisch und Schraube) exemplarisch dargestellt sind.

**Tabelle 1**

	Zerfaserungsdauer in Minuten															
	0	2	4	6	8	10	16	20	24	28	32	40	44	60	80	100
Zylinder und Scheibe		93	80		74		65		55			50			23	20
Zylinder und Schraube		76	55		35		24		15		7		4	2		
Konisch und Schraube		71	50	33	23	19	11	6	3	1	0,5					

**[0079]** Hierbei sind die Kurven in Figur 7 anhand der dargestellten Messwerte logarithmisch über die Funktionen (Zylinder und Scheibe:  $y = -21,739\ln(x) + 108,73$ ; Zylinder und Schraube:  $y = -26,432\ln(x) + 85,288$ ; Konisch und Schraube:  $y = -31,143\ln(x) + 81,795$ ) und die Kurven in Figur 8 anhand der dargestellten Messwerte potenziell über die Funktionen (Zylinder und Scheibe:  $y = 148,43x^{-0,4539}$ ; Zylinder und Schraube:  $y = 247,56x^{-1,2688}$ ; Konisch und Schraube:  $y = 595,85x^{-2,1552}$ ) angenähert.

**[0080]** Andererseits lässt sich hieraus auch die Zerfaserungsleistung ermitteln, wobei bei diesem Ausführungsbeispiel eine graphische Auswertung der in Tabelle 1 bzw. in Figuren 7 und 8 dargestellten Messwerte erfolgte, indem an ausgewählten Punkten die Tangente angelegt wurde. Hieraus ergaben sich die folgenden, in Tabelle 2 dargestellten Werte.

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

**Tabelle 2**

Freifasern	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Stippen	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
Zylinder und Scheibe					4,3				1,1						0,4						
Zylinder und Schraube					12,0				8,9										0,8	0,3	
Konisch und Schraube					13				10,0						5,7				1,3	0,5	

[0081] In Figur 9 sind die entsprechenden Daten aufgetragen und linear extrapoliert, wobei sich für den Pulper "Zylinder und Scheibe"  $y = -0,852x + 17,737$ , für den Pulper "Zylinder und Schraube"  $y = -0,7894x + 15,821$  und für den Pulper "Konisch und Schraube"  $y = -0,3729x + 5,5153$  als graphische Annäherung ergibt.

[0082] Auch lässt sich die Produktionsleistung als Zerfaserungsleistung multipliziert mit dem Gesamteintrag darstellen, was exemplarisch in der nachfolgenden Tabelle 3 dargestellt ist.

Tabelle 3

	Stippen	100	93	80	60	40	30	10	5	0
Zylinder und Scheibe			2	2	0,5	0,3	0,2			
Zylinder und Schraube				10	7,5	4,2		0,7	0,2	
Konisch und Schraube				14	11		6,2	1,4	0,5	

[0083] Dieses ist entsprechend in Figur 10 grafisch dargestellt. Ebenso lässt sich hieraus eine spezifische Produktionsleistung als  $\text{kg} / \text{h} \cdot 1$  ermitteln, die exemplarisch in Tabelle 4 und in Figur 11 dargestellt ist.

Tabelle 4

	Stippen	100	80	60	40	30	10	5	0
Zylinder und Scheibe			0,128	0,034	0,019	0,011			
Zylinder und Schraube			0,720	0,538	0,300		0,047	0,017	
Konisch und Schraube			1,192	0,900		0,515	0,115	0,045	

[0084] Wie anhand der Figuren unmittelbar ersichtlich, lässt sich durch die dem Anspruch gemäßen Maßnahmen gezielt die Leistung des Pulpers steigern. Des weiteren hat sich überraschender Weise herausgestellt, dass durch die extrem kurze Verweildauer im Pulper eine Bildung von Agglomeraten bzw. Stickys dadurch, dass sich an kleinsten klebenden oder haftenden Resten weitere klebende oder haftende Reste bilden, die dann immer größer werden, vermieden werden kann. Im Übrigen verhindert auch die schonende Behandlung und ergänzend die kurze Aufenthaltszeit der dem Pulper aufgegebenen Mischung das Zerschlagen der Stückstoffe zu Stickys. Es versteht sich, dass die Verhältnisse im Pulper nicht auf die vorstehend beschriebene Art und Weise gewählt werden müssen. Vielmehr sind auch andere Methoden, beispielsweise im kontinuierlichen Betrieb, denkbar, um die Zerfaserungszeiten und die Pulperleistungen ermitteln und optimieren zu können.

[0085] Im Übrigen ist zu betonen, dass die in den Figuren 7 bis 11 dargestellten Annäherungen sehr grob sind und die genauen Verhältnisse nicht zur Gänze beschreiben können. Es wird vermutet, dass die Zerfaserungskurve an sich eine wesentlich komplexere Gestalt hat, was beispielsweise durch Phasenübergänge oder ähnliche Phänomene des im Pulper befindlichen und von diesem verarbeiteten Gemenges bedingt sein kann. Bei genauer Betrachtung ergibt sich die Vermutung, dass gerade bei kurzen Zerfaserungszeiten in den Figuren 7 und 8 die Zerfaserungsleistung, also die negative Werte der ersten Ableitung der tatsächlichen Messwerte, erheblich höher liegt als die jeweilige Annäherungskurve bzw., als dieses bei längeren Zerfaserungszeiten der Fall ist. Insofern scheint vorliegend erfindungsgemäß ein Bereich der Zerfaserungskurve gewählt worden zu sein, in welcher diese besonders steil also die Zerfaserungsleistung aus welchen Gründen auch immer besonders hoch ist, um so - entgegen der Auffassung aller auf diesem Gebiet tätigen Fachleute - einen Pulper bei sehr geringem Freifaseranteil und kurzer Verweildauer des dem Pulper aufgegebenen Gemisches zu betreiben, wodurch sich noch ergänzend Vorteile, wie eine äußerst schonende Behandlung der aufgegebenen Mischung und eine Vermeidung der Bildung von Stickys, bei geeigneter Wahl der Parameter insgesamt erzielen lassen.

## 50 Patentansprüche

1. Pulper zum Recyceln eines Gemenges, welches zumindest ein Fasern enthaltendes Bestandteil umfasst, wobei in dem Pulper Mittel zum Trennen der Fasern aus dem Gemenge angeordnet sind und wobei der Pulper zumindest bereichsweise in Richtung der maximalen Pulperfüllhöhe eine Durchmessererzählung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Trennen der Fasern aus dem Gemenge eine rotierende Schraube umfassen, die in zwei Arbeitsbereiche mit unterschiedlichen Funktionalitäten aufgeteilt ist, der Pulper zumindest im Bereich der rotierenden Schraube konisch ausgebildet ist, wobei ein im Durchmesser (25) größer dimensionierter erster Ar-

beitsbereich der rotierenden Schraube (10) näher an einem stationären ein weiteres Trennmittel des Pulpers (1) bildenden Pulpersieb (11) angeordnet ist als ein im Durchmesser (24) kleiner dimensionierter zweiter Arbeitsbereich der rotierenden Schraube (10) und wobei eine Pulperwandung (108) zwei voneinander unabhängige Steigungsänderungen so aufweist, dass sie der Kontur der Schraube angepasst ist und ihr nachfolgt.

5

2. Pulper nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rotierende Schraube (10) in eine erste Trenneinrichtung und in eine weitere Trenneinrichtung unterteilt ist und die erste Trenneinrichtung und die zweite Trenneinrichtung voneinander verschieden sind.

10

3. Pulper nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rotierende Schraube (10) als erste Trenneinrichtung einen Axialförderer (12) zum Erzeugen einer Axialhauptförderrichtung (13) für das Gemenge (7) und als weitere Trenneinrichtung einen Radialförderer (16) zum Erzeugen einer Radialhauptförderrichtung (17) für das Gemenge (7) aufweist.

15

4. Pulper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitsbereiche der rotierenden Schraube (10) voneinander abweichende Durchmesser (24, 25) aufweisen.

### Claims

20

1. A pulper for recycling a batch, comprising at least one component containing fibres, wherein arranged in the pulper are means of separating the fibres from the batch and wherein the diameter of the pulper decreases, at least in sections, in the direction of the maximum pulper filling level, **characterized in that** the means for separating the fibres comprise a rotating screw which is divided into two operating areas with different functions, the pulper is conically designed, at least in the area of the rotating screw, wherein a first operating area of the rotating screw (10), which is larger in diameter (25), is arranged closer to a stationary pulper sieve (11), which forms further separating means of the pulper (1), than a second operating area of the rotating screw (10) which is smaller in diameter (24), and wherein a pulper wall (108) exhibits two changes of gradient that are independent of each other so that it matches and follows the contour of the screw.

25

30

2. The pulper according to claim 1, **characterized in that** the rotating screw (10) is divided into a first separating device and into a second separating device and the first separating device and the second separating device are different from one another.

35

3. The pulper according to any one of claims 1 or 2, **characterized in that** as the first separating device the rotating screw (10) has an axial conveyor (12) for producing an axial main conveying direction (13) for the batch (7), and as a further device a radial conveyor (16) for producing a radial main conveying direction (17) for the batch (7).

40

4. The pulper according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the operating area of the rotating screw (10) have different diameters (24, 25).

### Revendications

45

1. Broyeur pour recycler un mélange qui contient au moins un composant contenant des fibres, étant disposés dans le broyeur des moyens de séparation des fibres et du mélange et le broyeur présentant au moins par endroits un rétrécissement de diamètre en direction de la hauteur de remplissage maximale du broyeur, **caractérisé en ce que** les moyens de séparation des fibres et du mélange comprennent une vis rotative qui est divisée en deux zones opérationnelles ayant des fonctionnalités différentes, que le broyeur a une confirmation conique au moins au niveau de la vis rotative, une première zone opérationnelle de la vis rotative (10) de diamètre supérieur (25) étant disposée plus près d'un crible de broyeur (11) stationnaire formant un autre moyen de séparation du broyeur (1) qu'une seconde zone opérationnelle de la vis rotative (10) diamètre inférieur (24) et une paroi de broyeur (108) présentant deux changements de pente indépendants l'un de l'autre tels qu'elle s'adapte au contour de la vis et le suit.

50

55

2. Broyeur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vis rotative (10) est divisée en un premier dispositif séparateur et un autre dispositif séparateur et que le premier dispositif séparateur et le second dispositif séparateur sont différents l'un de l'autre.

## EP 1 882 061 B1

3. Broyeur selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la vis rotative (10) présente en tant que premier dispositif séparateur un convoyeur axial (12) pour créer un sens de convoyage principal axial (13) pour le mélange (7) et en tant que second dispositif séparateur un convoyeur radial (16) pour créer un sens de convoyage principal radial (17) pour le mélange (7).

5

4. Broyeur selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les zones opérationnelles de la vis rotative (10) ont des diamètres (24, 25) différents les uns des autres.

10

15

20

25

30

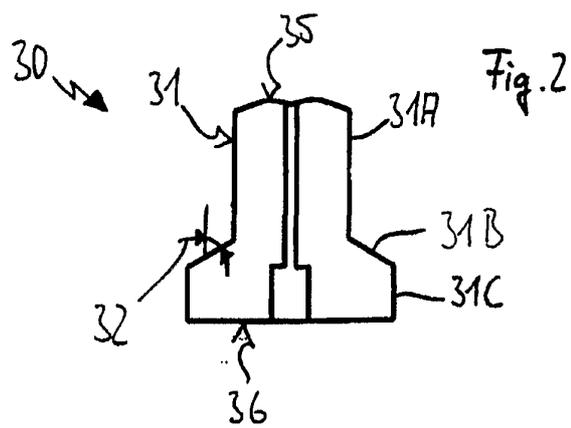
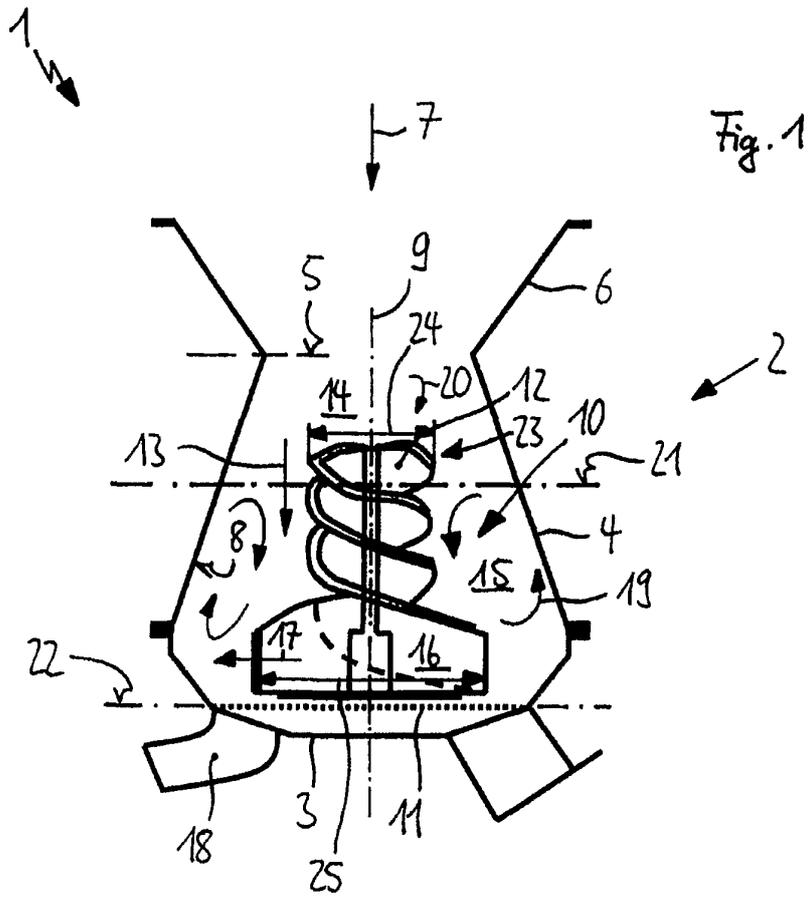
35

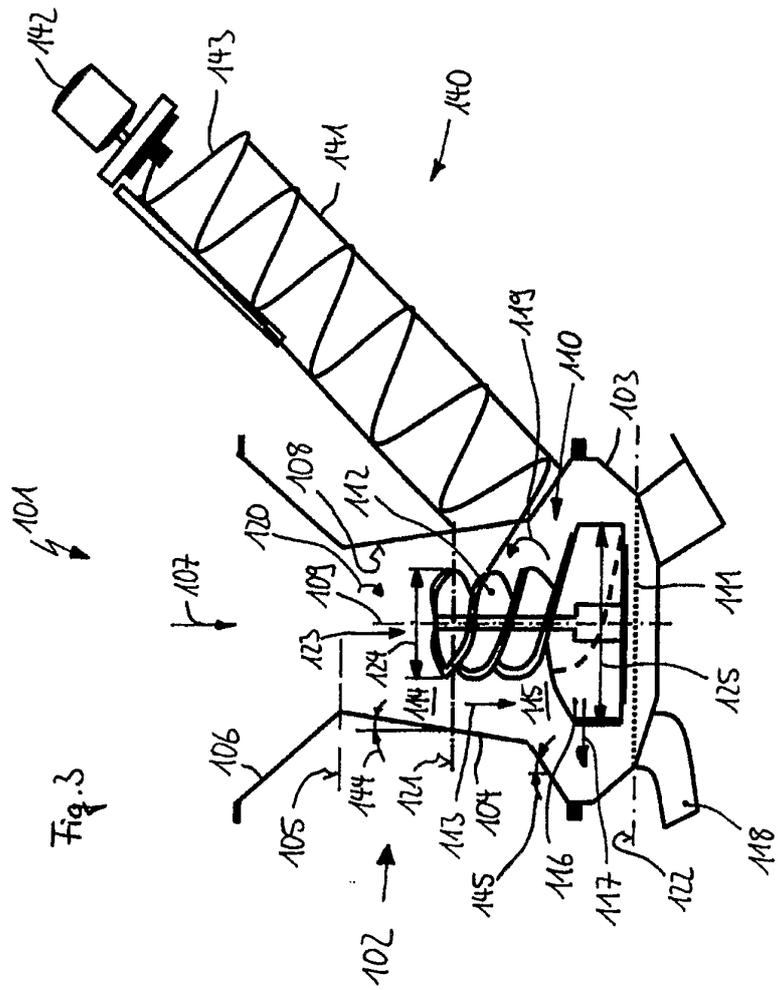
40

45

50

55





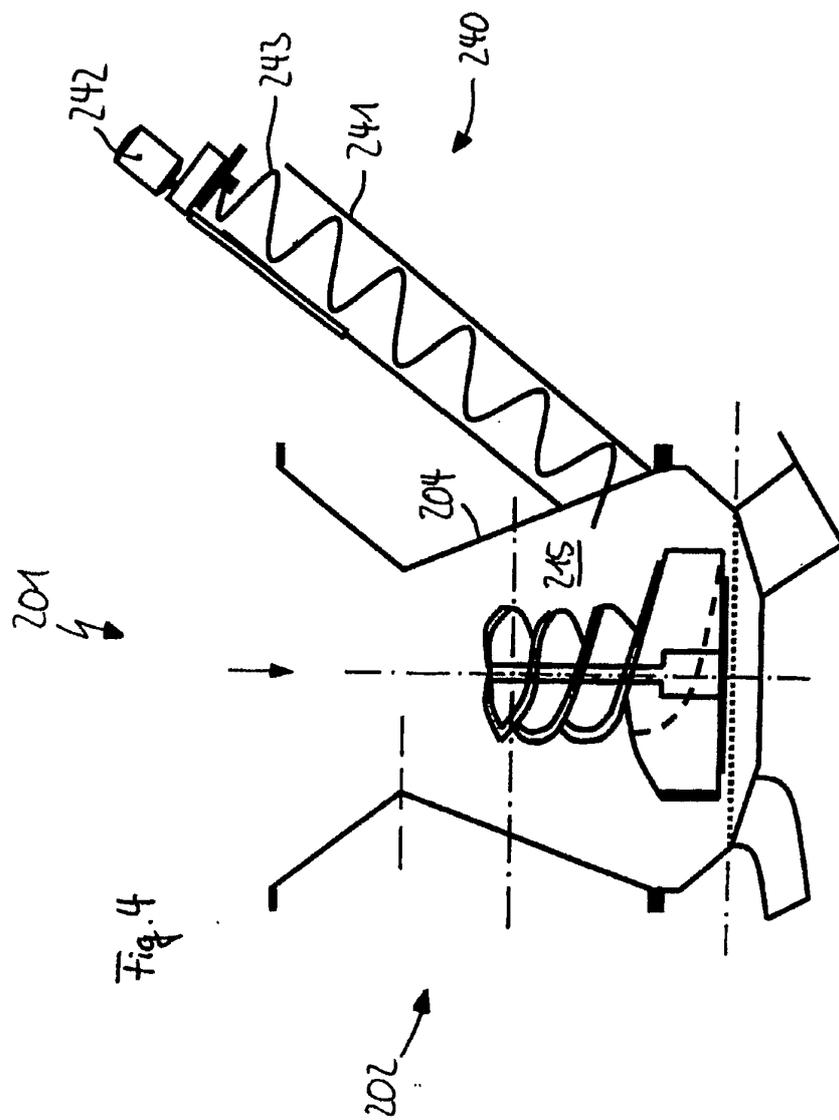


Fig. 5

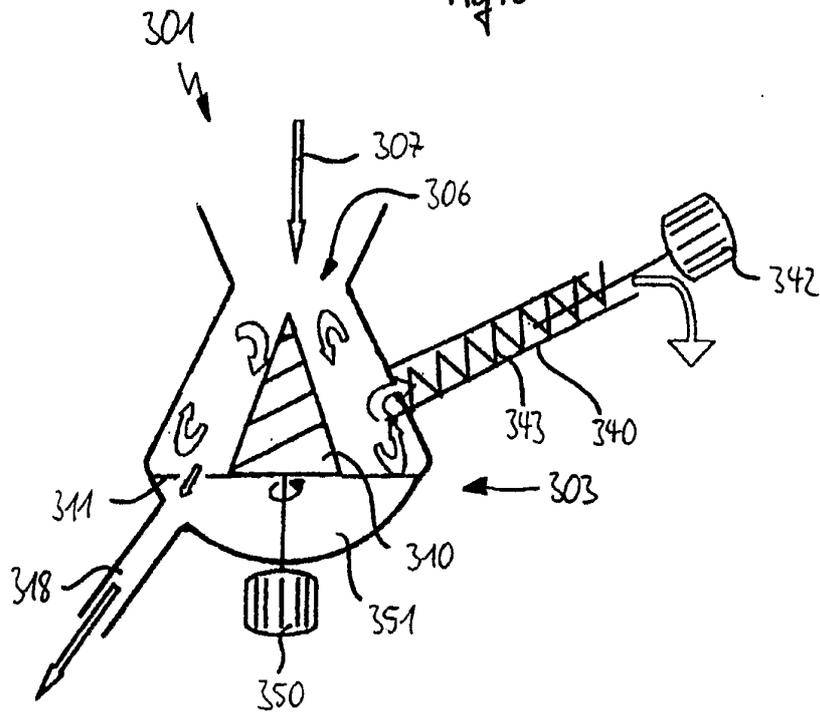


Fig. 6

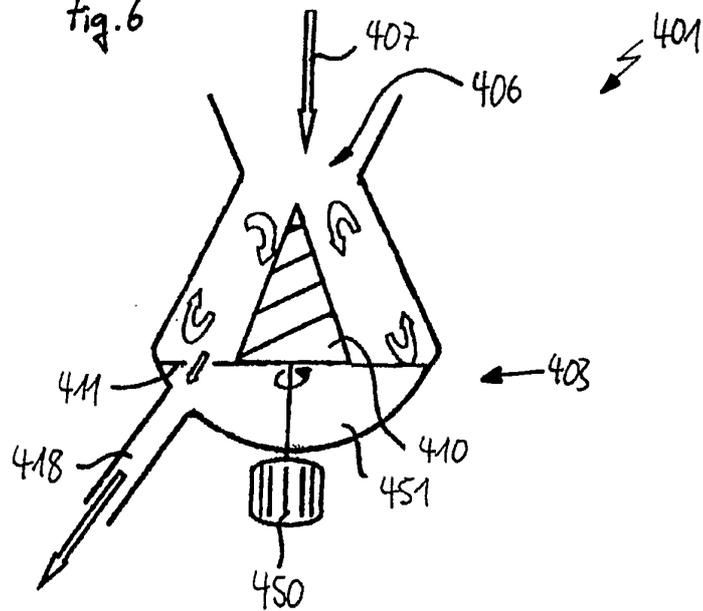


Fig. 7

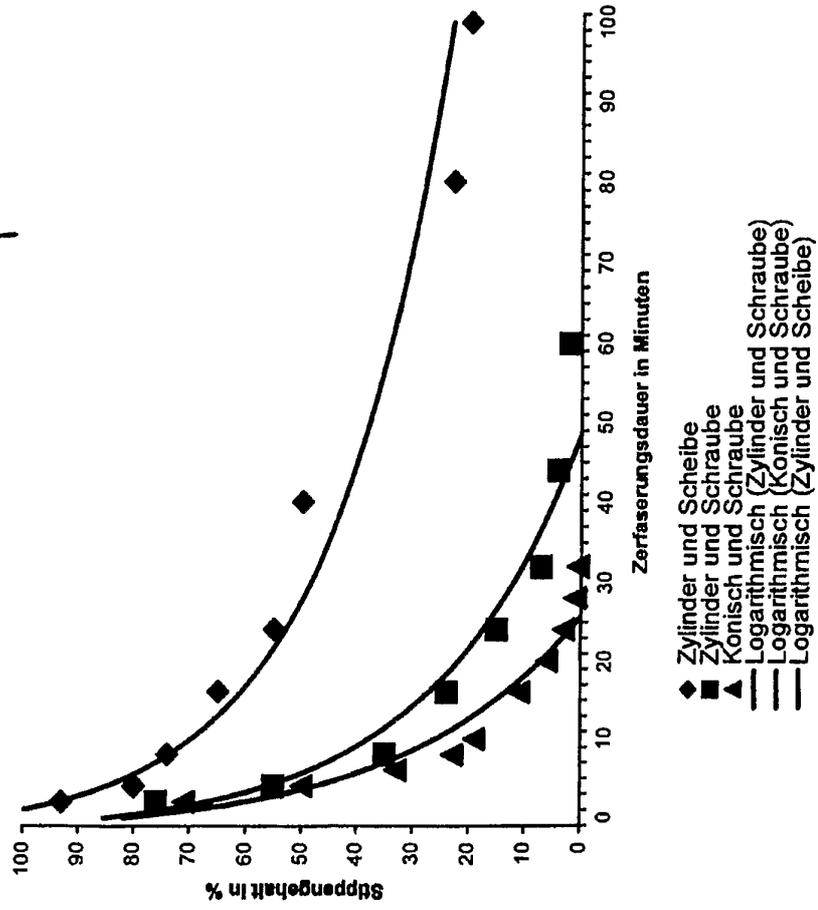


Fig. 8

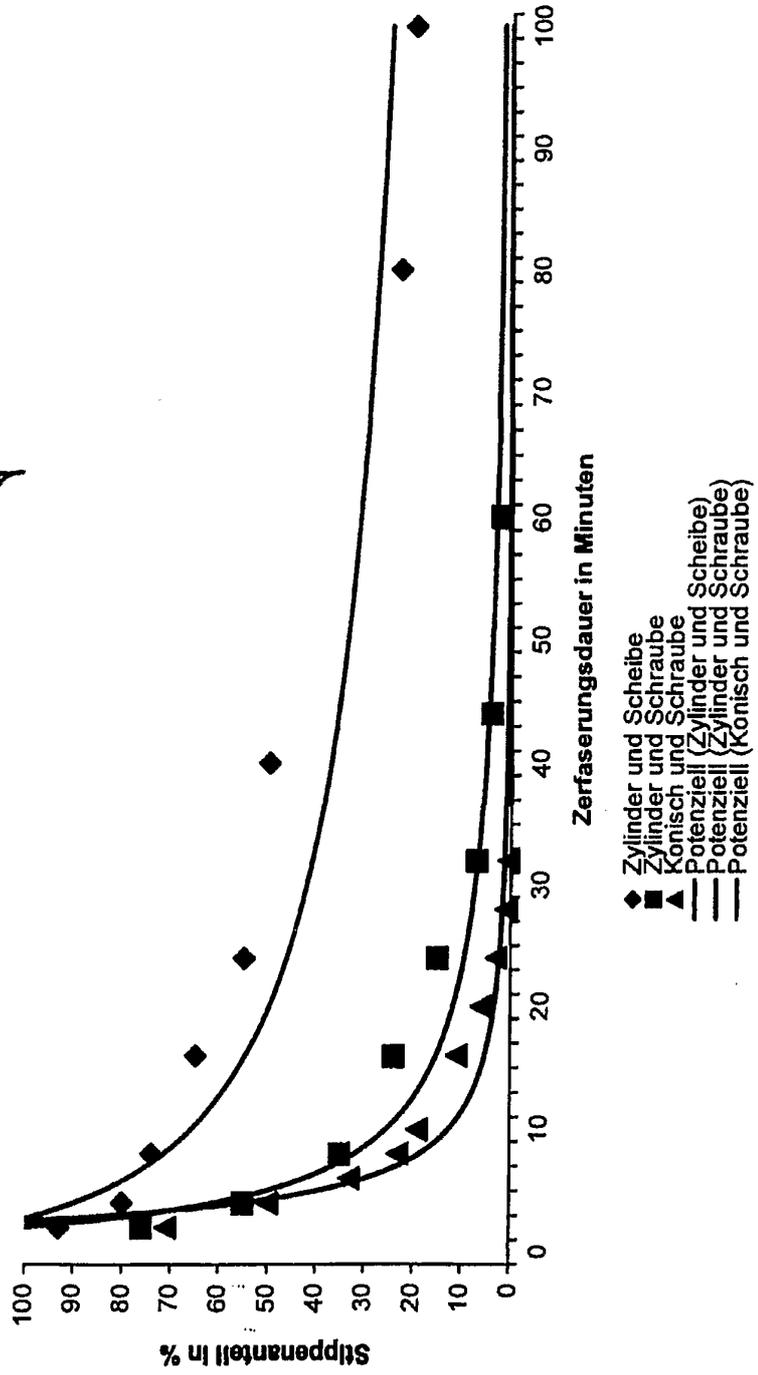


Fig. 9

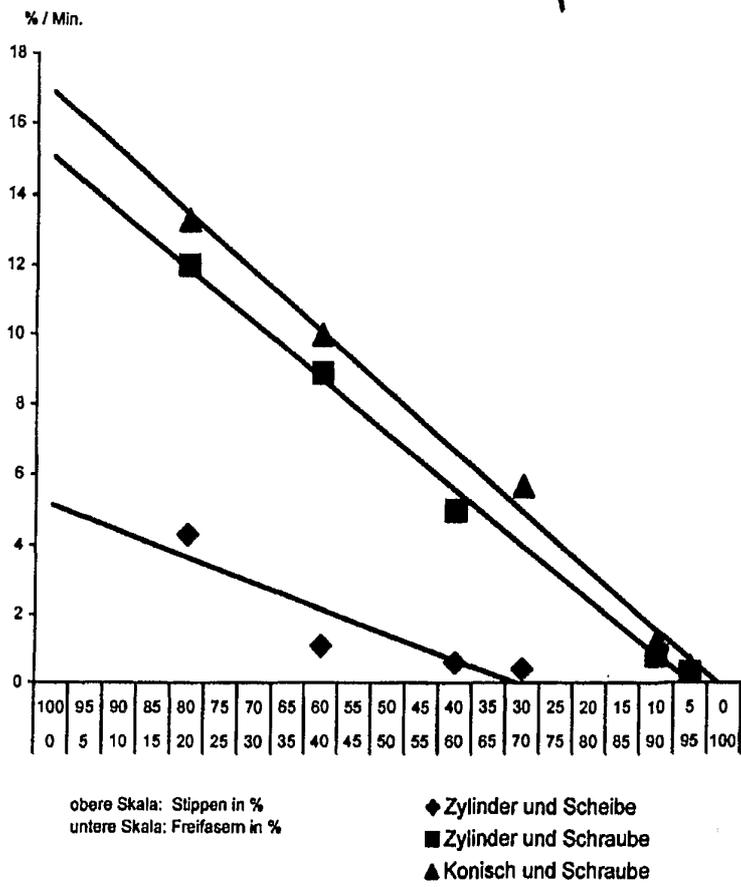


Fig. 10

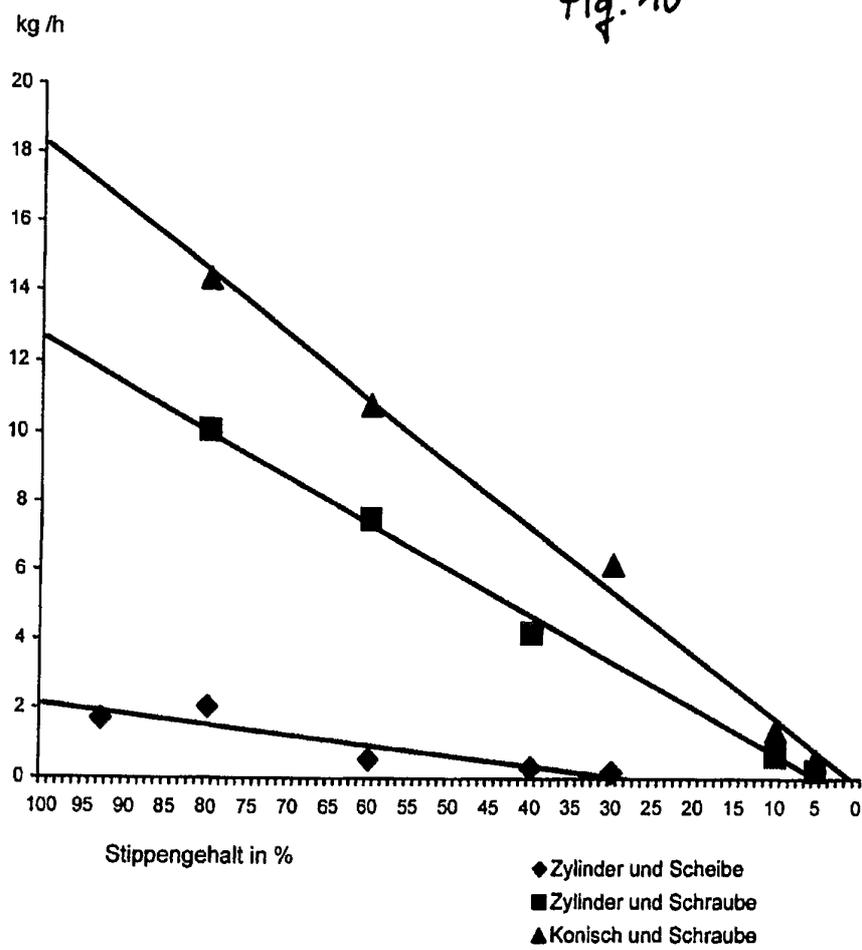
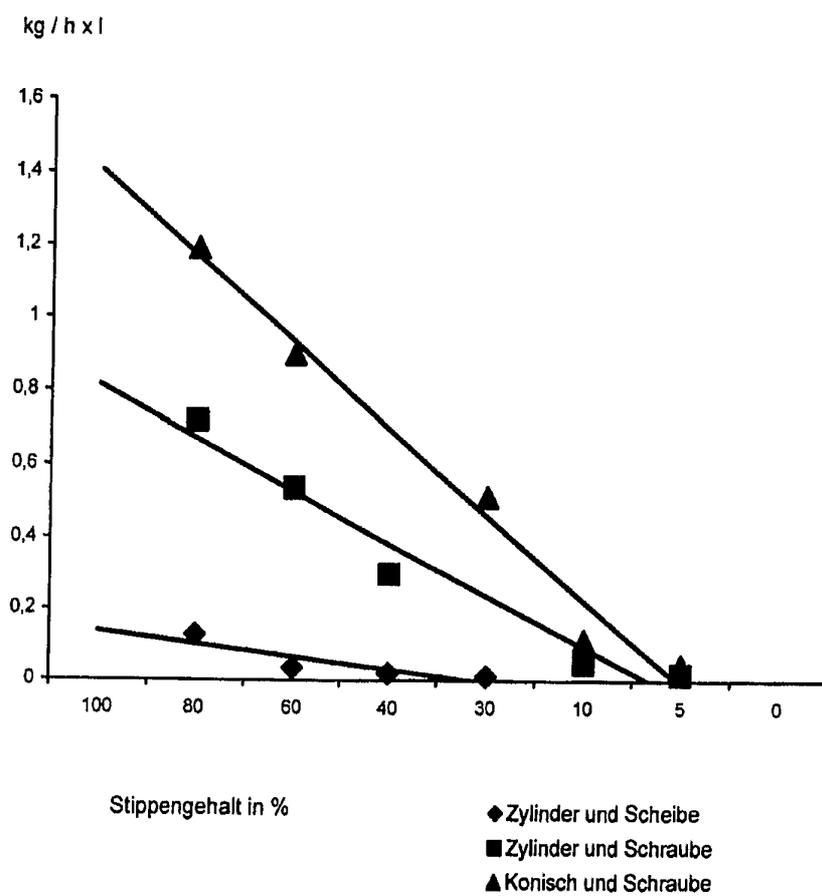


Fig. 11



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 20020166910 A [0002]
- DE 9014491 U [0002]