



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**04.05.2016 Patentblatt 2016/18**

(51) Int Cl.:  
**B02C 13/18** (2006.01) **B02C 13/282** (2006.01)  
**B02C 23/20** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15192471.9**

(22) Anmeldetag: **30.10.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA**

(71) Anmelder: **Pallmann Maschinenfabrik GmbH & Co. KG**  
**66482 Zweibrücken (DE)**

(72) Erfinder: **Pallmann, Hartmut**  
**66482 Zweibrücken (DE)**

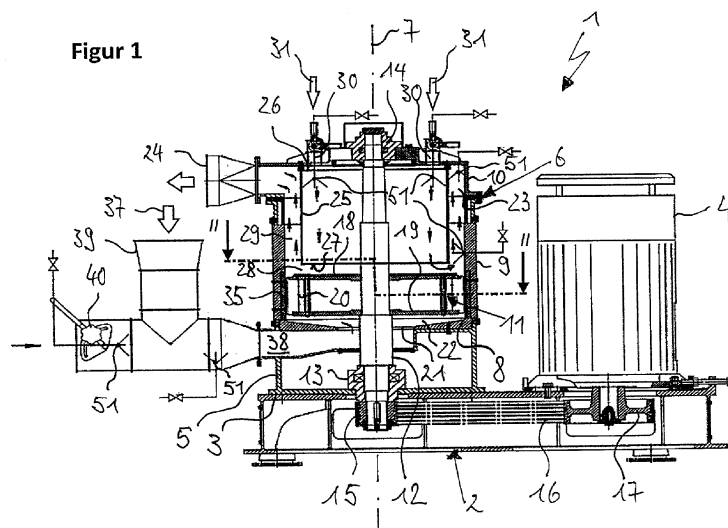
(74) Vertreter: **Kurz, Andreas**  
**Ostring 23**  
**76829 Landau (DE)**

(30) Priorität: **31.10.2014 DE 102014015964**

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BEARBEITEN VON AUFGABEGUT**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bearbeiten von Aufgabegut (37). Die Vorrichtung besitzt ein entlang einer Achse (7) angeordnetes Gehäuse (6) mit einem Guteinlauf (38, 39) zur Zuführung des Aufgabeguts (37) und mit einem Gutauslauf (24) zum Abzug des bearbeiteten Guts aus dem Gehäuse (6). Das Gehäuse (6) ist axial gegliedert in eine erste Bearbeitungszone (33), in der ein um die Achse (7) drehender Rotor (11) angeordnet ist, der über seinen Umfang mit Rotorwerkzeugen (20) besetzt ist, die unter Einhaltung eines radialen Mahlspalts (36) mit Statorwerkzeugen (35) am Innenumfang des Gehäuses (6) zusammenwirken, und eine zweite Bearbeitungszone (34), die in Durchströmrichtung des Aufgabeguts (37) an die erste

Bearbeitungszone (33) anschließt. Um unterschiedliche Bearbeitungsprozesse in einer Vorrichtung durchführen zu können, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, das Aufgabegut zusätzlich mit einem Prozessgas (31) zu beaufschlagen. Das wird erreicht, indem zur Bildung der zweiten Bearbeitungszone (34) ein Hohlkörper (25) im Gehäuse (6) koaxial zur Achse (7) angeordnet ist, dessen Außenumfang unter Bildung eines Ringraums (29) dem Innenumfang des Gehäuses (6) radial gegenüberliegt und der an seinem dem Rotor (11) zugewandten Ende mindestens eine Öffnung aufweist. Der Hohlkörper (25) ist mit einem Prozessgas (31) beaufschlagbar ist, das über die mindestens eine Öffnung dem Aufgabegut (37) zuführbar ist.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bearbeiten von Aufgabegut gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Bearbeiten von Aufgabegut gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 14.

**[0002]** Bei der Bearbeitung von Aufgabegut lassen sich die gewünschten Eigenschaften des Endprodukts hinsichtlich Form, Größe, Oberfläche, Zusammensetzung und dergleichen nicht immer in einem Bearbeitungsschritt erreichen. Beispielsweise führt bei wärmeempfindlichen Stoffen eine zu intensive Bearbeitung des Aufgabeguts zu einem unerwünscht hohen Wärmeeintrag in das Produkt. Auch ist es möglich, dass die Gutpartikel im Zuge der Bearbeitung eine klebrige Oberfläche erhalten, was beim anschließenden Absacken zur Klumpenbildung führt.

### Stand der Technik

**[0003]** Aus diesem Grund ist es bekannt, das Aufgabegut stufenweise in aufeinanderfolgenden Bearbeitungsstationen zu bearbeiten, wobei die jeweilige Maschine einer Bearbeitungsstation auf die Art des Aufgabeguts und die gewünschten Eigenschaften des Endprodukts abgestimmt ist.

**[0004]** Diese Vorgehensweise ermöglicht die Herstellung eines qualitativ hochwertigen Endprodukts, ist jedoch unter wirtschaftlichen Aspekten aufgrund der Notwendigkeit, mehrere Maschinen vorhalten und ein entsprechendes Platzangebot bereitstellen zu müssen sowie aufgrund notwendiger Transporte zwischen den Bearbeitungsstationen oftmals nachteilig. Hinzu kommt, dass aufgrund der räumlichen Trennung zweier Bearbeitungsstationen zeitlich unmittelbar aufeinanderfolgende oder überlappende Bearbeitungsprozesse nicht ausführbar sind.

**[0005]** Aus diesen Gründen sind auch schon Vorrichtungen entwickelt worden, mit denen sich zwei oder mehrere aufeinanderfolgende Bearbeitungsschritte innerhalb einer Vorrichtung ausführen lassen. So ist in der DE 197 23 705 C1 eine Wirbelstrommühle beschrieben mit einem Gehäuse, in dem ein mit Mahlorganen bestückter Rotor mit einem feststehenden Stator zur Bearbeitung des Aufgabeguts zusammenwirkt. In dem eintragsseitigen Gehäuseabschnitt findet eine mechanische Zerkleinerung des Aufgabeguts zwischen den Mahlorganen und dem Stator statt; in dem anschließenden Gehäuseabschnitt eine autonome Zerkleinerung der bereits zerkleinerten Partikel im Wirbelfeld. Derartige Vorrichtungen haben sich in der Praxis bestens bewährt.

**[0006]** Darüber hinaus ist aus der DE 198 23 563 A1 eine Vorrichtung zur Mahltrocknung von Zellulosederivaten bekannt, bei der zur Erhöhung des Schüttgewichts des Endprodukts in der eintragsseitigen Mahlzone eine

Nassmahlung stattfindet, gegebenenfalls unter Zugabe von Wasser in den Mahlpalt, während in der sich anschließenden Mahlzone mittels

**[0007]** Einleitung von Heißluft eine Trocknung des Aufgabeguts bewirkt wird.

### Kurzbeschreibung der Erfindung

**[0008]** Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, mit denen die Ausführung mehrerer aufeinanderfolgender Prozesse innerhalb der Vorrichtung in einem möglichst breiten Anwendungsspektrum möglich ist.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie einem Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 14 gelöst.

**[0010]** Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0011]** Der Grundgedanke der Erfindung liegt in dem Kombinieren eines Gasfeststoffstroms mit mindestens einem Prozessgasstrom zur Durchführung unterschiedlicher Bearbeitungsprozesse innerhalb einer Vorrichtung. Das Aufgabegut als feste Phase des Gasfeststoffstroms wird dabei in der ersten Bearbeitungszone bearbeitet und wird in der zweiten Bearbeitungszone, die gegebenenfalls mit der ersten Bearbeitungszone ganz oder teilweise überlappt, mit dem Prozessgasstrom vereint, der die zweite Bearbeitung des Aufgabeguts bewirkt. Erfindungsgemäß wird dabei der Prozessgasstrom mit Hilfe eines stromabwärts der ersten Bearbeitungszone liegenden Hohlkörpers unmittelbar in den Bereich der ersten Bearbeitungszone und/oder zweiten Bearbeitungszone geleitet. Als vorteilhaft erweist es sich, das Prozessgas nicht punktuell, sondern über den gesamten Umfang des Hohlkörpers zuzuführen, so dass sich die vom Prozessgas ausgehende Wirkung einheitlich in dem vom Hohlkörper und Gehäuseinnenwand gebildeten Ringraum einstellt.

**[0012]** Ein weiterer Vorteil der Erfindung zeigt sich in den vielfältigen Möglichkeiten unterschiedliche Bearbeitungsprozesse ausführen und kombinieren zu können. Geeignete Prozessgase hierzu sind beispielsweise atmosphärische Luft, Dampf, Kohlendioxid, Stickstoff und dergleichen, die eine vorbestimmte Temperatur und/oder Feuchte und/oder weitere Feststoffe aufweisen können. So kann das Prozessgas beispielsweise zum Kühlen des in der ersten Bearbeitungszone bearbeiteten Aufgabeguts dienen, um so den im Zuge der Bearbeitung erfolgten Wärmeeintrag in das Aufgabegut zu kompensieren. Zur Erzielung mechanisch-physikalischer Effekte kann das Aufgabegut auch mittels eines extrem kalten Prozessgases abgeschreckt werden, oder zur thermischen Nachbehandlung oder Trocknung des bearbeiteten Aufgabeguts mit einem heißen und/oder trockenen Prozessgas beaufschlagt werden. Über die Einstellung des Feuchtegehalts des Prozessgases lässt sich die Pro-

zessfeuchte während der Gutbearbeitung steuern.

**[0013]** Alternativ oder kumulativ ist es möglich, dass dem Aufgabegut mit dem Prozessgas als Trägergas weitere Stoffe zugeführt werden. Im einfachsten Fall entsteht dabei ein Gutgemisch aus Aufgabegut und zusätzlichem Stoff, wobei das Mischungsverhältnis über die jeweilige Strömungsrate des Prozessgasstroms bzw. Aufgabegutstroms bestimmt werden kann.

**[0014]** Bei einer anderen Bearbeitungsart werden die zugeführten Stoffe zur Beschichtung bzw. zum Coatieren der aus der ersten Bearbeitungszone kommenden Gutpartikel eingesetzt. Dabei setzen sich die Stoffe auf der Oberfläche der Partikel aus der ersten Bearbeitungsstufe ab und verbinden sich mit dieser.

**[0015]** Die zugeführten Stoffe können auch zur Verringerung einer gegebenenfalls vorhandenen Neigung der Gutpartikel zur Agglomeratbildung dienen, beispielsweise durch Bestäuben. Umgekehrt ist es auch möglich dem Aufgabegut Stoffe zuzuführen, die mit den Gutpartikeln Agglomerate bilden oder das Agglomerieren einzelner Gutpartikeln fördern.

**[0016]** Eine weitere sich eröffnende Möglichkeit besteht darin, einen reaktiven Stoff zur Umwandlung des zerkleinerten Guts zuzuführen. Dabei kommt es zu einer chemischen Reaktion zwischen dem Aufgabegut und dem Stoff. Wird hingegen dem Aufgabegut mit dem Prozessgasstrom ein katalytischer Stoff zugegeben, so kann damit eine Prozessbeschleunigung erzielt werden. Darüber hinaus kann in explosionsgefährdeter Umgebung ein Inertgas als Prozessgas in eine erfindungsgemäße Vorrichtung geleitet werden, um einen wirkungsvollen Explosionsschutz zu gewährleisten.

**[0017]** Vorteilhafterweise ist der Hohlkörper zur Bildung der mindestens einen Öffnung stirnseitig offen, so dass Prozessgas den gesamten Querschnitt des Hohlkörpers als Strömungsraum nutzen kann, was eine gleichmäßige und einheitliche Durchströmung bewirkt.

**[0018]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung endet der Hohlkörper im lichten axialen Abstand zum Rotor, so dass der untere Rand des Hohlkörpers eine umlaufende Umströmungskante für das Prozessgas bildet. Zwischen Rotor und Hohlkörper ergibt sich auf diese Weise ein umlaufender Durchtrittsspalt, über den das Prozessgas gleichmäßig über den Umfang verteilt der zweiten Bearbeitungszone zugeführt werden kann. Vorzugsweise ist die axiale Höhe des Durchtrittsspalts und damit die Strömungsgeschwindigkeit des Prozessgases einstellbar, indem der Hohlkörper und/oder der Rotor mittels einer Verstelleinrichtung axial verstellbar sind.

**[0019]** Gemäß einer anderen Ausführungsform schließt der Hohlkörper mit seiner mindestens einen Öffnung an den Rotor an. Durch die Öffnung erfolgt ein Eintritt des Prozessgases in den Rotor, von wo es radial in die erste Bearbeitungszone gelangt. Bei dieser Ausführungsform überlappen somit erste und zweite Bearbeitungszone ganz oder teilweise, so dass eine gleichzeitige Wirkungsentfaltung einsetzt. Beispielsweise kann auf diese Weise als Explosionsschutzmaßnahme eine inerte

Umgebung in der ersten Bearbeitungszone geschaffen werden.

**[0020]** In vorteilhafter Weiterbildung dieser Ausführungsform kann eine Stauscheibe im Rotor vorgesehen sein, die den axialen Überlappungsbereich zwischen erster Bearbeitungszone und zweiter Bearbeitungszone bestimmt. Damit ist es möglich, den Beginn der zweiten Gutbearbeitung innerhalb der ersten Gutbearbeitung festzulegen. Beispielsweise kann durch Zuführung eines Kühlgases im letzten Drittel der ersten Bearbeitungszone einem Temperaturanstieg während der ersten Bearbeitung über einen Grenzwert hinaus entgegengewirkt werden.

**[0021]** Um die Kühl- bzw. Heizwirkung des Prozessgases möglichst im Bereich der mindestens einen Öffnung im Hohlkörper zu konzentrieren, sieht eine weitere Ausführungsform der Erfindung vor, den Hohlkörper gegenüber dem Ringraum thermisch zu isolieren. Soll hingegen über die Mantelfläche des Hohlkörpers ein Wärmeaustausch mit dem Ringraum stattfinden, so kann der Hohlkörper zu diesem Zweck mit Wärmetauscherflächen ausgestattet sein, vorzugsweise an dessen Innenseite.

**[0022]** Die Geometrie des von Gehäuse und Hohlkörper gebildeten Ringraums wird bevorzugt durch die Form des Hohlkörpers bestimmt. Bei einer zylindrischen, vorzugsweise kreiszylindrischen Ausbildung des Hohlkörpers ergibt sich eine über die axiale Höhe konstante radiale Breite des Ringraums und damit gleich bleibende Strömungsbedingungen für das Aufgabegut. Zur Erlangung bestimmter Parameter wie zum Beispiel Verweildauer, Strömungsgeschwindigkeit, Absetzverhalten und dergleichen kann es jedoch von Nutzen sein, dass der Hohlkörper konische Gestalt besitzt, wodurch sich der Ringraum, nach oben oder unten weitet.

**[0023]** Zudem hat es sich als vorteilhaft erwiesen, im Bereich der Materialzuführung und/oder ersten Bearbeitungszone und/oder zweiten Bearbeitungszone mindestens eine Düse zum Einsprühen einer Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser, anzuordnen. Durch Verdampfen des Wassers wird überschüssige Wärmeenergie gebunden, die ansonsten eine thermische Schädigung des Aufgabeguts bewirken könnte.

**[0024]** Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung offenbar werden. Zur Erleichterung des Verständnisses werden dabei für gleiche oder funktionsgleiche Merkmale unterschiedlicher Ausführungsformen gleichlautende

**[0025]** Bezugszeichen verwendet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungsfiguren

**[0026]** Es zeigt

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung entlang der in Fig. 2 dargestellten Linie I - I,

Fig. 2 einen Querschnitt durch die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung entlang der dortigen Linie II - II, Fig. 3 ein Detail der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung im Bereich der ersten und zweiten Bearbeitungszone,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, Fig. 5 eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 6 ein Detail der in Fig. 5 dargestellten Vorrichtung im Bereich der ersten und zweiten Bearbeitungszone,

Fig. 7 einen Längsschnitt durch eine vierte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

Fig. 8 einen Längsschnitt durch eine fünfte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

### Beschreibung der Ausführungsarten

**[0027]** Die Fig. 1 bis 3 zeigen eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 in Form einer Wirbelstrommühle, die zur Fein- und Feinstmahlung von Kunststoffen wie Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere dient. Die Vorrichtung 1 umfasst einen plattformartigen Maschinenunterbau 2, der nach oben hin mit einer horizontalen Montageplatte 3 abschließt, auf der ein Drehantrieb 4 und ein Tragrahmen 5 nebeneinander montiert sind. Mit dem Tragrahmen 5 ist ein zylindrisches Gehäuse 6 fest verbunden, dessen senkrecht zu Montageplatte 3 ausgerichtete Gehäuseachse das Bezugszeichen 7 trägt. Das Gehäuse 6 ist in axialer Richtung untergliedert in einen eintragsseitigen Gehäuseabschnitt 8, einen mittleren zylindrischen Gehäuseabschnitt 9 und einen austragsseitigen Gehäuseabschnitt 10.

**[0028]** Innerhalb des Gehäuses ist ein Rotor 11 mit einer zur Achse 7 koaxialen Antriebswelle 12 angeordnet. Die Antriebswelle 12 ist mit ihrem unteren Endabschnitt in einem unteren Lager 13 und mit ihrem gegenüberliegenden Endabschnitt in einem oberen Lager 14 drehbar gelagert. Das sich durch die Montageplatte 3 erstreckende Ende der Antriebswelle 12 trägt eine Mehrrippenscheibe 15, die über Antriebsriemen 16 mit der Mehrrippenscheibe 17 des Drehantriebs 4 gekoppelt ist.

**[0029]** Innerhalb des Gehäuses 6 sitzt achssenrecht auf der Antriebswelle 12 eine obere Tragscheibe 18 und in axialem Abstand dazu eine planparallele untere Tragscheibe 19, die mit der Antriebswelle 12 rotieren. An ihrem Umfang weisen die Tragscheiben 18 und 19 Positionsschlitze zur Aufnahme achsparallel verlaufender Schlagplatten 20 auf, die sich auf diese Weise kranzartig über den Umfang verteilen und im Betrieb einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Umfangsgeschwindigkeit von etwa zwischen 100 m/sec und 180 m/sec je nach Produkt bewegen.

**[0030]** Der eintragsseitige Gehäuseabschnitt 8 bildet nach unten den stirnseitigen Gehäuseabschluss und besitzt im Bereich der Achse 7 eine konzentrische Eintritts-

öffnung 21 für das Aufgabegut, die die Antriebswelle 12 in lichtem radialem Abstand umgibt. Über die axiale Dicke des eintragsseitigen Gehäuseabschnitts 8 entwickelt sich die Eintrittsöffnung 21 zu einer flachkegeligen Aufweitung, die auf diese Weise mit der unteren senkrechten Tragscheibe 19 einen Verteilerraum 22 bildet, der sich radial nach außen hin verjüngt und so für eine Beschleunigung des Aufgabeguts in diesem Bereich sorgt. Der austragsseitige Gehäuseabschnitt 10 bildet den oberen stirnseitigen Gehäuseabschluss und beherbergt dort einen zur Achse 7 konzentrisch verlaufenden Ringkanal 23, der in einen tangential aus dem Gehäuseabschnitt 10 austretenden Gutauslauf 24 übergeht.

**[0031]** An der dem Gehäuseinneren zugewandten Seite des austragsseitigen Gehäuseabschnitts 10 ist ein zylindrischer Hohlkörper 25 koaxial zur Achse 7 angeordnet. Mit seinem oberen Rand 26 bildet der Hohlkörper 25 einen dichten Anschluss an den austragsseitigen Gehäuseabschnitt 10. Die axiale Länge des Hohlkörpers 25 ist derart, dass der untere Rand 27 des Hohlkörpers 25 in einem lichten axialen Abstand zur oberen Tragscheibe 18 des Rotors 11 endet. Auf diese Weise entsteht ein zur Achse 7 konzentrischer Durchtrittsspalt 28. Der Durchmesser des Hohlkörpers 25 ist kleiner als der Durchmesser des Rotors 11, so dass zur Innenwand des Gehäuses 6 ein freier Ringraum 29 bleibt, der nach unten in Richtung des Rotors 11 offen ist und nach oben in den Ringkanal 23 mündet.

**[0032]** Der austragsseitige Gehäuseabschnitt 10 weist ferner axiale gerichtete Düsen 30 auf, über welche ein Prozessgas 31 in den vom Hohlkörper 25 umschlossenen Hohlraum eingeleitet werden kann. Über Armaturen kann dabei die Menge des eingeleiteten Prozessgases 31 eingestellt werden.

**[0033]** Der mittlere zylindrische Gehäuseabschnitt 9 ist in axialer Richtung untergliedert in eine erste Bearbeitungszone 33 und eine zweite Bearbeitungszone 34 (Fig. 3). Die erste Bearbeitungszone 33 schließt unmittelbar an den eintragsseitigen Gehäuseabschnitt 8 an und wird im Wesentlichen von einer Prallbahn 35 gebildet, die am Innenumfang des mittleren Gehäuseabschnitts 9 angeordnet ist und mit den Schlagplatten 20 des Rotors 11 einen Mahlpalt 36 bildet. Die zweite Bearbeitungszone 34 schließt in axialer Richtung unmittelbar an die erste Bearbeitungszone 33 an und erstreckt sich in axialer Richtung sowohl über den Durchtrittsspalt 28 als auch den Ringraum 29 bis zum Ringkanal 23.

**[0034]** Die Beschickung der Vorrichtung 1 mit Aufgabegut 37 erfolgt über einen Zulaufkanal 38 der über einen Aufgabetrichter 39 mit Aufgabegut 37 befüllt werden kann. Zur Regulierung der die Vorrichtung 1 durchströmenden Luftmenge ist in den Zulaufkanal 38 eine Klappe 40 integriert, mit der der wirksame Strömungsquerschnitt in diesem Bereich einstellbar ist.

**[0035]** Im Betrieb einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 gelangt das Aufgabegut 37 als Gas-Feststoff-Gemisch über den Zulaufkanal 38 zur Eintrittsöffnung 21, durch welche sie in das Gehäuseinnere strömt und dort

zunächst in den Verteilerraum 22 gelangt, wo das Aufgabegut 37 nach Umlenkung in radialer Richtung zum Mahlspace 36 hin beschleunigt wird. Im Mahlspace 36 strömt das Aufgabegut 37 schraubenlinienförmig um die Achse 7 nach oben und wird dabei im ersten Bearbeitungsprozess einer Zerkleinerung unterzogen.

**[0036]** Gleichzeitig wird Prozessgas 31, im vorliegenden Fall Kühlgas, über die Düsen 30 in den Hohlkörper 25 eingeleitet. Das Prozessgas 31 strömt schließlich über den unteren Rand 27 des Hohlkörpers 25 und gelangt nach Passieren des Durchtrittsspalt 28 in den Ringraum 29, wobei es zu einer Durchmischung mit dem zerkleinerten Aufgabegut 37 kommt, das luftgefördert ebenfalls in den Ringraum 29 eintritt und dort auf das Prozessgas 31 trifft. Im Zuge der Vermischung von Aufgabegut 37 und Prozessgas 31 kommt es zu Wechselwirkungen, die für den Ablauf des zweiten Bearbeitungsprozesses ursächlich sind. Im vorliegenden Fall besteht der zweite Bearbeitungsprozess aus einem schlagartigen Abkühlen des zerkleinerten Aufgabeguts 37.

**[0037]** Im Weiteren durchströmen Aufgabegut 37 und Prozessgas 31 schraubenlinienförmig den Ringraum 29, bis sie in den Ringkanal 23 gelangen und über den Gutauslauf 24 aus der erfindungsgemäßen Vorrichtung abgezogen werden.

**[0038]** Die in Fig. 4 dargestellte Vorrichtung 1 entspricht weitgehend der unter Fig. 1 bis 3 beschriebenen. Im Unterschied dazu sind in der oberen Tragscheibe 18 Öffnungen 41 angeordnet und der Hohlkörper 25 schließt mit seinem unteren Rand 27 dicht an die Tragscheibe 18 an, wozu beispielsweise eine Gleitdichtung 42 (Fig. 6) vorgesehen sein kann. Das Prozessgas 31 wird auf diese Weise über den stirnseitig offenen Hohlkörper 25 durch die Öffnungen 41 in den Bereich zwischen der oberen Tragscheibe 18 und unteren Tragscheibe 19 geführt und dort vom Rotor 11 radial nach außen beschleunigt, wo es zwischen den Schlagplatten 20 hindurch in den Mahlspace 36 gelangt.

**[0039]** Die Durchmischung des Arbeitsguts 37 mit dem Prozessgas 31 beginnt bei dieser Ausführungsform bereits im Mahlspace 36 und setzt sich in dem anschließenden Ringraum 29 fort. Auf diese Weise finden der erste Bearbeitungsprozess und zweite Bearbeitungsprozess gleichzeitig statt.

**[0040]** Die Fig. 5 und 6 offenbaren eine Weiterbildung der in Fig. 4 gezeigten Vorrichtung, wobei der Rotor 11 durch eine kreisförmige Stauscheibe 43 ergänzt ist, die zwischen der oberen Tragscheibe 18 und unteren Tragscheibe 19 planparallel und konzentrisch zu diesen angeordnet ist. Auf diese Weise entsteht zwischen der oberen Tragscheibe 18 und der Stauscheibe 43 ein scheibenförmiger Strömungsraum 44, in dem das Prozessgas 31 radial nach außen in den Endabschnitt des Mahlspace 36 strömt. Im Gegensatz zu der vorherbeschriebenen Ausführungsform vermischen sich also das Aufgabegut 37 und das Prozessgas 31 lediglich im Endbereich der Mahlbahn 36, wodurch es zu einer räumlichen und zeitlichen Überlappung des ersten Bearbeitungsprozesses und

zweiten Bearbeitungsprozesses kommt.

**[0041]** Fig. 7 betrifft eine Abwandlung der bereits beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der der Hohlkörper 25 nicht hohlzylindrische Gestalt besitzt, sondern konisch ausgebildet ist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel weist hierzu der obere Rand 26 einen geringeren Umfang auf als der untere Rand 27. Dadurch weitet sich der Ringraum 29 in Richtung des Ringkanals 23. Dem in den Ringraum 29 gelangenden Aufgabegut steht somit mehr Volumen und eine längere Verweildauer im Ringraum 29 zur Verfügung, wodurch der zweite Bearbeitungsprozess länger andauern kann.

**[0042]** Die in Fig. 8 dargestellte Vorrichtung stellt eine Erweiterung der Vorrichtung und des Verfahrens um eine zusätzliche Zone 45 zur Gutbearbeitung innerhalb der Vorrichtung 1 dar, die zwischen die erste Bearbeitungszone 33 und zweite Bearbeitungszone 34 zwischengeschaltet ist. Zu diesem Zweck ist der Rotor 11 um eine zusätzliche Tragscheibe 46 ergänzt, die in lichthem axialem Abstand koaxial und planparallel zwischen der oberen Tragscheibe 18 mit Öffnungen 41 und unteren Tragscheibe 19 auf der Achse 7 sitzt. Die Schlagplatten 20 der ersten Bearbeitungszone 33 sind kranzförmig über den Umfang der zusätzlichen Tragscheibe 45 und unteren Tragscheibe 19 verteilt, an denen sie lösbar befestigt sind. Die Bearbeitungswerkzeuge 47 der zusätzlichen Bearbeitungszone 45 sind in entsprechender Weise an der oberen Tragscheibe 18 und zusätzlichen Tragscheibe 46 angeordnet und sind wiederum von einer stationären Wirkbahn 48 umgeben, die entsprechend der zusätzlich gewünschten Bearbeitungsart ausgestaltet sein kann. Beispielsweise kann die Wirkbahn 48 von einer Prallbahn gebildet sein, die zusammen mit einer Schlagwirkung entfaltenden Bearbeitungswerkzeugen 47 eine zweite Zerkleinerungsstufe darstellen, oder Wirkbahn 48 und Bearbeitungswerkzeuge 47 erzeugen ein Wirbelfeld, zum Coatieren der aus der ersten Bearbeitungszone 33 stammenden Gutpartikel. Die zweite Bearbeitungszone 34 entspricht wiederum der unter den Fig. 1 bis 7 beschriebenen.

**[0043]** Um sowohl der zusätzlichen Bearbeitungszone 45 als auch zweiten Bearbeitungszone 34 unabhängig voneinander prozessspezifisches Prozessgas zuführen zu können, sind in dem vom Gehäuse 6 umschlossenen Hohlraum oberhalb des Rotors 11 ein äußerer zylindrischer Hohlkörper 25 und zusätzlich ein innerer zylindrischer Hohlkörper 49 angeordnet, die koaxial zur Achse 7 ineinander geschachtelt und mit ihrem oberen Ende am austragseitigen Gehäuseabschnitt 10 befestigt sind. Auf diese Weise ergibt sich zwischen den beiden Hohlkörpern 25 und 49 ein innerer Ringraum 50. Der äußere Hohlkörper 25 endet mit seinem unteren Rand im lichten axialen Abstand zur oberen Tragscheibe 18, wodurch wiederum ein Durchtrittsspalt 28 gebildet wird, entsprechend der Ausführungsform gemäß der Fig. 1 bis 3. Der innere Hohlkörper 49 schließt radial außerhalb der Öffnungen 41 dichtend an die Oberseite der oberen Tragscheibe 18 an, entsprechend der Ausführungsformen

gemäß der Fig. 4 bis 6.

**[0044]** Eine solche Ausbildung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 erlaubt es, einen zusätzlichen zweiten Prozessgasstrom 32 über den vom inneren Hohlkörper 49 umschlossenen Hohlraum und durch die Öffnungen 41 in den Bereich zwischen der oberen Tragscheibe 18 und zusätzlichen Tragscheibe 46 zu führen, wo er in eine radiale Richtung umgelenkt und der zusätzlichen Bearbeitungszone 45 zugeführt wird. Hingegen wird der Prozessgasstrom 31 für die zweite Bearbeitungszone 33 in der bereits beschriebenen Art im inneren Ringraum 50 zwischen äußerem Hohlkörper 25 und innerem Hohlkörper 49 durch den umlaufenden Durchtrittsspalt 28 zwischen oberer Tragscheibe 18 und unterem Rand 27 des äußeren Hohlkörpers 25 in den Bereich der zweiten Bearbeitungszone 33 gebracht. Für die Art der Gutaufbereitung und der konstruktiven Ausbildung der einzelnen Bearbeitungszone 33, 34 und 46 gelten die unter den Fig. 1 bis 7 gemachten Ausführungen sinngemäß.

**[0045]** Eine vereinfachte - nicht dargestellte - Ausführungsform zu der in Figur 8 gezeigten besteht darin, lediglich die zusätzliche Bearbeitungszone 45 wegzulassen. Der Rotor 11 weist in diesem Fall nur eine mit Öffnungen 41 versehene obere Tragscheibe 18 und eine untere Tragscheibe 19 auf, wobei der Hohlkörper 25 im axialen Abstand zur oberen Tragscheibe 18 unter Bildung eines Durchtrittsspalt 28 endet und der innere Hohlkörper 49 dicht an die obere Tragscheibe 18 radial außerhalb der Öffnungen 41 anschließt. Der erste Prozessgasstrom 31 gelangt somit über den Durchtrittsspalt 28 in die zweite Bearbeitungszone 34, der zusätzliche zweite Prozessgasstrom 32 über die Öffnungen 41 in den Bereich zwischen den beiden Tragscheiben 18 und 19.

**[0046]** Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf die konkreten Merkmalskombinationen der einzelnen Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern auch Kombinationen einzelner Merkmale unterschiedlicher Ausführungsformen umfasst, soweit sich diese dem Fachmann ohne weiteres erschließen.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Bearbeiten von Aufgabegut (37) mit einem entlang einer Achse (7) angeordneten Gehäuse (6) mit einer ersten Bearbeitungszone (33), in der ein um die Achse (7) drehender Rotor (11) angeordnet ist, der über seinen Umfang mit Rotorwerkzeugen (20) besetzt ist, die unter Einhaltung eines radialen Mahlspalts (36) mit Statorwerkzeugen (35) am Innenumfang des Gehäuses (6) zusammenwirken, und mit einer zweiten Bearbeitungszone (34), die in Durchströmrichtung des Aufgabeguts (37) an die erste Bearbeitungszone (33) anschließt, und mit einem Guteinlauf (38, 39) zur Zuführung des Aufgabeguts (37) zur ersten Bearbeitungszone (33), und mit einem Gutauslauf (24) zum Abzug des be-

arbeiteten Guts aus dem Gehäuse (6), **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bildung der zweiten Bearbeitungszone (34) ein Hohlkörper (25) im Gehäuse (6) koaxial zur Achse (7) angeordnet ist, dessen Außenumfang unter Bildung eines Ringraums (29) dem Innenumfang des Gehäuses (6) radial gegenüberliegt und der an seinem dem Rotor (11) zugewandten Ende mindestens eine Öffnung aufweist, wobei der Hohlkörper (25) mit einem Prozessgas (31) beaufschlagbar ist, das über die mindestens eine Öffnung dem Aufgabegut (37) zuführbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Öffnung vom freien unteren Rand (27) des stirnseitig offenen Hohlkörpers (25) gebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Öffnung im lichten axialen Abstand zum Rotor (11) angeordnet ist, wobei der lichte Abstand einen radialen Durchtritt des Prozessgases in den Ringraum (29) ermöglicht.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (25) mit seiner mindestens einen Öffnung an den Rotor (11) anschließt und das Prozessgas (31) durch Öffnungen (41) im Rotor radial dem Mahlspace (36) zuführbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (11) eine obere Tragscheibe (18) und eine untere Tragscheibe (19) aufweist, an deren Umfang die Rotorwerkzeuge (20) angeordnet sind, wobei die obere Tragscheibe (18) Öffnungen (41) zur Zuführung des Prozessgases (31) besitzt, und wobei zwischen der oberen Tragscheibe (18) und der unteren Tragscheibe (19) eine Stauscheibe (43) angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (25) mit Hilfe einer Nachstelleinrichtung axial verstellbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenraum des Hohlkörpers (25) gegenüber dem Ringraum (29) thermisch isoliert ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (25) Wärmetauscherflächen aufweist, vorzugsweise in Form von Rippen.

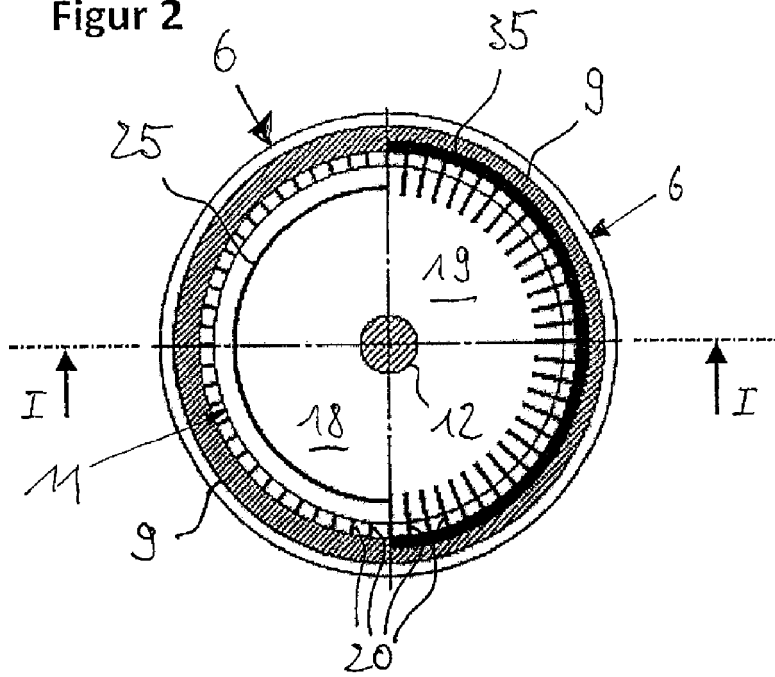
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (25) zylindrische Gestalt besitzt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (25) konische Gestalt besitzt und sich der Ringraum (29) über die axiale Länge des Hohlkörpers (25) weitet oder verengt. 5
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der Materialzuführung (38, 39) und/oder ersten Bearbeitungszone (33) und/oder zweiten Bearbeitungszone (34) mindestens eine Düse (51) zum Einsprühen einer Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser, angeordnet ist. 10
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des äußeren Hohlkörpers (25) unter Bildung eines inneren Ringraums (50) ein innerer Hohlkörper (49) angeordnet ist, wobei der äußere Hohlkörper (25) mit seinem unteren Rand (27) im lichten axialen Abstand zur oberen Tragscheibe (18) endet und der innere Hohlkörper (49) mit seinem unteren Rand dichtend an die obere Tragscheibe (18) anschließt, wobei der innere Ringraum (50) mit einem ersten Prozessgasstrom (31) beaufschlagbar ist und der Hohlraum innerhalb des inneren Hohlkörpers (49) mit einem zweiten Prozessgasstrom (32). 15  
20  
25
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen oberer Tragscheibe (18) und unterer Tragscheibe (19) eine zusätzliche Tragscheibe (46) angeordnet ist und der Vorrichtungsausschnitt zwischen oberer Tragscheibe (18) und 14 zusätzlicher Tragscheibe (46) eine zusätzliche Bearbeitungszone (45) bildet, wobei die zusätzliche Bearbeitungszone (45) mit dem zweiten Prozessgasstrom (32) beaufschlagt ist und die zweite Bearbeitungszone (34) mit dem ersten Prozessgasstrom (31). 30  
35  
40
14. Verfahren zur Bearbeitung von Aufgabegut, wobei das Aufgabegut in einer ersten Bearbeitungszone (33) zwischen um eine Achse (7) rotierenden Zerkleinerungswerkzeugen (20) und feststehenden Zerkleinerungswerkzeugen (35) zerkleinert wird und wobei dem Aufgabegut in einer zweiten Bearbeitungszone (34) Prozessgas (31) zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Prozessgas (31) in radialer Richtung vom achsnäheren Bereich in den achsentferneren Bereich der zweiten Bearbeitungszone (34) geführt wird. 45  
50

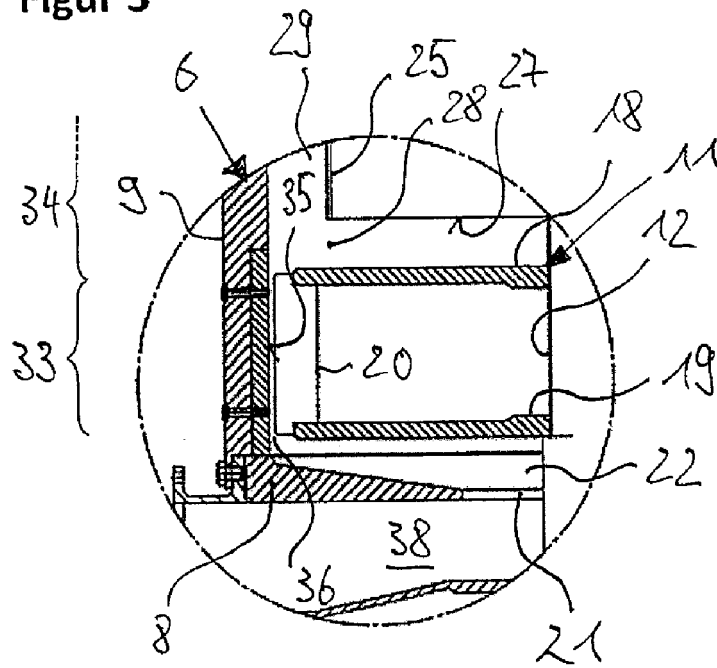
55



Figur 2



Figur 3



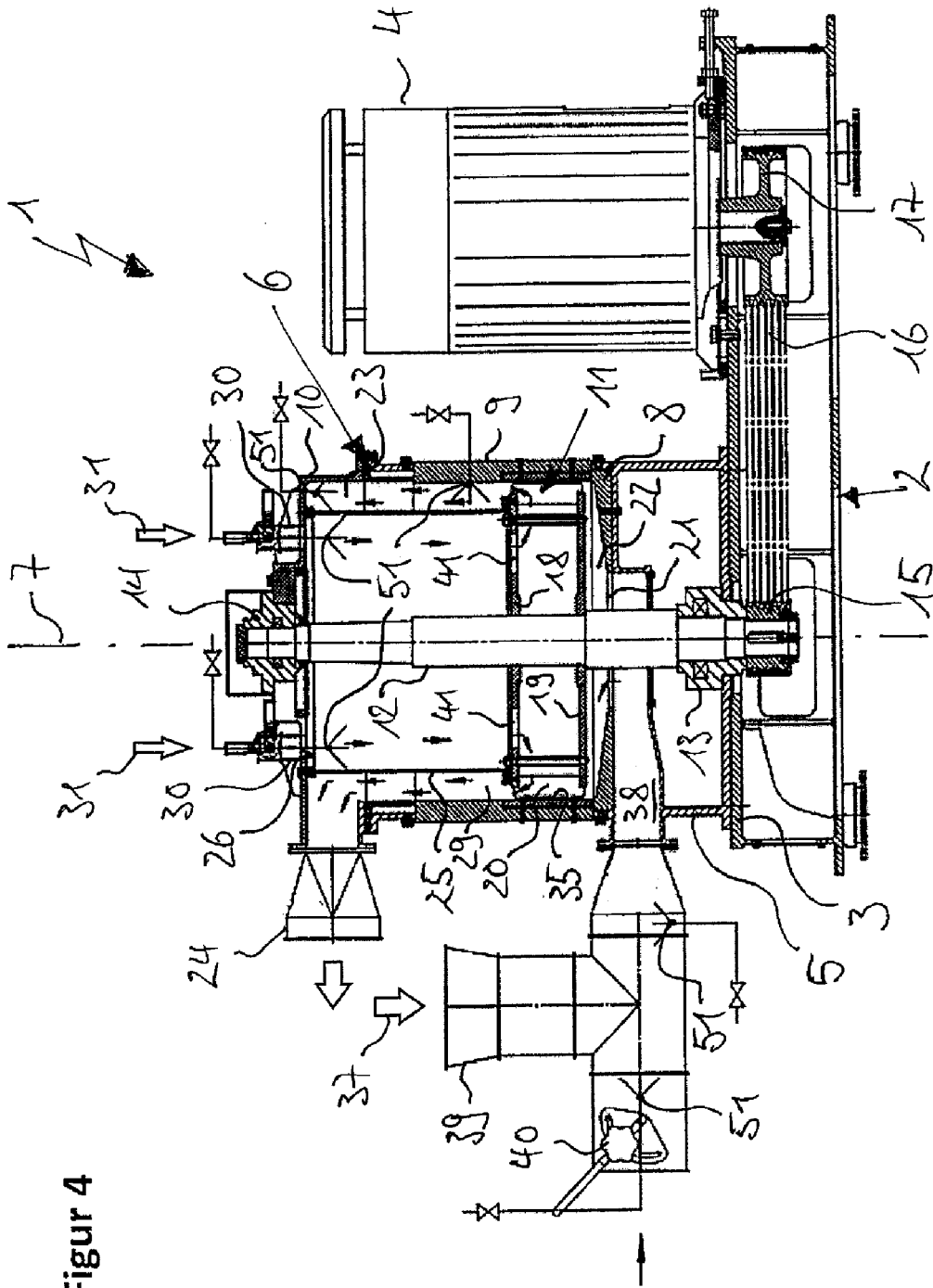


Figure 4

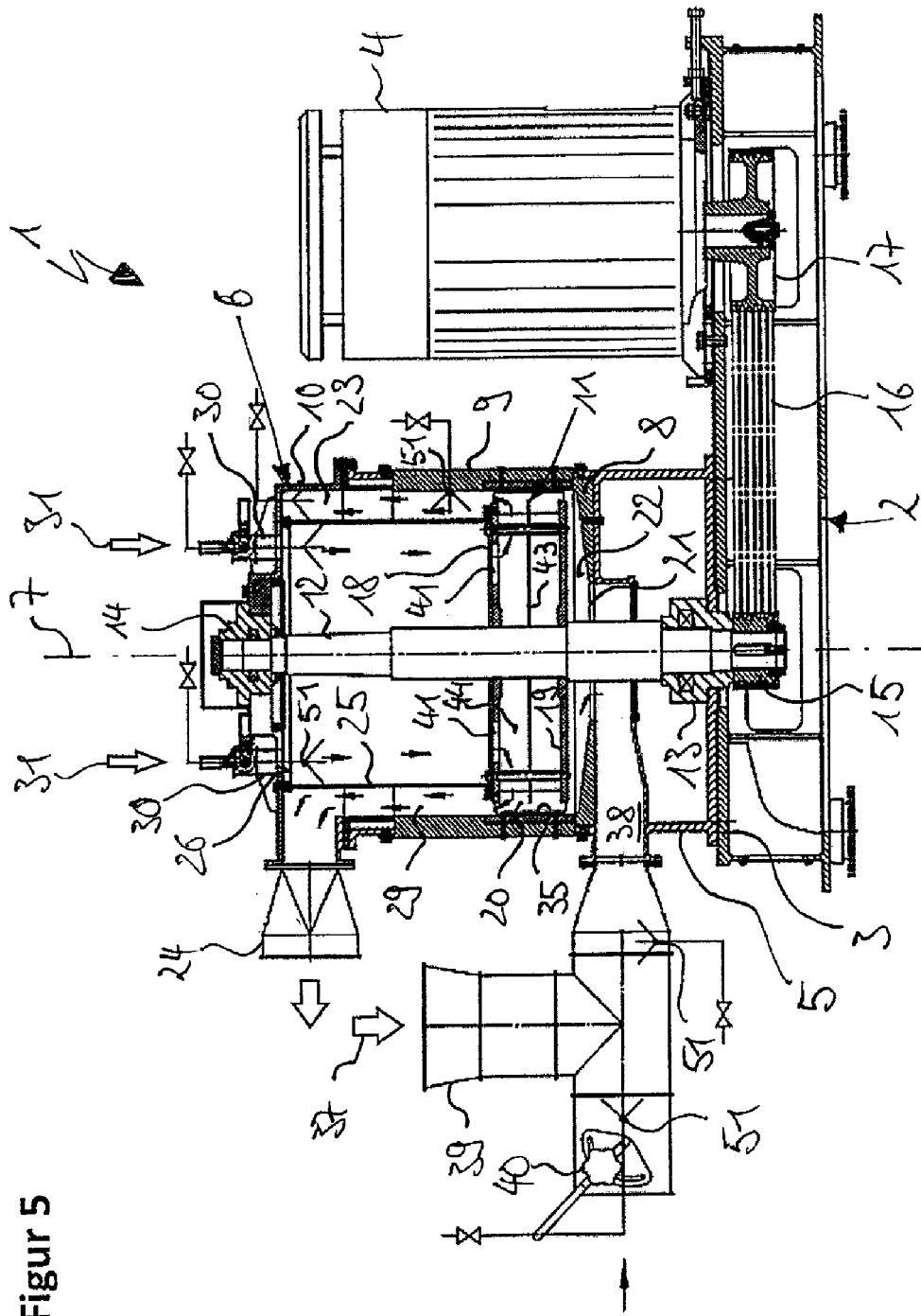
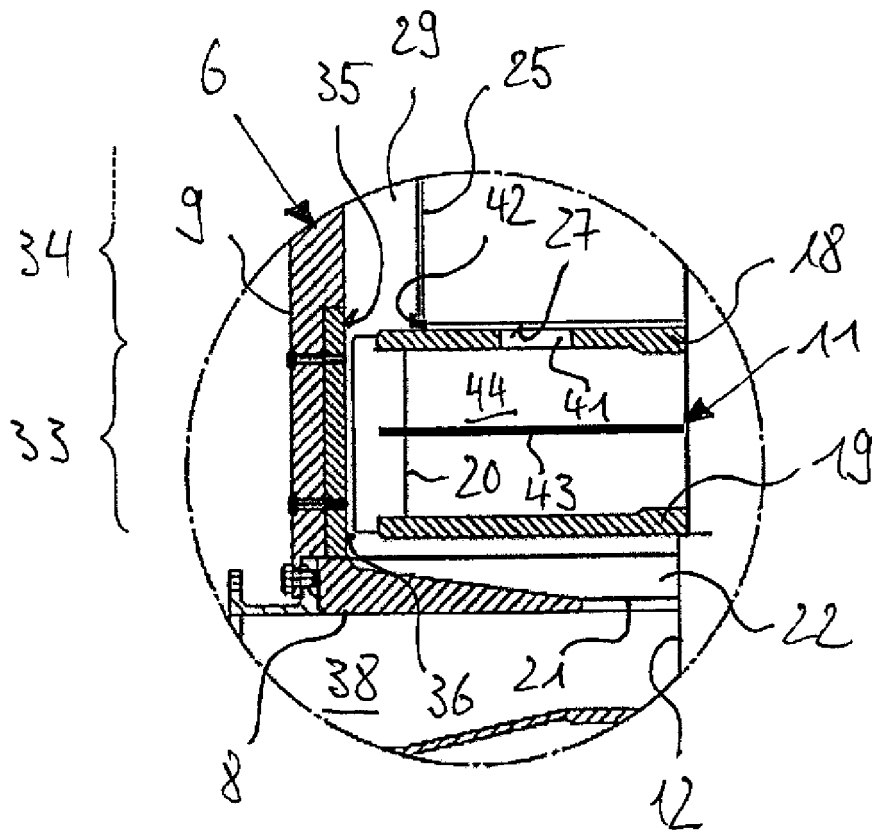


Figure 5

Figur 6



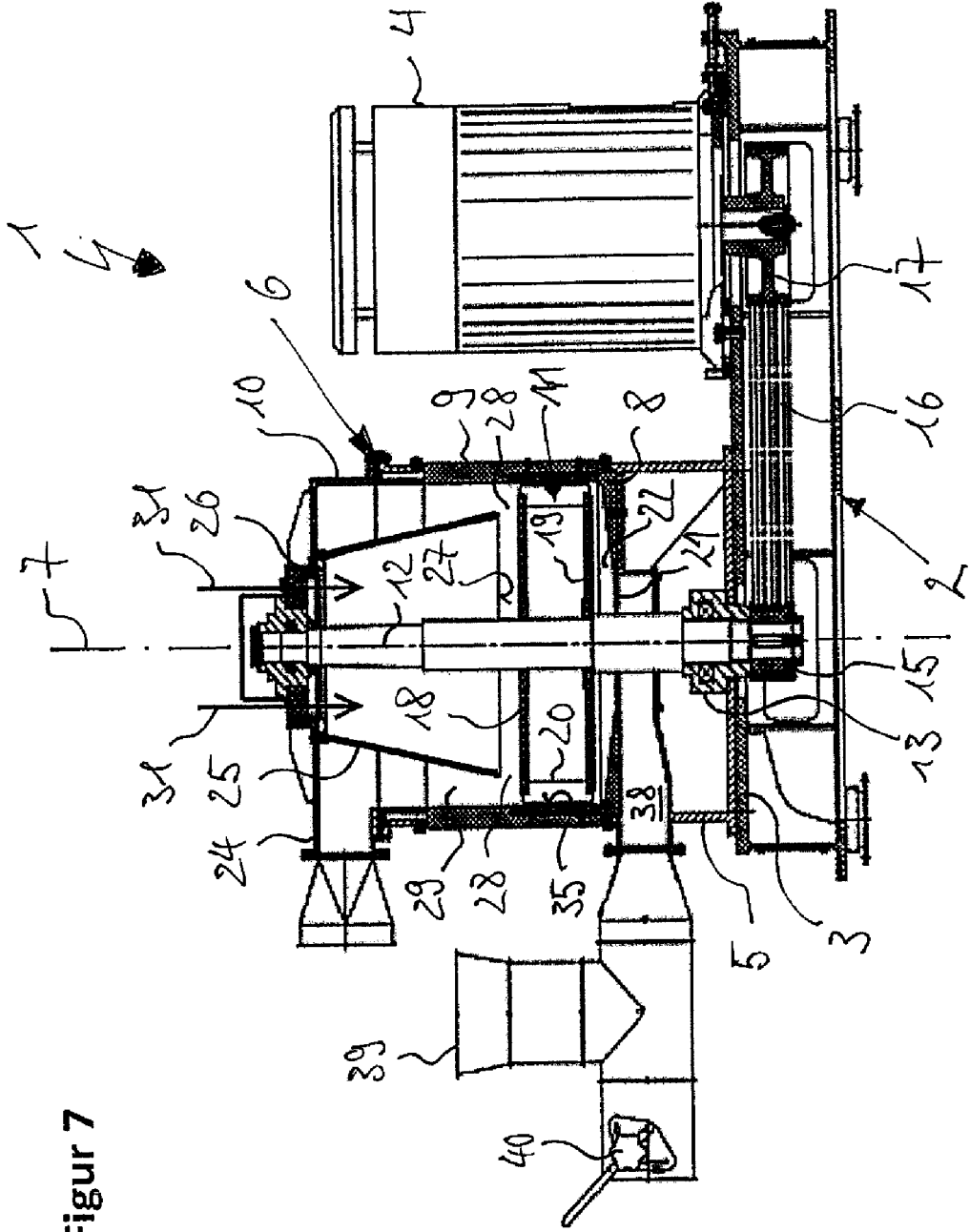


Figure 7

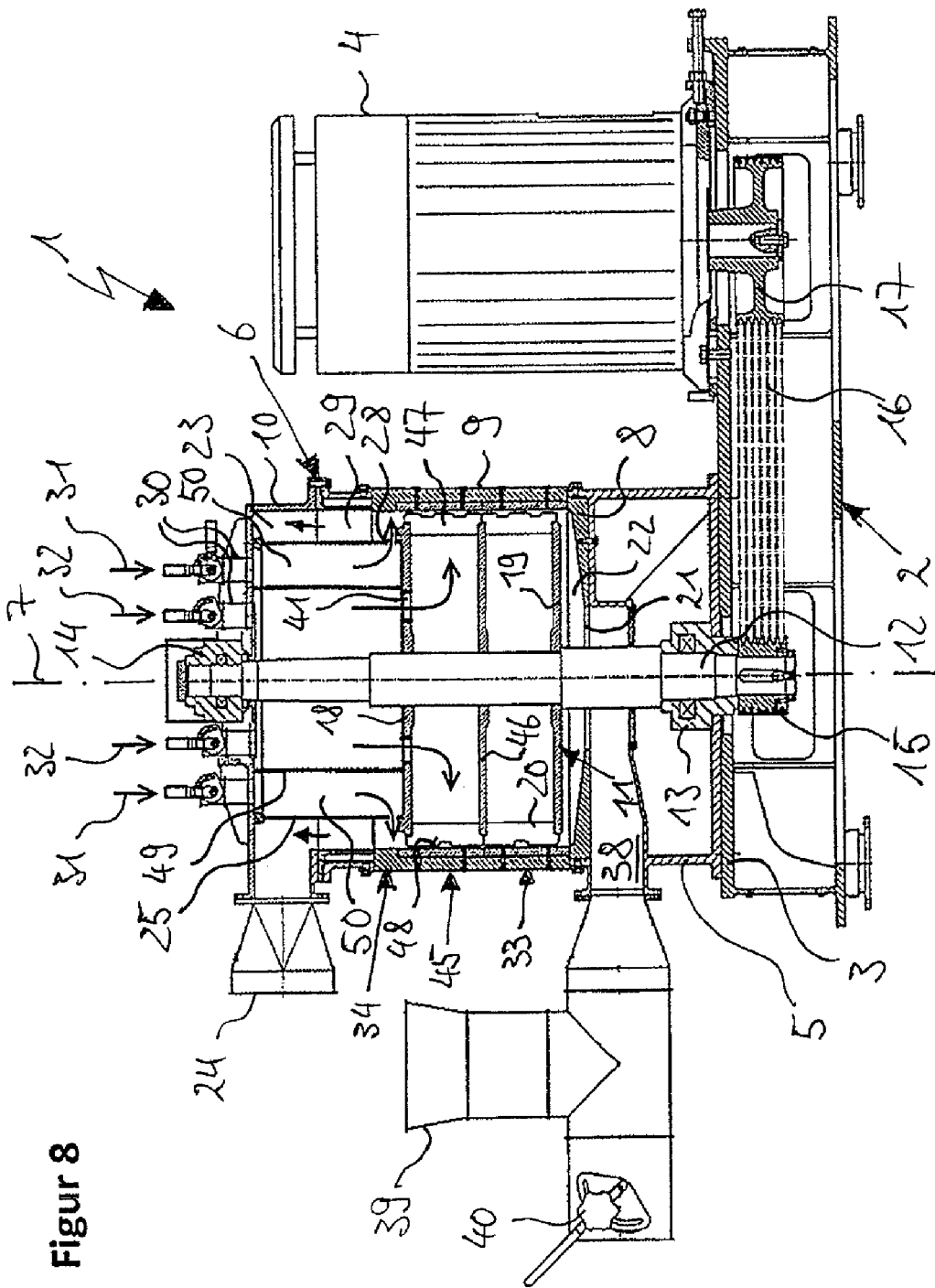


Figure 8

**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**

- DE 19723705 C1 [0005]
- DE 19823563 A1 [0006]