



(11) **EP 2 125 230 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.06.2013 Patentblatt 2013/23

(51) Int Cl.:
B02C 17/16 ^(2006.01) **B02C 17/18** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08700982.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/000030

(22) Anmeldetag: **04.01.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/092542 (07.08.2008 Gazette 2008/32)

(54) **VERFAHREN ZUM KONTINUIERLICHEN TROCKEN-MAHL-BETRIEB EINER TURM-REIB-MÜHLE
UND TURM-REIB-MÜHLE**

METHOD FOR THE CONTINUOUS DRY MILLING PROCESS OF A VERTICAL GRINDING MILL
AND VERTICAL GRINDING MILL

PROCÉDÉ POUR FONCTIONNEMENT DE BROyage À SEC EN CONTINU D'UNE TOUR DE
BROYAGE PAR FRICTION ET TOUR DE BROyage PAR FRICTION

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

(30) Priorität: **02.02.2007 DE 102007005250**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.2009 Patentblatt 2009/49

(73) Patentinhaber: **Maschinenfabrik Gustav Eirich
GmbH & Co. KG
70736 Hardheim (DE)**

(72) Erfinder:
• **GERL, Stefan
97956 Werbach (DE)**
• **SACHWEH, Jens
74746 Höpfingen (DE)**

(74) Vertreter: **Rau, Manfred et al
Rau, Schneck & Hübner
Patentanwälte
Königstraße 2
90402 Nürnberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1- 1 507 653 DE-B- 1 242 078
US-A- 4 754 934 US-A- 5 630 558**

EP 2 125 230 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 ein Verfahren zum kontinuierlichen Trocken-Mahl-Betrieb einer Turm-Reib-Mühle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Turm-Reib-Mühle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

[0002] Eine gattungsgemäße Turm-Reib-Mühle ist aus der US-PS 4,754,934 bekannt. Hierbei wird das Gas am Boden des Mahlbehälters eingeführt und durchströmt die Packung aus Mahlkörpern und Mahlgut. Im oberen Bereich des Mahlbehälters, deutlich oberhalb des Mahlgut-Einlasses, ist auf der Antriebs-Welle eine Zentrifuge angebracht, die vom Gasstrom nach oben geförderte Mahlgutpartikel abschleudern und dem Mahlprozess durch Schwerkraft direkt wieder zuführen soll. Damit der von unten in die Packung aus Mahlkörpern eingeführte Gasstrom diese Packung auflockert und nach oben die Mahlgutpartikel am oberen Ende der Mühle austrägt, muss das Gas einen erheblichen Druck haben. Durch die erwähnte Auflockerung der Packung aus Mahlkörpern und umlaufend gefördertem Mahlgut wird der Mahleffekt, d. h. die Zerkleinerungsleistung reduziert. Damit der Druckverlust in der Packung aus Mahlkörpern und Mahlgut sich noch in vertretbaren Grenzen hält, muss diese Packung verhältnismäßig offenporig sein, d. h. die Größe der Mahlkörper ist nach unten begrenzt. Außerdem muss das Mahlgut verhältnismäßig grob sein. Dies hat wiederum zur Folge, dass die Zwischenräume zwischen den einzelnen Mahlkörpern nur unzureichend mit Mahlgut gefüllt sind. Darüber hinaus ist der Energieverbrauch für das Druck-Gebläse sehr hoch und liegt in der gleichen Größenordnung, wie der Energieverbrauch des Antriebs-Motors für den eigentlichen Mahlprozess.

[0003] Aus der DE 42 02 101 A1 ist eine Turm-Reib-Mühle bekannt, bei der das Mahlgut von oben in den Mahlbehälter eingeführt und im Bereich des Bodens durch ein Sieb ausgetragen wird. Um Anbackungen und Verstopfungen des Siebes zu vermeiden, wird im Bereich des Bodens ein Fluid, beispielsweise in Form von Luft, zugesetzt. Eine vergleichbare Turm-Reib-Mühle ist aus der JP 2003 181 316 A bekannt. Die im Bodenbereich befindlichen Sieblöcher bzw. Siebspalten können durch verschlissene oder zerbrochene Mahlkörper verstopft werden. Dies führt wiederum zu einem erhöhten Verschleiß, was schließlich auch zu einer Beschädigung der unteren Enden der Schnecken-Stege führen kann. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass gut fließendes Mahlgut, wie beispielsweise trockener Quarzsand, sehr schnell durch die Mahlkörperpackung hindurch fließt und somit keinem kontrollierten Mahlprozess unterworfen wird.

[0004] Um die vorgenannten Nachteile zu vermeiden, ist es aus der JP 2005 246 204 A bekannt, die gesamte Packung aus Mahlkörpern zusammen mit dem zerkleinerten Mahlgut über einen im Bodenbereich angeordneten Schneckenförderer aus dem Mahlbehälter abzuführen. Bei dieser bekannten Ausgestaltung muss die Mahl-

körper-Mahlgut-Mischung außerhalb des Mahlbehälters, beispielsweise durch Sieben, voneinander getrennt werden. Die Mahlkörper müssen zusammen mit dem neuen Mahlgut wieder zugeführt werden. Dies führt zu einem erheblichen apparativen Aufwand.

[0005] Weiterhin ist es aus der DD 268 892 A1 bekannt, in einer Turm-Reib-Mühle das Mahlgut mittels im Bodenbereich zugeführter Druckluft nach oben heraus zu blasen oder am oberen Ende des offenen Mahlbehälters über eine kreisförmige, ebene Überlaufkante auszutragen. Nachteilig hieran ist, dass im Betrieb keine kompakte Packung aus Mahlkörpern mit direktem Mahlgut-Mahlkörper-Kontakt entsteht, da die Mahlkörper im trockenen Mahlgut schwimmen. Ebenfalls können Mahlkörper über die Überlaufkante ausgetragen werden.

[0006] Aus der DE 15 07 653 A1 ist eine Rührwerksmühle zum Mahlen und Dispergieren von Feststoffteilen in flüssigen Medien bekannt, die in einem vertikalen, geschlossenen, zylindrischen Mahlbehälter einen mittig angeordneten Schnecken-Förderer aufweist. Der obere Bereich des Mahlraums ist durch ein zylindrisches Sieb begrenzt. Eine Mahlkörper-Packung erstreckt sich bis in dieses Sieb hinein. Am unteren Ende des Mahlraums ist ein Mahlgut-Einlass vorgesehen. Ein Mahlgut-Auslass umgibt das zylindrische Sieb. Das Mahlgut wird durch die Mahlkörper-Packung nach oben gefördert und hierbei zerkleinert und dispergiert. Dies geschieht durch die Relativbewegung der Mahlkörper gegeneinander, die durch den Schnecken-Förderer verursacht wird.

[0007] Aus der DE 12 42 078 B ist eine ganz ähnliche Rührwerksmühle bekannt, bei der das als Schnecken-Förderer ausgebildete Rührwerk Mahlkörper im Außenbereich des Mahlraums nach oben und im Bereich des Schnecken-förderers nach unten fördert.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der gattungsgemäßen Art und eine Turm-Reib-Mühle der gattungsgemäßen Art zu schaffen, bei denen ein kontinuierlicher Trocken-Mahl-Betrieb bei gleichzeitigem Verbleib der Packung aus Mahlkörpern im Mahlbehälter möglich ist und bei denen auch der Einsatz relativ kleiner Mahlkörper und eine hohe Feinheit des gemahlten Mahlgutes erreicht wird.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Verfahren der gattungsgemäßen Art durch die Merkmale im Kennzeichnungsteil des Anspruchs 1 gelöst. Die Packung aus Mahlkörpern ist während des gesamten Mahlprozesses dicht, da sie nicht von unten, beispielsweise durch Gas, aufgelockert wird. Die Mahlkörper werden in dem von mindestens einem Schnecken-Steg überdeckten Bereich nach oben gefördert und fließen dementsprechend in dem nicht vom Schnecken-Steg überdeckten ringförmigen, außen vom Mahlbehälter begrenzten Bereich nach unten. Das Mahlgut wird also mindestens einmal vollständig durch die Mahlkörper-Packung von oben nach unten und einmal von unten nach oben gefördert und dabei einem Mahl-Prozess unterworfen. Durch die Förderwirkung des Schnecken-Steges im Bereich der Antriebs-Welle wird die Mahlkörper-

Packung im Innenbereich des Mahlbehälters angehoben und bildet eine etwa kegelstumpfförmige, nach außen abfallende Oberfläche, über die die Mahlkörper nach außen rollen. Sie drücken hierbei das auf der Oberfläche oder in der Oberfläche befindliche Mahlgut durch den Mahlgut-Auslass aus dem Mahlbehälter heraus, wobei dies noch in erheblichem Maße durch den Gasstrom unterstützt wird. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens ergeben sich aus den Ansprüchen 2 bis 9.

[0010] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird weiterhin bei der Turm-Reib-Mühle nach dem Anspruch 10 gelöst. Auch hier ergeben sich vorteilhafte Ausgestaltungen aus den Ansprüchen 11 bis 15.

[0011] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Turm-Reib-Mühle mit Rotationsströmung eines Gas-Stroms,

Fig. 2 einen gegenüber Fig. 1 abgewandelten Mahlbehälter einer Turm-Reib-Mühle mit Zuführung eines Gas-Stroms diametral zum Mahlgut-Auslass,

Fig. 3 eine dritte Ausführungsform eines Mahlbehälters einer Turm-Reib-Mühle mit Vertikalzuführung eines Gas-Stroms,

Fig. 4 einen Horizontal-Teil-Schnitt durch ein Sieb im Mahlgut-Auslass und

Fig. 5 eine Draufsicht auf das Sieb gemäß dem Sichtfeld V in Fig. 4.

[0012] Die in der Zeichnung dargestellte Turm-Reib-Mühle weist einen oben geschlossenen, zylindrischen Mahlbehälter 1 auf, für dessen Innendurchmesser D gilt: $0,4 \text{ m} \leq D \leq 4,0 \text{ m}$. Im Mahlbehälter 1 ist als Mahlkörper-Umwälz-Einrichtung ein Schnecken-Förderer 2 angeordnet, der coaxial zur senkrechten Mittel-Achse 3 des Mahlbehälters 1 angeordnet ist. Der Schnecken-Förderer 2 weist eine coaxial zur Mittel-Achse 3 angeordnete Antriebs-Welle 4 mit einem Durchmesser d_i auf, auf der zwei zueinander parallele Schnecken-Stege 5 mit einer Steigung s und einem Außendurchmesser d_a und einem oberen Ende 6 befestigt sind. Die Welle 4 ist mittels eines Elektro-Motors 7 in einer Drehrichtung 8 drehantreibbar. Der Schnecken-Förderer 4 erstreckt sich nach unten bis in die unmittelbare Nähe des Bodens 9 des Mahlbehälters 1. Die Schnecken-Stege 5 erstrecken sich aus dieser Nachbarschaft zum Boden 9 über eine Höhe h_s . Die Turm-Reib-Mühle ist sehr schlank ausgebildet. Für das Verhältnis der Schneckenhöhe h_s zum Durchmesser D des Mahlbehälters 1 gilt: $1,5 \leq h_s/D \leq 3$.

[0013] In der Nähe des Bodens 9 des Mahlbehälters 1 ist in letzterem ein während des Betriebes verschlossener Mahlkörper-Auslass 10 vorgesehen. Etwa in der Höhe des oberen Endes 6 der Schnecken-Stege 5 ist am Mahlbehälter 1 ein Mahlgut-Auslass 11 ausgebildet, an den sich eine Mahlgut-Abförder-Leitung 12 anschließt.

[0014] In der Auslass-Öffnung 13 des Mahlgut-Auslasses 11 ist eine Mahlkörper-Rückhalte-Einrichtung in Form eines Spalt-Siebes 14 angeordnet, das in den Fig. 4 und 5 dargestellt ist. Es weist zwischen sich etwa parallel zur Mittel-Achse 3 erstreckenden Stegen 15 Spalte 16 auf, die sich - wie aus Fig. 4 ersichtlich ist - radial zur Achse 3 nach außen erweitern und die sich weiterhin von unten nach oben erweitern, wie aus Fig. 5 ersichtlich. Zumindest im unteren Bereich ist ihre Weite w kleiner als der Durchmesser d 17 der kleinsten eingesetzten Mahlkörper 17.

[0015] Die Auslass-Öffnung 13 hat eine Höhe h_{13} . Die Schnecken-Stege 5 erstrecken sich von $0,1 h_{13}$ bis $0,5 h_{13}$ über die Unterkante 18 der Auslass-Öffnung 13, d. h. ihr oberes Ende 6 befindet sich in dieser Höhe über der Unterkante 18. Die von den Schnecken-Steegen 5 überstrichene Querschnittsfläche ist $(d_a^2 - d_i^2) \times \pi/4$. Die freie ringförmige Querschnittsfläche zwischen den Schnecken-Steegen 5 und dem Mahlbehälter beträgt $(D^2 - d_a^2) \times \pi/4$. Die freie Querschnittsfläche zwischen den Schnecken-Steegen 5 und dem Mahlbehälter 1 soll größer oder höchstens gleich dem von den Schnecken-Steegen 5 überstrichenen ringförmigen Querschnitt sein. Es gilt also: $(D^2 - d_a^2) \geq (d_a^2 - d_i^2)$.

[0016] Bei der Ausführung nach Fig. 1 mündet diametral gegenüber dem Mahlgut-Auslass 11 ein Mahlgut-Einlass 19 in den Mahlbehälter 1 ein. Er ist oberhalb des oberen Endes 6 der Schnecken-Stege 5 angeordnet, und zwar etwa beginnend oberhalb der Oberkante 20 der Auslass-Öffnung 13. Dem Mahlgut-Einlass 19 ist eine Mahlgut-Zuführ-Leitung 21 vorgeordnet, in die Mahlgut 22 über eine gasdichte Dosier-Einrichtung 23, beispielsweise eine Zellenradschleuse, zugeführt wird.

[0017] Oberhalb der Auslass-Öffnung 13, und zwar auch oberhalb des Mahlgut-Einlasses 19, ist auf der Seite der Auslass-Öffnung 13 ein zur Atmosphäre hin offener Gas-Einlass 24, im konkreten Fall also ein Luft-Einlass, vorgesehen.

[0018] Die Mahlgut-Abförder-Leitung 12 ist an ein Saug-Gebläse 25 angeschlossen, und zwar unter Zwischenschaltung eines Wind-Sichters 26, beispielsweise eines üblichen Zyklon-Abscheiders, und eines diesem nachgeordneten Staub-Filter-Abscheiders 27. In dem Abscheider 27 ist ein Filter 28 vorgesehen. Er ist unten an eine gasdichte Schleuse 29, beispielsweise eine Zellenradschleuse, angeschlossen. Aus dem Wind-Sichter 26 wird grobes Mahlgut über eine Rückführ-Leitung 30 der Dosier-Einrichtung 23 und damit dem Mahlgut-Einlass 19 erneut zugeführt. Das aus dem Abscheider 27 ausgetragene Mahlgut hat die gewünschte Feinheit.

[0019] In dem Mahlbehälter 1 ist ein Druckgeber 31

angeordnet. Gleichmaßen ist in der Mahlgut-Abförder-Leitung 12 verhältnismäßig dicht hinter dem Mahlgut-Auslass 11 ein weiterer Druckgeber 32 angeordnet. Deren Druckmesswerte werden auf ein Differenz-Druck-Messgerät 33 zur Ermittlung der Druckdifferenz zwischen den beiden gemessenen Werten gegeben. In der Leitung 12 ist zwischen dem Abscheider 27 und dem Gebläse 25 ein Gas-Volumen-Messgerät 34 angeordnet. Außerdem mündet in die Mahlgut-Abförder-Leitung 12 in der Nähe des Mahlgut-Auslasses 11 eine Zusatz-Gas-Leitung 35 ein, die über ein steuerbares Ventil 36 geöffnet oder geschlossen werden kann. Hierüber kann Zusatz-Gas in die Leitung 12 eingeführt werden, wenn der aus dem Mahlbehälter 1 kommende Gas-Volumenstrom nicht ausreichend ist, um das Mahlgut abzufördern. Auch in diese Leitung 35 ist ein Gas-Volumenstrom-Messgerät 37 eingefügt.

[0020] Die Betriebsweise ist wie folgt:

[0021] Vor Inbetriebnahme wird der Mahlbehälter 1 mit Mahlkörpern 17 gefüllt, und zwar bis zu einer Höhe, die 80% bis 95% der Höhe des Mahlbehälters 1 bis zum oberen Ende 6 der Schnecken-Stege 5 bis knapp oberhalb der Unterkante 18 der Auslass-Öffnung 13 beträgt. Anschließend wird der Motor 7 in Betrieb gesetzt, so dass die Welle 4 mit den Schnecken-Stegen 5 in Drehrichtung 8 in Betrieb gesetzt wird. Entsprechend der Steigung der Schnecken-Stege 5 werden die Mahlkörper 17, die sich in dem von den Schnecken-Stegen 5 überstrichenen ringförmigen Querschnitts-Bereich des Mahlbehälters 1 befinden, nach oben gefördert. Damit dieser Fördereffekt zuverlässig eintritt, gilt für die Steigung s der Schnecken-Stege 5 im Verhältnis zum Außendurchmesser d da $s \leq 1,5$ da und bevorzugt $0,8$ da $s \leq 1,2$ da. Weiterhin gilt, dass die Welle 4 mit den Schnecken-Stegen 5 mit einer derartigen Drehzahl angetrieben wird, dass die Schnecken-Stege 5 eine Außen-Umfangs-Geschwindigkeit von 2,0 bis 4,0 m/sec und bevorzugt zwischen 2,2 und 3,0 m/sec aufweisen. Für den Durchmesser d_{17} der Mahlkörper 17 gilt hierbei: $10 \text{ mm} \leq d_{17} \leq 30 \text{ mm}$ und bevorzugt $15 \text{ mm} \leq d_{17} \leq 25 \text{ mm}$.

[0022] Mit Beginn des Drehantriebs des Schnecken-Förderers 2 wird zu zerkleinerndes Mahlgut über die gasdichte Dosier-Einrichtung 23 in den Mahlbehälter 1 eingegeben. Das zugeführte Mahlgut 22 hat in der Regel eine Korngröße, die kleiner ist als $0,25 d_{17}$ des Durchmessers d_{17} der Mahlkörper 17 und bevorzugt kleiner als $0,2 d_{17}$. Da die Mahlkörper 17 im Bereich der Schnecken-Stege 5 nach oben gefördert werden, sinken sie in dem äußeren nicht von den Schnecken-Stegen 5 überstrichenen Bereich nach unten, wie es durch die Umlauf Fließ-Pfeile 38 in Fig. 1 angedeutet ist. Das im Bereich der Behälterwand eingegebene Mahlgut fließt mit den Mahlkörpern 17 nach unten und wird zwischen diesen zerrieben. Anschließend wird es unter weiterer Zerkleinerung mit den Mahlkörpern 17 im Bereich der Schnecken-Stege 5 wieder nach oben gefördert. Wie weiterhin aus der Zeichnung hervorgeht, werden die Mahlkörper

17 im Bereich der Schnecken-Stege 5, also unmittelbar benachbart zur Welle 4, soweit über die Enden 6 der Schnecken-Stege 5 angehoben, dass die Packung aus Mahlkörpern 17 mit Mahlgut 22 etwa eine kegelstumpfförmige Oberfläche 39 erhält. Die Mahlkörper 17 befinden sich nur geringfügig, und zwar bis $0,3 h_{13}$, oberhalb der Unterkante 18 der Auslass-Öffnung 13 bzw. des Siebes 14. Andererseits befindet sich Mahlgut 22, das radial nach außen aus der Packung aus Mahlkörpern 17 herausquillt, direkt vor dem Sieb 14. Während dieses Mahlvorgangs wird durch das Gebläse 25 Luft von außen durch den Gas-Einlass 24 eingesaugt und strömt entsprechend dem Umlenk-Pfeil 40 um die Welle 4 herum und über die Oberfläche 39 der Mahlkörperpackung. Wenn der Gas-Einlass 24 überwiegend orthogonal, also im Wesentlichen auf die Achse 3 gerichtet ist, dann erfolgt nur eine einfache Umlenkung um 180° der Luft um die Welle 4. Wenn dagegen der Gas-Einlass 24 überwiegend tangential angeordnet ist, dann bildet sich eine Rotations-Strömung aus. Die gemäß dem Umlenk-Pfeil 40 durch den Mahlbehälter 1 geförderte Luft nimmt besonders feines Mahlgut 22, das durch den Mahlgut-Einlass 19 zugeführt wird, direkt mit und trägt es direkt aus. Der Gasstrom tritt durch das Sieb 14 in die Mahlgut-Abförder-Leitung 12 ein. Der geschilderte Gasstrom drückt hierbei das im Mahlbehälter 1 vor dem Sieb 14 befindliche Mahlgut 22 in die Leitung 12. Soweit Mahlkörper 17 vor das Sieb 14 gelangen, werden sie durch dieses zurückgehalten. Grundsätzlich wird das gesamte Mahlgut 22 nach einem geschilderten Umlauf ausgetragen. Im Wind-Sichter 26 wird das grobe noch nicht ausreichend zerkleinerte Mahlgut 22 abgeschieden und durch die Rückführ-Leitung 30 und über die Dosier-Einrichtung 23 erneut dem Mahlprozess zugeführt. Die Förderluft tritt zusammen mit dem fein gemahlten Mahlgut 22 in den Staub-Filter-Abscheider 27 ein, wo das fein gemahlene Mahlgut am Filter 28 abgeschieden wird und über die Schleuse 29 ausgetragen wird. Die vom Mahlgut 22 befreite Luft wird durch das Gebläse 25 abgefördert.

[0023] Wenn die durch den Mahlbehälter 1 zugeführte und über den Mahlgut-Auslass 11 abgeförderte Luft nicht ausreicht, um den geschilderten Abförder-Prozess durchzuführen, dann kann über die Zusatz-Gas-Leitung 35 der Förder-Luft zusätzlich noch Luft zugesetzt werden.

[0024] Die Ausgestaltung der eigentlichen Turm-Reib-Mühle nach Fig. 2 unterscheidet sich von der nach Fig. 1 durch die Anordnung des Gas-Einlasses 24'. Dieser befindet sich gegenüber dem Mahlgut-Auslass 11 oberhalb des Mahlgut-Einlasses 19. Der Luft-Strom umströmt hierbei entsprechend dem Strömungs-Pfeil 41 die Welle 4 und dann - wie bei der Ausführung nach Fig. 1 über die Oberfläche 39 der Mahlgut-Mahlkörper-Packung und drückt das gemahlene Mahlgut 22 durch das Sieb 14 in die Mahlgut-Abförder-Leitung 12. Damit der Luft-Strom nicht bereits das durch den Mahlgut-Einlass 19 eintretende Mahlgut 22 direkt zum Sieb 14 fördert, ist der Gas-Einlass 24' in Richtung zur Welle 4 hin in den

Mahlbehälter 1 hineinverlegt, so dass das durch den Mahlgut-Einlass 19 eintretende Mahlgut 22 direkt an der Innenwand des Mahlbehälters 1 herab in die Mahlkörper-Packung fließen kann.

[0025] Die Ausgestaltung nach Fig. 3 unterscheidet sich von den beiden zuvor dargestellten dadurch, dass der Gasstrom nicht mittels eines Saug-Gebläses angesaugt wird. Vielmehr ist ein Druck-Gebläse 42 vorgesehen, das Gas mit einem beliebigen vorgebbaren Druck durch einen Gas-Einlass 24" von oben in den Mahlbehälter 1 hineindrückt. Das Gas strömt entsprechend dem Strömungs-Pfeil 43 von oben durch den Mahlbehälter 1 und dann über die Oberfläche 39 zum Mahlgut-Auslass 11 und drückt in der bereits geschilderten Weise das Mahlgut 22 durch das Sieb 14.

[0026] Während bei den Ausführungen nach den Fig. 1 und 2 aufgrund des Einsatzes eines Saug-Gebläses 25 insgesamt ein Förderdruck von weniger als 1 bar erreicht werden kann, kann durch Einsatz eines Druck-Gebläses 42 ein im Grundsatz beliebiger Druck eingestellt werden. Damit das entsprechend dem Strömungs-Pfeil 43 in den Mahlbehälter 1 nach Fig. 3 einströmende Gas nicht das durch den Mahlgut-Einlass 19 eintretende Mahlgut 22 mitnimmt oder oberhalb der Mahlkörper-Packung verwirbelt, ist der Mahlgut-Einlass 19 mittels eines Leitblechs 44 so abgedeckt, dass der Mahlgut-Eintritt nicht durch den Gasstrom beeinträchtigt wird. Selbstverständlich kann ein solches Leitblech 44 zur Abdeckung des Mahlgut-Einlasses 19 bei den Ausführungen nach den Fig. 1 und 2 bei Bedarf eingesetzt werden.

[0027] Bei dieser Ausführungsform ist der Mahlkörper-Auslass 10' im Boden 9 des Mahlbehälters 1 vorgesehen, wodurch die Entnahme der Mahlkörper 17 aus dem Mahlbehälter 1 erleichtert werden kann.

[0028] Über das Differenz-Druck-Messgerät 33 und alternativ oder kumulativ auch über das Gas-Volumen-Messgerät 34, 37 kann eine Fein-Steuerung des Gesamtprozesses erfolgen.

[0029] Im einfachsten Fall wird lediglich eine Differenz-Druck-Messung über das Messgerät 33 vorgenommen und der entsprechende Messwert auf eine zentrale Steuer-Einheit 45 gegeben. Wenn der gemessene Differenz-Druck einen vorgegebenen Sollwert überschreitet, kann dies ein Indiz dafür sein, dass das Sieb 14 teilweise oder ganz verstopft ist. In diesem Fall kann von der Steuer-Einheit 45 das Gebläse 25 oder das Gebläse 42 angesteuert werden, um den Haupt-Gas-Volumenstrom, der über den Gas-Einlass 24, 24' oder 24" zugeführt wird, zu erhöhen und/oder den über das Ventil 36 zugeführten Sekundär-Gas-Volumenstrom zu reduzieren. Ziel ist es dabei, in einem solchen Fall mehr Gas durch das Sieb 14 hindurchzusaugen bzw. hindurchzudrücken.

[0030] Bei Einsatz der beiden Volumenstrom-Messgeräte 34, 37 wird für einen bestimmten vorgegebenen Betrieb ein Haupt-Gas-Volumenstrom über das Messgerät 34 eingestellt, der vom Gebläse 25 bzw. 42 gefördert werden soll. Der über die Zusatz-Gas-Leitung 35 zuzu-

führende Sekundär-Gas-Volumenstrom wird so eingestellt, dass ein vorgegebener Soll-Gas-Volumenstrom durch den Mahlbehälter 1 gefördert wird. Dieser durch den Mahlbehälter 1 geförderte Soll-Gas-Volumenstrom ergibt sich aus der Differenz des Haupt-Gas-Volumenstroms und des Sekundär-Gas-Volumenstroms. Wenn die Gas-Volumenströme ständig über die Messgeräte 34 und 37 gemessen werden, ergibt sich aus einem Anstieg des von dem Messgerät 37 erfassten Volumenstroms, dass das Sieb 14 teilweise oder ganz verstopft ist. In einem solchen Fall wird der vom Gebläse 25 bzw. 42 zu fördernde Gesamt-Gas-Volumenstrom erhöht. Gleichzeitig wird das Ventil 36 teilweise oder vollständig geschlossen, um auf diese Weise einen höheren Gas-Volumenstrom durch den Mahlbehälter 1 zu erreichen, und um somit das Sieb 14 freizublasen. Kumulativ kann hierbei auch die bereits geschilderte Differenz-Druck-Messung eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum kontinuierlichen Trocken-Mahl-Betrieb einer Turm-Reib-Mühle, die

- einen vertikalen, geschlossenen Mahlbehälter (1),
- einen mittig im Mahlbehälter (1) angeordneten Schnecken-Förderer (2), mit

- einer Antriebs-Welle (4) mit einer Mittel-Achse (3) und
- mindestens einem, auf der Antriebs-Welle (4) angebrachten, sich über eine Höhe (hs) bis zu einem oberen Ende (6) erstreckenden, den Querschnitt des Mahlbehälters (1) nur teilweise überdeckenden Schneckensteg (5),

- eine Packung aus Mahlkörpern (17) mit einer oberen Oberfläche (39),
- einen oberhalb der Packung aus Mahlkörpern (17) in den Mahlbehälter (1) einmündenden Mahlgut-Einlass (19),
- einen in den Mahlbehälter (1) einmündenden Gas-Einlass (24, 24', 24") zur Zuführung von Gas,
- einen aus dem Mahlbehälter (1) ausmündenden, eine Unterkante (18) und eine Höhe (h 13) aufweisenden Mahlgut-Auslass (11) zum Ausstrag von Mahlgut (22) und Gas und
- einen Motor (7) zum Antrieb des Schnecken-Förderers (2) in einer Drehrichtung (8), bei welcher der mindestens eine Schnecken-Steg (5) Mahlkörper (17) nach oben fördert, aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Oberfläche (39) der Packung aus

- Mahlkörpern (17) beim Drehantrieb des Schnecken-Förderers (2) etwa kegelstumpfförmig, radial nach außen abfallend und radial außen im Bereich der Unterkante (18) des Mahlgut-Auslasses (11) endend eingestellt wird, 5
 - **dass** das Gas oberhalb der Packung aus Mahlkörpern (17) in den Mahlbehälter (1) eingeführt wird und
 - **dass** Gas und Mahlgut (22) im Bereich der Oberfläche (39) der Packung von Mahlkörpern (17) durch den Mahlgut-Auslass (11) aus dem Mahlbehälter (1) ausgetragen wird. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** 15
dass das Mahlgut (22) gegenüber dem Mahlgut-Auslass (11) in den Mahlbehälter (1) eingeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** 20
dass das Gas oberhalb der Packung aus Mahlkörpern (17) unter Umlenkung zur Oberfläche (39) der Packung aus Mahlkörpern (17) geführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** 25
dass das Gas an dem Mahlgut-Einlass (19) vorbeigeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** 30
dass das Gas gegenüber dem Mahlgut-Auslass (11) in den Mahlbehälter (1) eingeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** 35
dass das Gas aus dem Mahlbehälter (1) abgesaugt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** 40
dass das Gas unter Druck in den Mahlbehälter eingeblasen wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,** 45
dass der Schnecken-Förderer (2) derart angetrieben wird, dass der mindestens eine Schnecken-Steg (5) an seinem Außenumfang eine Umfangsgeschwindigkeit von 2,0 bis 4,0 m/sec, vorzugsweise 50
 von 2,2 bis 3,0 m/sec, aufweist.
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** 55
dass die Packung aus Mahlkörpern (17) bis zu einer Höhe (h13) von maximal 0,3 h13 oberhalb der Unterkante (18) des Mahlgut-Auslasses (11) endend eingestellt wird.

10. Turm-Reib-Mühle, die

- einen vertikalen, geschlossenen Mahlbehälter (1),
- einen mittig im Mahlbehälter (1) angeordneten Schnecken-Förderer (2), mit

-- einer Antriebs-Welle (4) mit einer Mittel-Achse (3) und

-- mindestens einem, auf der Antriebs-Welle (4) angebrachten, sich über eine Höhe (hs) bis zu einem oberen Ende (6) erstreckenden, den Querschnitt des Mahlbehälters (1) nur teilweise überdeckenden Schneckensteg (5),

- eine Packung aus Mahlkörpern (17) mit einer oberen Oberfläche (39),

- einen oberhalb der Packung aus Mahlkörpern (17) in den Mahlbehälter (1) einmündenden Mahlgut-Einlass (19),

- einen in den Mahlbehälter (1) einmündenden Gas-Einlass (24, 24', 24'') zur Zuführung von Gas,

- einen aus dem Mahlbehälter (1) ausmündenden, eine Unterkante (18) und eine Höhe (h13) aufweisenden Mahlgut-Auslass (11) zum Austrag von Mahlgut (22) und Gas und

- einen Motor (7) zum Antrieb des Schnecken-Förderers (2) in einer Drehrichtung (8), bei welcher der mindestens eine Schnecken-Steg (5) Mahlkörper (17) nach oben fördert,

aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** der Mahlgut-Auslass (11) eine Auslass-Öffnung (13) mit einem Sieb (14) aufweist,

- **dass** das obere Ende (6) des mindestens einen Schnecken-Steges (5) auf der Höhe des Siebes (14) angeordnet ist und

- **dass** der Gas-Einlass (24, 24', 24'') oberhalb des oberen Endes (6) des mindestens einen Schnecken-Steges (5) angeordnet ist.

11. Turm-Reib-Mühle nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gas-Einlass (24) oberhalb des Mahlgut-Auslasses (11) angeordnet ist.

12. Turm-Reib-Mühle nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gas-Einlass (24') gegenüber dem Mahlgut-Auslass (11) und oberhalb des Mahlgut-Einlasses (19) angeordnet ist.

13. Turm-Reib-Mühle nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gas-Einlass (24'') von oben in den Mahlbehälter (1) einmündet.

14. Turm-Reib-Mühle nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**,
dass vor dem Mahlgut-Einlass (19) ein Gas-Leitblech (44) vorgesehen ist.
15. Turm-Reib-Mühle nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**,
dass das Sieb (14) als Spalt-Sieb ausgebildet ist.

Claims

1. Method for a continuous dry milling operation of a vertical grinding machine which comprises

- a vertical, closed milling container (1);
- a screw conveyor (2) which is arranged centrally in the milling container (1), the screw conveyor (2) comprising

- a drive shaft (4) with a central axis (3) and
- at least one screw flight (5) which is arranged on the drive shaft (4), extends along a height (hs) up to an upper end (6) and covers the cross-section of the milling container (1) only partially;

- a package of grinding bodies (17), the package having an upper surface (39);
- a grinding stock inlet (19) which projects into the milling container (1) above the package of grinding bodies (17);
- a gas inlet (24, 24', 24'') which projects into the milling container (1) for introducing gas;
- a grinding stock outlet (11) which projects out of the milling container (1) and has a lower edge (18) and a height (h 13) for discharging grinding stock (22) and gas; and
- a motor (7) for driving the screw conveyor (2) in a direction of rotation (8) where the at least one screw flight (5) conveys grinding bodies (17) upwards,

characterized in

- **that** the surface (39) of the package of grinding bodies (17) is adjusted in such a way when the screw conveyor (2) is driven for rotation that it obtains an approximately frustoconical shape which slopes radially outwards and ends radially outside in the region of the lower edge (18) of the grinding stock outlet (11);
- **that** the gas is introduced into the milling container (1) above the package of grinding bodies (17); and
- **that** gas and grinding stock (22) are discharged from the milling container (1) in the region of the surface (39) of the package of grinding bodies (17) through the grinding stock outlet (11).

2. Method according to claim 1, **characterized in that** the grinding stock (22) is fed into the milling container (1) opposite to the grinding stock outlet (11).

3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the gas is moved to the surface (39) of the package of grinding bodies (17) above the package of grinding bodies (17) and is deflected thereby.

4. Method according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** the gas is passed by the grinding stock inlet (19).

5. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the gas is introduced into the milling container (1) opposite to the grinding stock outlet (11).

6. Method according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** the gas is sucked out of the milling container (1).

7. Method according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** the gas is blown into the milling container under pressure.

8. Method according to one of claims 1 to 7, **characterized in that** the screw conveyor (2) is driven such that the at least one screw flight (5) has a peripheral speed at its outer periphery of 2.0 to 4.0 m/sec, advantageously of 2.2 to 3.0 m/sec.

9. Method according to claim 1, **characterized in that** the package of grinding bodies (17) is adjusted in such a way as to end at a maximum height (h13) of no more than 0.3 h13 above the lower edge (18) of the grinding stock outlet (11).

10. Vertical grinding mill comprising

- a vertical, closed milling container (1);
- a screw conveyor (2) which is arranged centrally in the milling container (1), the screw conveyor (2) comprising

- a drive shaft (4) with a central axis (3) and
- at least one screw flight (5) which is arranged on the drive shaft (4), extends along a height (hs) up to an upper end (6) and covers the cross-section of the milling container (1) only partially;

- a package of grinding bodies (17), the package having an upper surface (39);
- a grinding stock inlet (19) which projects into the milling container (1) above the package of grinding bodies (17);
- a gas inlet (24, 24', 24'') which projects into the milling container (1) for introducing gas;

- a grinding stock outlet (11) which projects out of the milling container (1) and has a lower edge (18) and a height (h 13) for discharging grinding stock (22) and gas; and
 - a motor (7) for driving the screw conveyor (2) in a direction of rotation (8) where the at least one screw flight (5) conveys grinding bodies (17) upwards,
 - characterized in**
 - **that** the grinding stock outlet (11) comprises an outlet opening (13) with a screen (14);
 - **that** the upper end (6) of the at least one screw flight (5) is arranged on a level with the screen (14); and
 - **that** the gas inlet (24, 24', 24") is arranged above the upper end (6) of the at least one screw flight (5).
11. Vertical grinding mill according to claim 10, **characterized in that** the gas inlet (24) is arranged above the grinding stock outlet (11).
 12. Vertical grinding mill according to claim 10, **characterized in that** the gas inlet (24') is arranged opposite the grinding stock outlet (11) and above the grinding stock inlet (19).
 13. Vertical grinding mill according to claim 10, **characterized in that** the gas inlet (24") projects into the milling container (1) from above.
 14. Vertical grinding mill according to one of claims 10 to 13, **characterized in that** a gas baffle plate (44) is provided in front of the grinding stock inlet (19).
 15. Vertical grinding mill according to one of claims 10 to 14, **characterized in that** the screen (14) is a slotted-hole screen.

Revendications

1. Procédé pour le fonctionnement du broyage à sec en continu d'une tour de broyage par friction qui présente
 - un conteneur de broyage (1) vertical, fermé,
 - un transporteur à vis (2), disposé au centre du conteneur de broyage (1), comprenant
 - un arbre d'entraînement (4) avec un axe central (3) et
 - au moins un filet de vis (5), rapporté sur l'arbre d'entraînement (4), s'étendant au-delà d'une hauteur (hs) jusqu'à une extrémité supérieure (6), ne recouvrant la section transversale du conteneur de broyage (1)

que partiellement,

- un ensemble constitué de corps de broyage (17) comportant une surface supérieure (39),
 - une entrée de produit de broyage (19) débouchant dans le conteneur de broyage (1) au dessus de l'ensemble constitué par les corps de broyage (17),
 - une entrée de gaz (24, 24', 24") débouchant dans le conteneur de broyage (1) pour l'introduction de gaz,
 - une sortie de produit de broyage (11) débouchant du conteneur de broyage (1), présentant un bord inférieur (18) et une hauteur (h13), pour l'évacuation du produit de broyage (22) et du gaz, et
 - un moteur (7) pour l'entraînement du transporteur à vis (2) dans une direction de rotation (8) dans laquelle au moins un filet de vis (5) transporte le corps de broyage (17) vers le haut, **caractérisé en ce**
 - **que** la surface (39) de l'ensemble constitué par les corps de broyage (17), lors du fonctionnement en rotation du transporteur à vis (2), est configurée à peu près dans une forme émoussée de quille, tombant radialement vers l'extérieur et terminant radialement à l'extérieur de la zone du bord inférieur (18) de la sortie de produit de broyage (11),
 - **que** le gaz est introduit au dessus de l'ensemble constitué par les corps de broyage (17) dans le conteneur de broyage (1), et
 - **que** le gaz et le produit de broyage (22) sont évacués du conteneur de broyage (1) dans la zone de la surface (39) de l'ensemble constitué des corps de broyage (17) par la sortie de produit de broyage (3).
2. Procédé selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le produit de broyage (22) est introduit dans le conteneur de broyage (1) en face de la sortie de produit de broyage (11).
 3. Procédé selon les revendications 1 ou 2 **caractérisé en ce que** le gaz est emmené au dessus de l'ensemble constitué par les corps de broyage (17), moyennant une déviation vers la surface (39) de l'ensemble constitué par les corps de broyage (17).
 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 **caractérisé en ce que** le gaz est passé devant l'entrée de produit de broyage (19).
 5. Procédé selon les revendications 1 ou 2 **caractérisé en ce que** le gaz est introduit dans le conteneur de broyage

- (1) en face de la sortie de produit de broyage (11).
6. Procédé selon l'une des revendications de 1 à 5 **caractérisé en ce**
que le gaz est évacué du conteneur de broyage (1) par aspiration. 5
7. Procédé selon l'une des revendications de 1 à 5 **caractérisé en ce**
que le gaz est introduit dans le conteneur de broyage insufflé sous pression. 10
8. Procédé selon l'une des revendications de 1 à 7 **caractérisé en ce**
que le transporteur à vis (2) est entraîné de telle manière qu'au moins un filet de vis (5) présente au niveau de sa circonférence extérieure une vitesse circonférentielle de 2,0 à 4,0 m/sec, de préférence de 2,2 à 3,0 m/sec. 15
9. Procédé selon la revendication 1 **caractérisé en ce**
que l'ensemble constitué par les corps de broyage (17) est réglé jusqu'à une hauteur (h13) s'arrêtant au maximum à 0,3h13 au dessus du bord inférieur (18) de la sortie du produit de broyage (11). 20
10. Tour de broyage par friction qui présente 25
- un conteneur de broyage (1) vertical, fermé,
 - un transporteur à vis (2), disposé au centre du conteneur de broyage (1), comprenant 30
 - un arbre d'entraînement (4) avec un axe central (3) et
 - au moins un filet de vis (5), rapporté sur l'arbre d'entraînement (4), s'étendant au-delà d'une hauteur (hs) jusqu'à une extrémité supérieure (6), ne recouvrant la section transversale du conteneur de broyage (1) que partiellement, 35
 - un ensemble constitué de corps de broyage (17) comportant une surface supérieure (39), 40
 - une entrée de produit de broyage (19) débouchant dans le conteneur de broyage (1) au dessus de l'ensemble constitué des corps de broyage (17), 45
 - une entrée de gaz (24, 24', 24'') débouchant dans le conteneur de broyage (1) pour l'introduction de gaz, 50
 - une sortie de produit de broyage (11) débouchant du conteneur de broyage (1), présentant un bord inférieur (18) et une hauteur (h13), pour l'évacuation du produit de broyage (22) et du gaz, et 55
 - un moteur (7) pour l'entraînement du transporteur à vis (2) dans une direction de rotation (8) dans laquelle au moins un filet de vis (5) trans-
- porte le corps de broyage (17) vers le haut, **caractérisée en ce**
- **que** la sortie de produit de broyage (11) présente une ouverture de sortie (13) comportant un tamis (14),
 - **que** l'extrémité supérieure (6) d'au moins un filet de vis (5) est disposée à la hauteur du tamis (14), et
 - **que** l'entrée de gaz (24, 24', 24'') est disposée au dessus de l'extrémité supérieure (6) d'au moins un filet de vis (5).
11. Tour de broyage par friction selon la revendication 10 **caractérisée en ce**
que l'entrée de gaz (24) est disposée au dessus de la sortie de produit de broyage (11).
12. Tour de broyage par friction selon la revendication 10 **caractérisée en ce**
que l'entrée de gaz (24') est disposée en face de la sortie de produit de broyage (11) et au dessus de l'entrée de produit de broyage (19).
13. Tour de broyage par friction selon la revendication 10 **caractérisée en ce**
que l'entrée de gaz (24'') débouche par le haut dans le conteneur de broyage (1).
14. Tour de broyage par friction selon l'une des revendications 10 à 13 **caractérisée en ce**
qu'un déflecteur de gaz (44) est prévu avant l'entrée de produit de broyage (19).
15. Tour de broyage par friction selon l'une des revendications 10 à 14 **caractérisée en ce**
que le tamis (14) est conçu comme un tamis à fente.

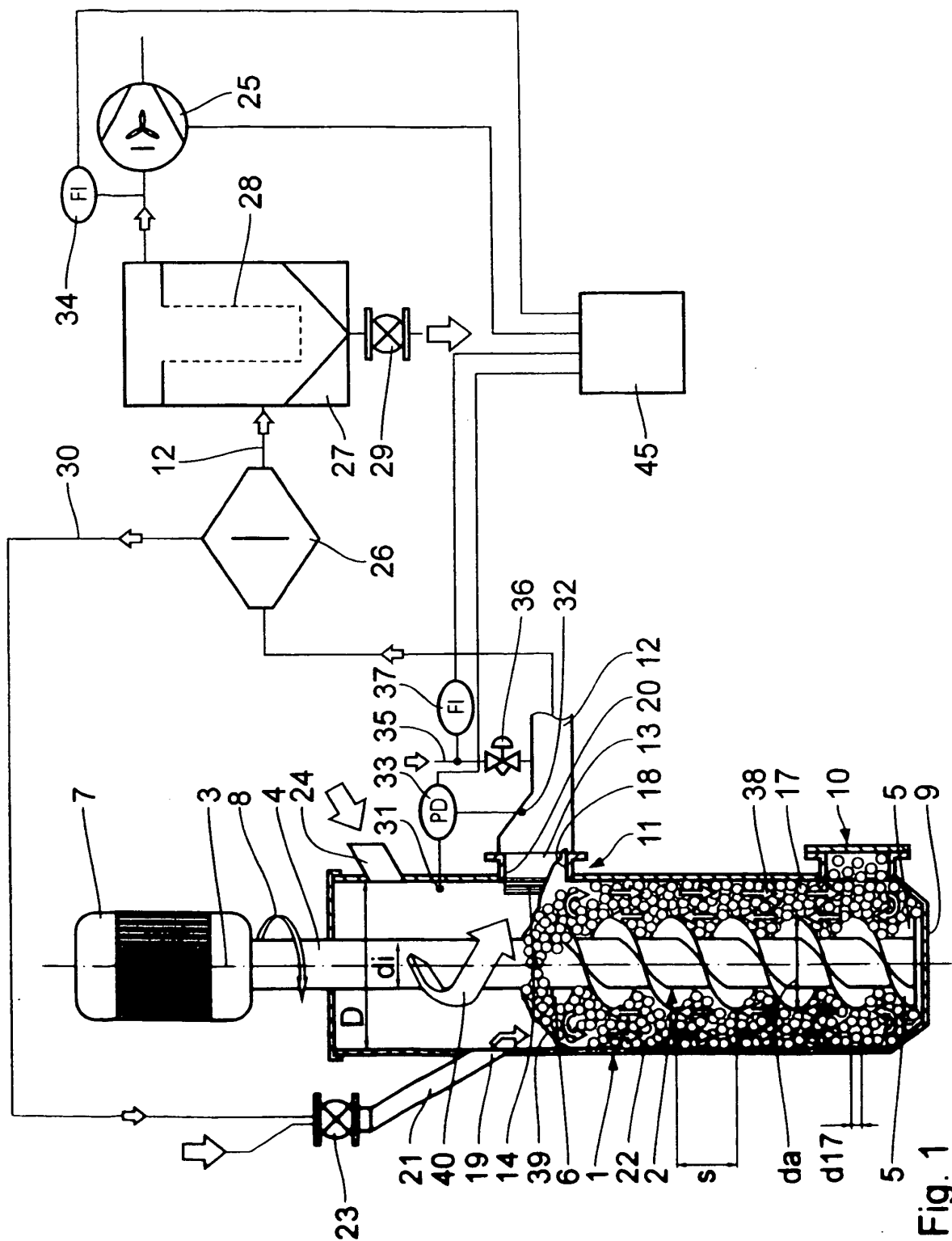


Fig. 1

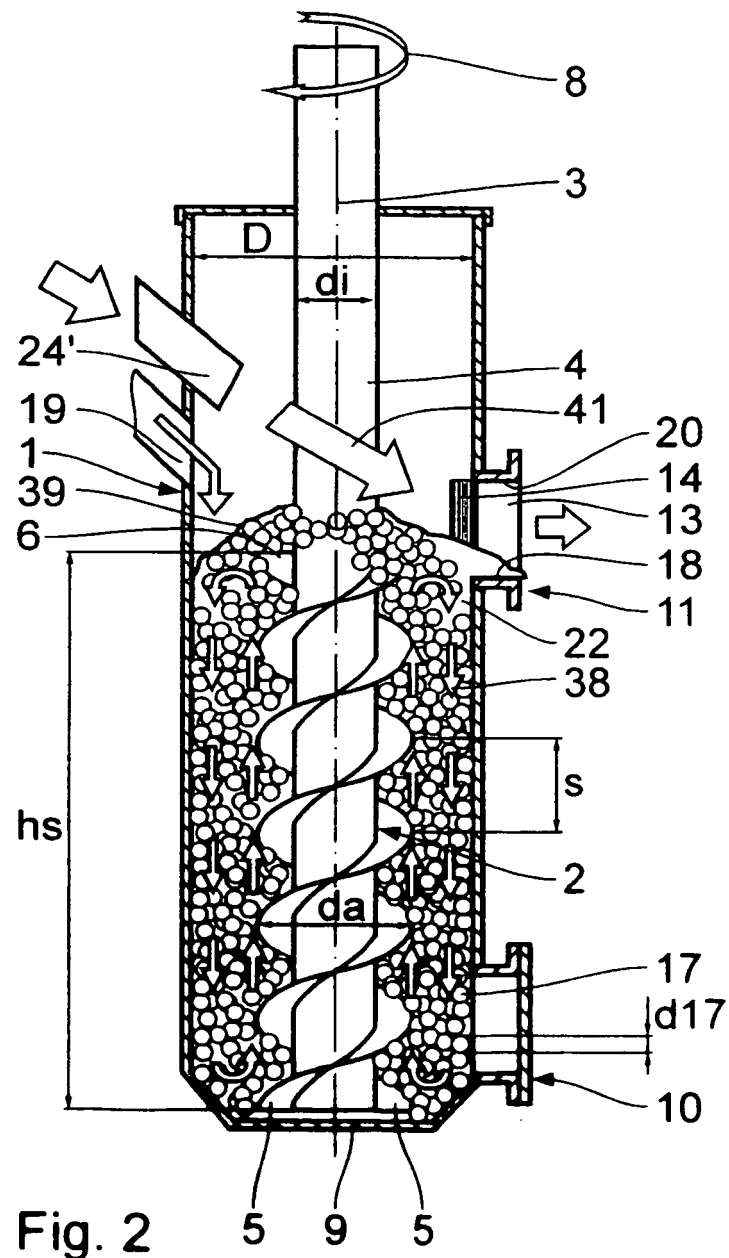


Fig. 2

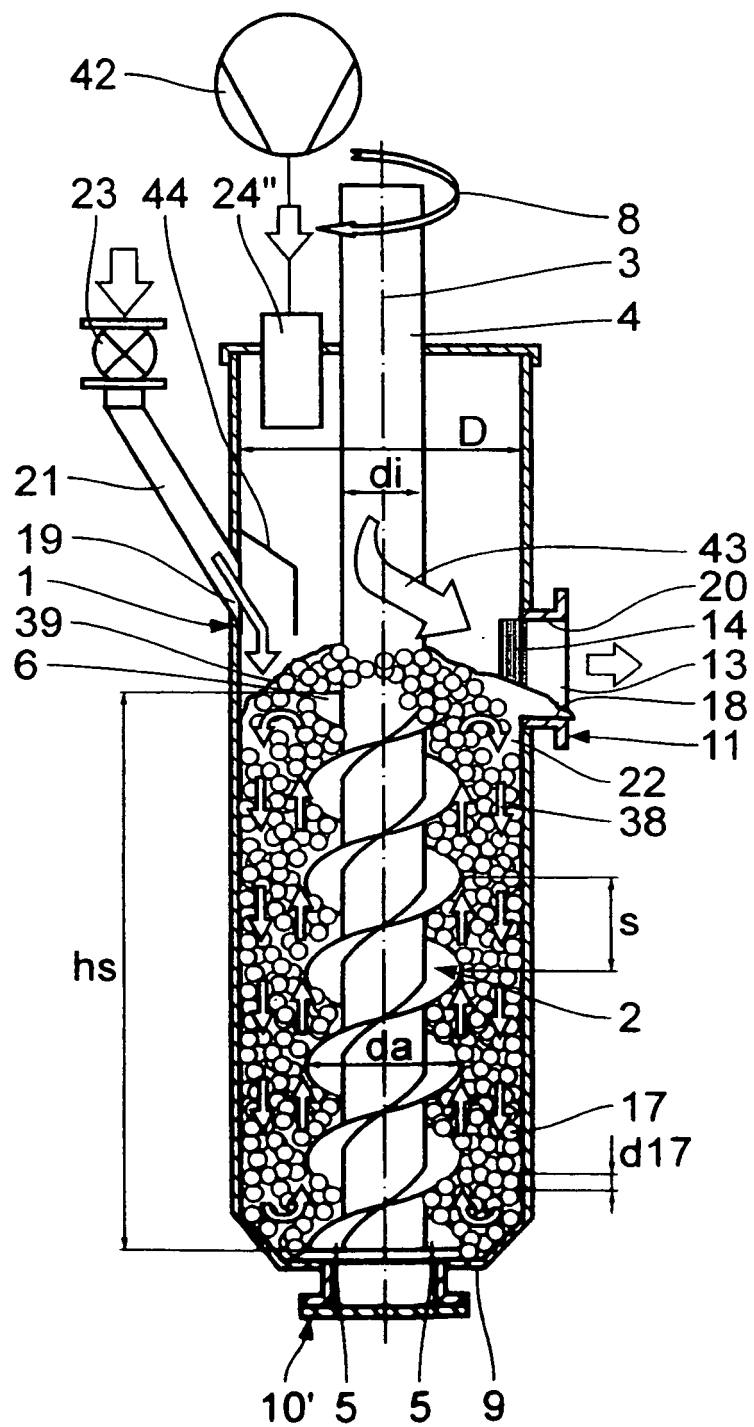


Fig. 3

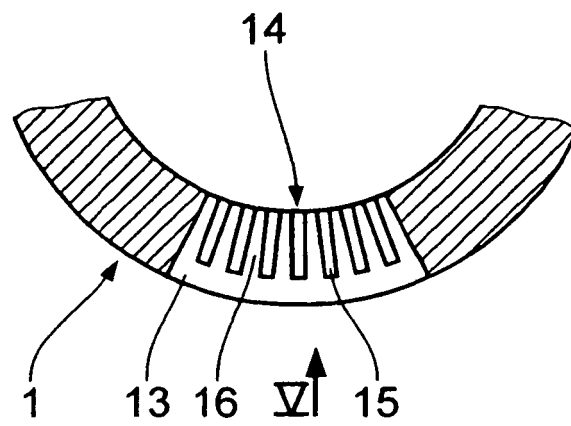


Fig. 4

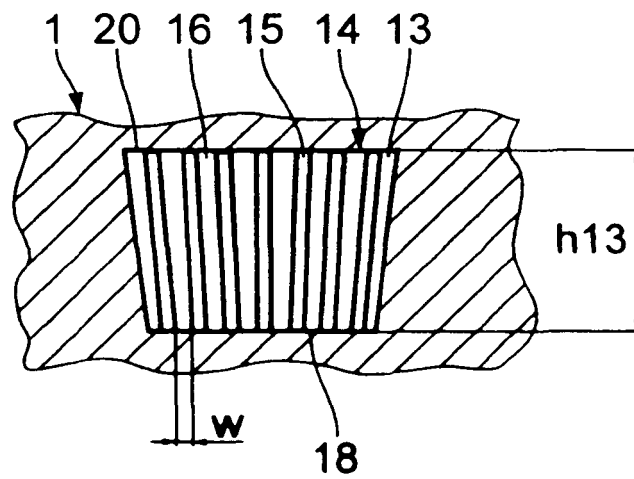


Fig. 5

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 PS4754934 A [0002]
- DE 4202101 A1 [0003]
- JP 2003181316 A [0003]
- JP 2005246204 A [0004]
- DD 268892 A1 [0005]
- DE 1507653 A1 [0006]
- DE 1242078 B [0007]