

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
03. Oktober 2024 (03.10.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2024/200024 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*B02C 17/16* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/056798

(22) Internationales Anmeldedatum:  
14. März 2024 (14.03.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
23165866.7 31. März 2023 (31.03.2023) EP

(71) Anmelder: **BÜHLER AG** [CH/CH]; Gupfenstrasse 5, 9240 Uzwil (CH).

(72) Erfinder: **STURM, Achim Philipp**; Waldeggstrasse 13, 9244 Niederuzwil (CH). **NATER, Eduard**; Im Obstgarten 20, 9526 Zuckenriet (CH). **KNEISL, Wendelin**; Neu-

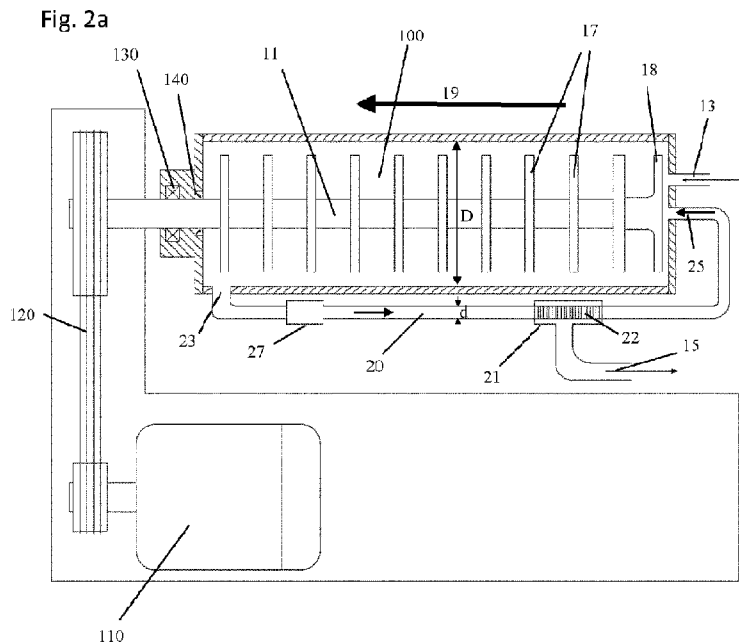
stadter Strasse 5, 68549 Ilvesheim (DE). **SCHMITT, Philipp**; Klappergasse 15, 55545 Bad Kreuznach (DE).

(74) **Anwalt: VOSSIUS & PARTNER PATENTANWÄLTE RECHTSANWÄLTE MBB**; Siebertstrasse 3, 81675 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

(54) Title: AGITATOR BEAD MILL WITH EXTERNAL MILLING MEDIA SEPARATION

(54) Bezeichnung: RÜHRWERKSKUGELMÜHLE MIT EXTERNER MAHLKÖRPERABTRENNUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to an agitator bead mill with external milling media separation. The agitator bead mill comprises a milling container having a milling chamber, a product inlet for introducing a milling product into the milling chamber, an agitator which is rotatably arranged in the milling chamber (100) and has milling elements, and a plurality of milling media arranged in the milling chamber. The present invention provides a milling media return channel having an inlet through which the milling media/milling product mixture arranged in the milling chamber during operation can enter the milling media return channel from the milling chamber, and an outlet through which the milling media/milling product mixture can be guided back into the milling chamber. In the milling media return channel, a tangential flow separator is arranged which has a separation apparatus for separating the milling media from the milling product, and a product outlet for discharging the milled product from the agitator mill downstream of the separation apparatus. Furthermore, an apparatus is arranged for exerting a pump action for supporting circulation of the milling media/milling product mixture through the milling media return channel.



WO 2024/200024 A1

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung stellt eine Rührwerkskugelmühle mit externer Mahlkörperabtrennung bereit. Die Rührwerkskugelmühle weist einen Mahlbehälter mit einem Mahlraum, einen Produkteintritt zum Einführen von Mahlgut in den Mahlraum, ein in dem Mahlraum (100) drehbar angeordnetes Rührwerk mit Mahlelementen und mehrere im Mahlraum angeordnete Mahlkörper auf. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ferner ein Mahlkörperückführkanal mit einem Eintritt, durch den das im Betrieb im Mahlraum angeordnete Mahlkörper-Mahlgut-Gemisch aus dem Mahlraum in den Mahlkörperückführkanal eintreten kann, und einem Austritt vorgesehen, durch den das Mahlkörper-Mahlgut-Gemisch zurück in den Mahlraum geführt wird. Im Mahlkörperückführkanal ist eine Tangentialflussabtrennung angeordnet, die eine Trenneinrichtung zum Abtrennen der Mahlkörper vom Mahlgut und einen Produktaustritt zum Ablauf des gemahlten Mahlguts aus der Rührwerksmühle nach der Trenneinrichtung aufweist. Ferner ist eine Einrichtung zum Ausüben einer Pumpwirkung zur Unterstützung einer Zirkulation des Mahlkörper-Mahlgut-Gemischs durch den Mahlkörperückführkanal angeordnet.

## 5 **Rührwerkskugelmühle mit externer Mahlkörperabtrennung**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine mit Mahlkörpern versehene Rührwerkskugelmühlemühle, insbesondere die Abtrennung der Mahlkörper aus dem  
10 Mahlgut.

Rührwerkskugelmühlen haben ein breites Anwendungsspektrum beim Vermahlen und Dispergieren von Feststoffen in Flüssigkeiten. Sie finden beispielsweise bei der Herstellung von Klebstoffen, Coatings, Druckfarben, Kosmetik, Pharmaka oder auch für die  
15 Rohstoffherstellung, (insbesondere Silizium) von Batteriepasten Anwendung. In einer solchen Mühle ist in einem Mahlbehälter die durch eine Mahlrauminnenwand begrenzte, in der Regel zylinderförmige Prozess- bzw. Dispergierzone, im Folgenden auch allgemein Mahlraum genannt, gebildet. Durch diesen Mahlraum erstreckt sich entlang dessen Mittele  
Längsachse eine um ihre Achse rotierbare Rührwelle, an der mehrere Mahlelemente,  
20 insbesondere Mahlscheiben oder Mahlstifte angebracht sind. Mahlgut wird durch eine Mahlgut-Zuführung in den Mahlraum eingebracht und durch die Rotation der Mahlelemente in der Regel unter der Wirkung von in dem Mahlraum angeordnete Mahlkörpern bzw. Mahlhilfsköpern, beispielsweise Keramikkugeln vermahlen und nach der Bearbeitung durch eine Mahlgut-Abführung dem Mahlraum entnommen. Rührwerkskugelmühlen sind  
25 beispielsweise aus der EP 1 992 412 B1 oder EP 2 178 642 B1 bekannt.

Rührwerkskugelmühlen gibt es in unterschiedlichen Bauformen, beispielsweise ausgeführt als Vollraummühle mit Mahlscheiben auf dem Rührwerk oder als Ringspalt Hochleistungsmühle mit Mahlelementen am Rotor und Stator. Um sehr kleine, aber  
30 kostspielige Mahlkörper effizient zu nutzen, empfiehlt sich eine Hochleistungsmühle mit einem Leistungseintrag grösser 2 kW / Liter Mahlraumvolumen.

Die Pumpwirkung kann im Mahlraum integriert sein und von auf der Rotorwelle angebrachten, druckaufbauenden Elementen erzeugt werden, allenfalls in Wechselwirkung

mit am Mahlbehälter angebrachten statischen Elementen. Druckaufbauende drehende Elemente sind beispielsweise fördernde Mahlscheiben, eine Förderschnecke, ein Zentrifugalpumpenrad oder ein Seitenkanalpumpenrad, wobei die Geometrie des statischen Mahlbehälters als Pumpengehäuse oder Fördertrog wirken kann.

5

Fig. 1 zeigt beispielhaft eine Rührwerkskugelmühle mit Mahlscheiben 17, die an einer Rührwelle 11 in einem Mahlraum 100 angeordnet sind. Die Rührwelle 11 wird durch einen Motor 110 über einen Riemenantrieb 120 in Rotation versetzt. Fig. 1 zeigt ferner eine Lagerung 130 für die Rührwelle 11, sowie eine Dichtung 140 zum Abdichten des Mahlraums 100. Durch die Zuführung 13 wird das Mahlgut in den Mahlraum 100 eingebracht, das Produkt wird nach dem Bearbeiten durch die Abführung 15 aus dem Mahlraum entfernt. Die Produktflussrichtung innerhalb des Mahlraums 100 ist durch den Pfeil 19' gekennzeichnet.

Die Abtrennung der Mahlkörper kann durch einen dynamischen Trennsplatt oder einen Siebkörper, beispielsweise ein Zentralsieb oder ein Stecksieb erfolgen, das am Produktaustritt der Prozesszone, also innerhalb des Mahlraums angeordnet ist. Gemäß der Darstellung in Fig. 1 ist als Teil des Rotors ein Deflektorkorb 31 vorgesehen, der um das Sieb 32 rotiert, um die Mahlkörper und das Grobkorn, also unerwünschte Partikel oder noch unvermahlene Mahlgut, von der Sieboberfläche wegzuschleudern. Allerdings ist der Deflektorkorb 31 bevorzugt aus Stahl gefertigt und daher relativ schwer. Da der Rotor in der Regel nur einseitig, also fliegend über die Lagerung 130 gelagert ist, ist der Korb 31 bei horizontal angeordneten Rotoren, wie in Fig. 1 gezeigt, an einer ungünstigen Position, nämlich ganz am anderen Wellenende, platziert. Bei vertikaler Rotoranordnung ist zwar mit keiner Durchbiegung der Welle zu rechnen, jedoch ist auch dort die Ausführung des Deflektorkorbs relativ aufwendig und kostenintensiv. Die Mahlkörperabtrennung ist ferner für die Reinigung nur schwer zugänglich. Das Leeren und Öffnen der Prozesszone ist unumgänglich.

Es wurden bereits Versuche unternommen, diesem Problem dadurch zu begegnen, die Mahlkörperabtrennung außerhalb der Prozesszone durchzuführen. So führt gemäß DE4432200C1 eine Mahlgut-Mahlkörper-Abführleitung von der Rührwerksmühle zu einer von dieser gesondert angeordneten Mahlgut-Mahlkörper-Trenneinrichtung 24 mit einem

30

Zylindersieb als Mahlkörper-Rückhalteeinrichtung. Obwohl hierdurch der zusätzliche Platzbedarf durch die Mahlkörperabtrennung entfällt, kann es zu einem Problem hinsichtlich der Aufkonzentration der Mahlkörper vor der Trenneinrichtung kommen.

- 5 Durch eine solche, sogenannte Dead-End-Filtration, wie in Fig. 1 gezeigt, besteht nämlich die Gefahr, dass durch den Produktfluss eine Aufkonzentration der Mahlkörper verursacht wird, die den Fluss am Produktaustritt stören kann. Eine Mahlkörperabtrennung unterliegt mechanischem Verschleiß durch die Mahlkörper und es muss, neben dem zusätzlichen Platzbedarf, bei Wartungsarbeiten, verursacht beispielsweise durch ein verstopftes oder
- 10 verschmutztes Sieb an der Mahlkörperabtrennung, die gesamte Prozesszone geleert werden. Im Betrieb führen also insbesondere hohe Produktdurchsätze oder hohe Produktviskositäten zur Aufkonzentration der Mahlkörper vor der Mahlkörperabtrennung und es können teilweise die Mahlkörper nicht mehr von dem Trennsystem, beispielsweise dem Sieb oder einem Reibspalt, ferngehalten werden. Dies kann zu hohen
- 15 Produkttemperaturen, hohem Druck in der Prozesszone, erhöhtem Verschleiß an den Mahlkörpern, Rotor und Stator der Mühle, und manchmal bis zur Verstopfung der Mahlkörperabtrennung führen. Das hat einen Produktionsunterbruch zur Folge.

Die Mahlkörperabtrennung kann also den Produktdurchsatz limitieren, oder sogar einen

20 ganzen Prozess zum Erliegen bringen. Vor allem beim Einsatz von Kleinstmahlkörpern  $\leq 0.3$  mm Durchmesser in Kombination mit hohen Produktviskositäten kommt es bei einer klassischen Mahlkörperabtrennung, durch Dead-End Filtration oft zum Zusetzen, also zur Verstopfung oder Blockade.

- 25 Weitere Rührwerksmühlen mit Mahlkörperabtrennung sind aus der DE 35 36 918 A1 und der DE 44 32 200 C1 bekannt.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Abtrennung der Mahlkörper in einer Rührwerkskugelmühle zu verbessern und insbesondere effizienter zu lösen. Ferner sollen die

30 oben genannten Probleme gelöst werden.

Diese Aufgabe wird durch die in den Patentansprüchen definierte Erfindung gelöst.

Die Erfindung stellt insbesondere eine Rührwerkskugelmühle mit externer Mahlkörperrückführung bereit, bei der die Mahlkörperabtrennung durch eine Tangentialflussabtrennung mittels einem in einem Mahlkörperrückführkanal angeordnetem Siebkörper durchgeführt wird. Die Zirkulation des Mahlguts durch den Mahlkörperrückführkanal wird durch eine Pumpeinrichtung unterstützt.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird somit eine Rührwerkskugelmühle mit externer Mahlkörperabtrennung bereitgestellt. Die Rührwerkskugelmühle weist einen Mahlbehälter mit einem Mahlraum, einen Produkteintritt zum Einführen von Mahlgut in den Mahlraum, ein in dem Mahlraum drehbar angeordnetes Rührwerk mit Mahlelementen und mehrere im Mahlraum angeordnete Mahlkörper auf. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ferner ein Mahlkörperrückführkanal mit einem Eintritt, durch den das im Betrieb im Mahlraum angeordnete Mahlkörper-Mahlgut-Gemisch aus dem Mahlraum in den Mahlkörperrückführkanal eintreten kann, und einem Austritt vorgesehen, durch den das Mahlkörper-Mahlgut-Gemisch zurück in den Mahlraum geführt wird. Im Mahlkörperrückführkanal ist eine Tangentialflussabtrennung angeordnet, die eine Trenneinrichtung zum Abtrennen der Mahlkörper vom Mahlgut und einen Produktaustritt zum Ablauf des gemahlene Mahlguts aus der Rührwerksmühle nach der Trenneinrichtung aufweist. Ferner ist eine Einrichtung zum Ausüben einer Pumpwirkung zur Unterstützung einer Zirkulation des Mahlkörper-Mahlgut-Gemischs durch den Mahlkörperrückführkanal angeordnet.

Der Eintritt des Mahlkörperrückführkanals kann auf der dem Produkteintritt entgegengesetzten Seite des Mahlraums angeordnet sein. Weiterhin kann der Austritt des Mahlkörperrückführkanals auf der Seite des Produkteintritts angeordnet sein.

Die Einrichtung zum Ausüben einer Pumpwirkung kann eine im Mahlkörperrückführkanal vor oder nach der Tangentialflussabtrennung angeordnete Pumpe aufweisen.

30

Das Rührwerk kann eine Rührwelle aufweisen, wobei an der Rührwelle mehrere Mahlelemente, insbesondere Mahlscheiben oder Mahlstifte, in einem Abstand zueinander

abgeordnet sind. Die Einrichtung zum Ausüben einer Pumpwirkung kann zumindest eine Förderscheibe am Rührwerk aufweisen, die zur Unterstützung einer Strömung des Mahlkörper-Mahlgut-Gemischs in dem Mahlraum vom Produkteintritt in Richtung des Eintritts des Mahlkörperrückführkanals eingerichtet ist. Die Förderscheibe kann hierbei auf  
5 der Seite des Austritts und/oder auf der Seite des Eintritts des Mahlkörperrückführkanals angeordnet sein.

Die Länge der Trenneinrichtung beträgt bezogen auf deren Durchmesser 0,25 bis 10, vorzugsweise 0,4 bis 4.

10

Bevorzugt weist die Trenneinrichtung einen Siebkörper auf, wobei radial zum Siebkörper der Produktaustritt für das von den Mahlkörpern abgetrennte Mahlgut angeordnet ist.

Die Trenneinrichtung kann vibrations- bzw. ultraschallbeaufschlagt sein. Der Siebkörper kann  
15 auch eine Einrichtung zum Abreinigen des Siebkörpers zum Entfernen von Mahlkörpern und Grobkorn vom Siebkörper aufweisen. Auch kann die Einrichtung zum Abreinigen rotierend im Mahlkörperrückführkanal ausgebildet sein oder eine Hubbewegung ausführen. Handelsübliche Kantenspaltfilter weisen meistens einen Sumpfraum zur Sammlung der abzuscheidenden Partikel auf, dem Retentat. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein  
20 Kantenspaltfilter als Tangentialflussfilter eingesetzt werden, wobei die Austrittsleitung des Sumpfraums ständig offen bleibt und das Mahlkörper-Mahlgutgemisch zum Mahlraum zurückführt.

Der Eintritt des Mahlkörperrückführkanals kann bezüglich des Rührwerks radial innen im  
25 Mahlraum angeordnet sein. Dann fließt ein gering mit Mahlkörpern beladenes Mahlkörper-Mahlgut-Gemisch durch den Mahlkörperrückführkanal.

Der Mahlraum der Rührwerkskugelmühle kann gemäß einer Ausführungsform zylinderförmig mit einer vertikal ausgerichteten Mittel-Längs-Achse ausgebildet sein. Dann  
30 können der Produkteintritt und der Austritt des Mahlkörperrückführkanals oben und der Eintritt des Mahlkörperrückführkanals unten im Mahlraum angeordnet sein. Alternativ

können der Produkteintritt und der Austritt des Mahlkörperrückführkanals unten und der Eintritt des Mahlkörperrückführkanals oben im Mahlraum angeordnet sein.

Die Erfindung kann besonders vorteilhaft eingesetzt werden, wenn die Mahlkörper einen Durchmesser von höchstens 0,3 mm aufweisen, bevorzugt einen Durchmesser von höchstens 0,15 mm aufweisen und noch vorteilhafter einen Durchmesser von höchstens 0,075 mm aufweisen.

Zwei oder mehrere Tangentialflussabtrennungen können in paralleler oder serieller Funktionsanordnung im Mahlkörperrückführkanal angeordnet sein und gleichzeitig oder abwechslungsweise in Anwendung sein.

Das Verhältnis des Innendurchmessers des Mahlraums zum Durchmesser des Mahlkörperrückführkanals beträgt vorzugsweise zwischen 5 und 30, insbesondere zwischen 6 und 15.

Die Geschwindigkeit des Mahlkörper-Mahlgut-Gemischs im Mahlkörperrückführkanal soll vorzugsweise mindestens 2m/s betragen.

Durch die Erfindung wird ferner ein Kanalstück zum Einsatz als Mahlkörperrückführkanal zur Mahlkörperabtrennung in einer Rührwerkskugelmühle bereitgestellt. Das Kanalstück weist einen Eintrittsanschluss und einem Austrittsanschluss auf, die zum Anschluss an den Mahlraum der Rührwerkskugelmühle eingerichtet sind. Ferner ist im Kanalstück eine Tangentialflussabtrennung mit einem Produktaustritt, der zum Ablauf des gemahlene Mahlguts aus der Rührwerkskugelmühle konfiguriert ist, angeordnet. Dieses Kanalstück kann zum Nachrüsten einer bestehenden Rührwerkskugelmühle eingesetzt werden.

Die gemäß der vorliegenden Erfindung verwendete Tangentialflussabtrennung, auch Tangentialflussfiltration, Querstrom- oder Cross-Flow-Filtration genannt, ist eine Methode zum Filtrieren und wird üblicherweise zur Abtrennung von Grobkorn oder Fremdstoffen aus Suspensionen verwendet. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Tangentialflussabtrennung zur Abtrennung der Mahlkörper vom Mahlgut verwendet.

Die Mahlkörperabtrennung gemäß der vorliegenden Erfindung befindet sich ferner außerhalb und damit räumlich getrennt vom Mahlraum. Sie ist keinem starken, mechanischen Verschleiß ausgesetzt und kann bei gefüllter Mühle kontrolliert gereinigt und getauscht werden. Bei dem Einsatz zweier oder mehrerer, parallel angeordneter Mahlkörperabtrennungen, beispielsweise mittels Parallelsieb mit Verzweigungen und optionalen Ventilen in der Rohrleitung, kann bei laufender Maschine eines der Siebe gewartet werden, während das andere im Einsatz ist. Grundsätzlich können die Mahlkörperabtrennungen auch nacheinander in Serie angeordnet sein.

10

Die Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher erläutert, wobei

Figur 1 eine herkömmliche Rührwerkskugelmühle,

Figuren 2a bis 2e Ausführungsformen einer Rührwerkskugelmühle gemäß der vorliegenden

15 Erfindung und

Figuren 3a und 3b verschiedene Ausführungsformen einer Tangentialflussabtrennung zur Verwendung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigen.

Im Folgenden wird die Erfindung beispielhaft anhand einer horizontal angeordneten Rührwerkskugelmühle mit mehreren Mahlscheiben erläutert. Die Erfindung ist aber genauso auf Rührwerkskugelmühlen eines anderen Typs anwendbar, beispielsweise auf eine vertikal angeordnete Rührwerkskugelmühle, in der der Mahlraum durch einen, sich um eine vertikal ausgerichtete Mittel-Längs-Achse drehenden Rotor und einen Stator gebildet wird, in dem unter Einsatz der Mahlkörpern Dispersionen hergestellt werden. Hierfür können am Rotor und/oder am Stator Mahlelemente, beispielsweise in Form runder Stifte, angebracht sein.

25

Durch die vorliegende Erfindung wird eine Rührwerkskugelmühle mit externer Mahlkörperückführung und integrierter Mahlkörperabtrennung mittels Tangentialflussabtrennung mit einer Trenneinrichtung, beispielsweise einem Siebkörper oder einem Reibspalt oder mehreren Reibspalte bereitgestellt. Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Mühle sind in den Figuren 2a bis 2e gezeigt, die sich jeweils lediglich in der Anordnung der Tangentialflussabtrennung unterscheiden. Bezogen auf das

30

Mahlraumvolumen (also das Behältervolumen ohne Rührwerk) können Rührwerkskugelmühle zu 50% bis zu 100% mit Mahlkörpern gefüllt sein.

Um einen Fluss des zu vermahlenden Produkts mit den Mahlkörpern durch die  
5 Mahlkörperrückführung zu gewährleisten, kann der Eintritt in die Mahlkörperrückführung auf der entgegengesetzten Mahlraumseite liegen wie deren Austritt. Der Eintritt befindet sich bevorzugt nahe der Statorwand oder, wie in Fig. 2a gezeigt, in der Statorwand, jedenfalls in einem zentrumsfernen Bereich. Dies ist der Bereich örtlichen Überdrucks. Der Austritt der Mahlkörperrückführung mündet vorzugsweise stirnseitig in Zentrumsnähe des  
10 produkteintrittsseitigen Mahlraums, also in einem Mahlraum-Bereich örtlichen Unterdruckes. Vorzugsweise beträgt die Druckdifferenz zwischen dem Ein- und Austritt im Mahlkörperrückführkanal 0,3 bis 3 bar. So kann ein gleichmäßiger und stabiler Umlauf der Mahlkörper zur Erzielung eines hohen Mahlgutdurchsatzes bei gleichzeitigem, entlang der gesamten Prozesszone, gleichmäßigem Leistungseintrag erreicht werden. Zusätzlich ist eine  
15 Einrichtung zum Ausüben einer Pumpwirkung zur Unterstützung einer Zirkulation des Mahlkörper-Mahlgut-Gemischs durch die Mahlkörperrückführung vorgesehen. Die Durchflussmenge durch den Mahlkörperrückführkanal sollte mindestens 50 l/min, besser mehr als 100 l/min betragen. Bezogen auf den Durchmesser des Mahlkörperrückführkanal kann die Durchflussmenge beispielsweise zwischen 0,9 und 20 l/(min\*mm) betragen, also  
20 beispielsweise 115 l/min durch einen Mahlkörperrückführkanal von 35 mm ergibt 3,3 l/(min\*mm). Die Durchflussmenge durch den Mahlkörperrückführkanal zum realen Rezirkulationsdurchsatz der Rührwerkskugelmühle beträgt bevorzugt zwischen 3 und 150.

In der in Fig. 2a gezeigten Mühle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung  
25 ist ein Mahlraum 100 in üblicher Weise durch einen Mahlbehälter gebildet. Im Mahlraum ist drehbar ein Rührwerk 11 angeordnet, das mehrere Mahlscheiben 17 aufweist, die parallel zueinander angeordnet sind. Das Mahlgut wird durch den Produkteintritt 13 in den Mahlraum 100 eingeführt und unter Wirkung von Mahlkörpern bzw. Mahlkörpern dispergiert. Aufgrund des in der Zeichnung stirnseitig rechts angeordneten Produkteintritts  
30 13 und dem links am äußeren Umfang des Mahlbehälters angeordneten Eintritt 23 in einen Mahlkörperrückführkanal 20, der zum Produktaustritt 15 führt, ergibt sich eine Produktflussrichtung innerhalb des Mahlraums, die durch den Pfeil 19 gezeigt ist.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist der Mahlkörperrückführkanal 20 vorgesehen, durch den im Betrieb das Gemisch aus Mahlkörpern und Mahlgut fließen kann. Dies wird durch eine Einrichtung zur Ausübung einer Pumpwirkung unterstützt, die beispielsweise in Form einer Pumpe 27 im Mahlkörperrückführkanal 20 vorgesehen sein kann. Alternativ kann auch zumindest eine der Mahlscheiben 17 als Förderscheibe 18 ausgebildet sein, die das Mahlgut in Richtung der Mahlflussrichtung 19 bewegt. Dies ist vorzugsweise die dem Eintritt 23 des Mahlkörperrückführkanals 20 nächstliegende Mahlscheibe. Dies kann aber alternativ auch – wie in Fig 2 gezeigt – die erste Mahlscheibe zum Austritt 25 sein oder sowohl am Eintritt 23 als auch am Austritt 25, also mindestens zwei Förderscheiben. Die Flussgeschwindigkeit im Mahlkörperrückführkanal sollte mindestens 2m/s betragen. Der Mahlkörperrückführkanal 20 mündet am entgegengesetzten Ende des Mahlraums 100, vorzugsweise mittig in der Nähe der Längs-Achse des Mahlraums 100 wieder in den Mahlraum 100. Gemäß der gezeigten Ausführungsform ist der Austritt 25 des Mahlkörperrückführkanals 20 auf der gleichen Seite wie der Eintritt 13 für das Produkt angeordnet.

Um einen ausreichenden Fluss durch den Mahlkörperrückführkanal zu ermöglichen und dabei eine effiziente Abfuhr des gemahlten Mahlguts sicherzustellen, beträgt das Verhältnis von Innendurchmesser  $D$  des Mahlraums zum Durchmesser  $d$  des Mahlkörperrückführkanals vorzugsweise zwischen 5 und 30, insbesondere zwischen 6 und 20.

Um das vermahlene Produkt abzuleiten und dabei von den Mahlkörpern zu trennen, ist im Mahlkörperrückführkanal 20 eine Mahlkörperabtrennung vorgesehen, die erfindungsgemäß als Tangentialflussabtrennung 21 in Form eines Tangentialflussfilters ausgebildet ist. Hier fließt das Mahlkörper-Mahlgut-Gemisch an einem Siebkörper 22 entlang vorbei und nur ein Teil des fertig gemahlten Mahlguts wird durch den Siebkörper 22 zu einem Produktaustritt 15 für das von den Mahlkörpern abgetrennte Mahlgut geführt und so von den Mahlkörpern abgetrennt. Durch diese Anordnung kann es nicht zu einer Aufkonzentration der Mahlkörper gegen ein Sieb am Ende der Prozesszone kommen, wo diese verpresst und schlussendlich an der Sieboberfläche mittels eines Rotorkorbs weggeführt werden müssen, wie im Stand der Technik. Vielmehr müssen die Mahlkörper zusammen mit einem Teil des Mahlguts die

gesamten Sieblänge entlang fließen, um wieder in den Mahlraum 100 einzutreten und dort das Mahlgut weiter zu dispergieren. Der erzwungene Mahlkörperfluss entlang der gesamten Sieblänge bzw. entlang der gesamten Sieboberfläche verhindert dort die Ablagerung von Mahlkörpern und Produktgrobkorn, also der noch nicht ausreichend vermahlene Anteil des Produkts.

Die Strömungsgeschwindigkeit des Mahlgut-Mahlkörpergemisches ist idealerweise hoch und die Strömungsform ist idealerweise turbulent. Somit kann das Mahlgut-Mahlkörpergemisch die gesamte Sieboberfläche überströmen und reinigen. Das Freihalten der Sieboberfläche geschieht hier durch die bereits vorhandenen Produktströmungskräfte. Ein energieraubendes Wegschleudern bzw. Umlenken der Mahlkörper mittels Deflektorkäfig entfällt. Dies kann insbesondere durch die oben erwähnte Flussgeschwindigkeit von beispielsweise mindestens 2m/s erreicht werden. Zusätzlich kann, bei Bedarf, eine Reinigung der Abtrennungsoberfläche mit reiner Flüssigkeit durchgeführt werden.

15

Die Art des Trennelements 22 der Tangentialflussabtrennung 21 kann beispielsweise als Drahtwickelsieb, Schlitzfolie auf einem Stützkörper, Maschenfiltergewebe oder Membran gewählt werden. Auch die Anordnung von mehreren modularen Siebpatronen in der Mahlkörperückführung ist möglich. Grundsätzlich kann es sich beim Trennelement auch um mindestens einen dynamischen Trennspace handeln.

20

Die Größe der verwendeten Mahlkörper fällt üblicherweise in einen Bereich zwischen 0,03 mm und 3,0 mm. Gerade beim Einsatz von Kleinstmahlkörpern mit einem Durchmesser von höchstens 0,3 mm in Kombination mit hohen Produktviskositäten kommt es bei einer im Stand der Technik üblicherweise verwendeten Dead-End-Filtration oft zum Verstopfen und Blockieren der Mahlkörperabtrennung. Da diese im Stand der Technik üblicherweise im Mahlraum vorgesehen ist, ist diese für die Reinigung nur schwer zugänglich, sodass das Leeren und Öffnen des Mahlraums notwendig sind.

25

Dem gegenüber ist die Mahlkörperabtrennung gemäß der vorliegenden Erfindung leicht zugänglich und kann im Fall einer notwendigen Wartung oder Reinigung, die durch die erfindungsgemäß eingesetzte Tangentialabtrennung weit seltener notwendig ist, leicht

30

erreicht werden.

Um die Abtrennung weiter zu verbessern kann erfindungsgemäß die Mahlkörperabtrennung zusätzlich vibrations- bzw. ultraschallbeaufschlagt sein. Zusätzlich oder alternativ kann der  
5 Siebkörper innerhalb der Mahlkörperrückführung auch rotierend ausgeführt sein. In diesem Fall kann der Siebkörper während des Betriebes rotieren, jedoch ist dies nicht notwendig. Insbesondere beim Abreinigen muss der Siebkörper nicht rotieren. Zusätzlich kann die Mahlkörperabtrennung mit einer Vorrichtung zum Abreinigen des Filters versehen sein, wobei beispielsweise ein Schabblech entlang des rohrförmigen Siebs 22 schabt und somit  
10 Fremdkörper, Verunreinigungen, Mahlkörper oder auch Grobkorn des Mahlguts entfernt werden.

Eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Rührwerkskugelmühle ist in Fig. 2b gezeigt. Diese unterscheidet sich von der Ausführungsform in Fig. 2a lediglich dadurch, dass,  
15 wie oben bereits beschreiben, beispielhaft zwei Tangentialflussabtrennungen 21a und 21b im Mahlkörperrückführkanal 20 angeordnet sind. Entsprechend sind nur diese Elemente in der Fig. 2b, wie auch den Figuren 2c und 2d, mit Bezugszeichen versehen, die übrigen Elemente entsprechen denen der Fig. 2a.

20 Die beiden Tangentialflussabtrennungen 21a und 21b sind entsprechend der Tangentialflussabtrennung 21 der Fig. 2a aufgebaut und weisen entsprechend jeweils ein Trennelement 22a, 22b, insbesondere ein Sieb, und einen Produktaustritt 15a, 15b auf. Die Tangentialflussabtrennungen 21a und 21b sind in Kanälen 201, 202 angeordnet, die mittels geeigneter Ventile 203 von Mahlkörperrückführkanal 20 abzweigen. Durch das Bereitstellen  
25 zweier, parallel angeordneter Tangentialflussabtrennungen 21a und 21b kann bei laufender Maschine eine der Tangentialflussabtrennungen 21a und 21b gewartet werden, während die andere im Einsatz ist.

Eine weitere Ausführungsform ist in Fig. 2c dargestellt. Hier ist die  
30 Tangentialflussabtrennung 21 im Mahlkörperrückführkanal 20 unmittelbar vor dem Austritt des Mahlkörperrückführkanals angeordnet. Generell ist es vorteilhaft, die Trenneinrichtung 22 nahe der Produktzugabestelle 13 anzuordnen, um die Strecke mit der

Aufkonzentration der Mahlkörper, also den Bereich mit reduziertem Flüssigkeitsgehalt, möglichst zu minimieren. Dies wird durch eine austrittsnahe Anordnung der Abtrennung 21 weiter verbessert.

5 Ferner zeigt die Fig. 2d eine Ausführungsform, in der der Austritt 25 des Mahlkörperückführkanals 20 in den Produkteintritt 13 integriert ist. Die kann durch ein T-Stück 205 verwirklicht sein, das die Kanäle des Austritts 25 und des Produkteintritts 13 zusammenführt. Dies darf allerdings im Mahlkörperückführkanal 20 erst hinter der Abtrennung 21 erfolgen, so dass kein frisch zugeführtes Produkt durch die Abtrennung 21  
10 geführt wird. Somit kann eine weitere Vereinfachung des Aufbaus der Rührwerkskugelmühle erreicht werden, da lediglich ein einziger Zugang in den Mahlraum vorgesehen werden muss.

Schließlich ist in Fig. 2e eine Ausführungsform mit Aufbau gezeigt, der grundsätzlich dem in Fig. 2d gezeigten entspricht. Allerdings wird hier der erfindungsgemäße  
15 Mahlkörperückführkanal 20 in einer vertikal angeordneten Hochleistungs-Rührwerksmühle verwendet. Auch in der in Fig. 2e gezeigten Ausführungsform ist der Austritt 25 des Mahlkörperückführkanals 20 in den Produkteintritt 13 integriert, was wieder durch ein T-Stück 205 verwirklicht ist. Auch hier darf aber die Zusammenführung mittels T-Stück im Mahlkörperückführkanal 20 wieder erst hinter der Abtrennung 21 erfolgen, so dass kein  
20 frisch zugeführtes Produkt durch die Abtrennung 21 geführt wird. Alternativ kann auch bei Verwendung einer vertikal angeordneten Rührwerksmühle der Produkteintritt von oben in den Mahlraum erfolgen. In diesem Fall würde sich entsprechend auch die Produkt-Mahlkörper-Flussrichtung im Mahlkörperkanal 20 umkehren.

25 Die Figuren 3a und 3b zeigen detailliert mögliche Ausführungsformen der erfindungsgemäß eingesetzten Tangentialflussabtrennung 21. Fig. 3a zeigt die auch in den Figuren 2a bis 2e dargestellte Ausführung, wobei in der Figur das Mahlgut-Mahlkörper-Gemisch von oben in die Tangentialflussabtrennung 21 eintritt und das bearbeitete Produkt durch das Trennelement in Form eines zylindrischen Siebs 22 zum Produktaustritt 15 geführt wird, das  
30 Produkt also von innen nach außen durch das Sieb 22 tritt. Ein Teil des zu bearbeiteten Mahlguts gelangt entlang des Siebs 22 zusammen mit den Mahlkörpern 50 wieder zurück in den Mahlraum. Alternativ kann, wie in Fig. 3b gezeigt, das Mahlgut von rechts zu einem Sieb

22' geführt werden, wobei hier ein Teil des fertigt bearbeiteten Mahlguts durch das Sieb 22' (von außen nach innen) tritt und zum Produktaustritt 15 geführt wird. Der übrige Teil des Mahlguts wird zusammen mit den Mahlkörpern 50 am Sieb 22' vorbei wieder zurück in den Mahlraum geführt.

5

Die Länge des Siebs 22 bzw. der Trenneinrichtung bezogen auf den Durchmesser des Trennelements beträgt vorzugsweise mindestens 0,25 und höchstens 10, besonders bevorzugt 0,4 bis 4.

10 Gegenüber dem Stand der Technik kommt es mit der vorliegenden Erfindung zu einer deutlich reduzierten Mahlkörperverpressung. Es kann ein einfaches, preiswertes und zerlegbares Sieb verwendet werden, bei dem die Länge, der Durchmesser und die Art des Trennelements frei gewählt werden können. Auch sind keine teuren Werkstoffe notwendig und der im Stand der Technik üblicherweise verwendete Deflektorkorb entfällt.

15

Um die Wirkung des erfindungsgemäßen Mahlkörperückführkanals zu zeigen, wurden Vergleichsversuche durchgeführt, bei denen ein erfindungsgemäßer Aufbau mit Mahlkörperückführung mit einer Tangentialflussabtrennung, ähnlich wie in Fig. 2a gezeigt, und eine herkömmliche Dead-End-Abtrennung mittels Deflektorkorb, also im Wesentlichen  
20 wie in Fig. 1 gezeigt, verglichen wurde. Hier wurde beispielhaft als Mahlgut Glaspulver in Wasser mit 38% Feststoffkonzentration verwendet. Nach einer Versuchsdauer von 5 Stunden konnte an der rohrförmigen Trennvorrichtung beim erfindungsgemäßen Aufbau keinerlei Verschleiß festgestellt werden und die Trennvorrichtung war komplett sauber. Bei dem Vergleichsaufbau mit Deflektorkorb war im Vergleich mit dem erfindungsgemäßen  
25 Aufbau eine um etwa 25% erhöhte Leistungsaufnahme und ein 3 bis 4fach erhöhter Druck zu beobachten, was zu deutlichen Vorteilen der erfindungsgemäßen Lösung im Hinblick auf Verschleiß und Belastung der Maschine führt.

In der anhand der Figuren 2a, b, c und d beschriebenen Ausführungsformen ist der Eintritt  
30 23 des Mahlkörperückführkanals 20 radial außen im Mahlraum 100 angeordnet. Da im Betrieb die Mahlkörper in diesem Bereich in einer höheren Konzentration vorhanden sind, wird hierdurch eine hochbeladene Mahlkörper-Mahlgut-Suspension in den

Mahlkörperrückführkanal 20 eingeleitet, also ein Gemisch, das relativ viele Mahlkörper enthält. Ist demgegenüber der Eintritt des Mahlkörperrückführkanals radial innen, also in Richtung der Rotorwelle angeordnet, wird eine niedrigbeladene Mahlkörper-Mahlgut-Suspension in den Mahlkörperrückführkanal eingeleitet, was die Mahlkörperabtrennung durch die Tangentialflussabtrennung effizienter machen könnte.

Die Mahlkörperrückführung gemäß der vorliegenden Erfindung kann auch nachträglich in eine bestehende Rührwerkskugelmühle eingebaut werden. Hierfür ist durch die Erfindung ferner ein Kanalstück bereitgestellt, das zum Einsatz als Mahlkörperrückführkanal in einer Rührwerkskugelmühle eingerichtet ist, wobei ein Ende des Kanalstücks als Eintrittanschluss in den Mahlraum der Rührwerkskugelmühle und das andere Ende als Austrittanschluss in den Mahlraum der Rührwerksmühle ausgeführt ist. In dem Kanalstück ist eine Tangentialflussabtrennung angeordnet, durch die die Mahlkörper von dem Mahlgut abgetrennt werden können.

## Patentansprüche

1. Rührwerkskugelmühle mit externer Mahlkörperabtrennung, wobei die Rührwerkskugelmühle aufweist:  
5 einen Mahlbehälter mit einem Mahlraum (100),  
einen Produkteintritt (13) zum Einführen von Mahlgut in den Mahlraum (100),  
ein in dem Mahlraum (100) drehbar angeordnetes Rührwerk (11) mit Mahlelementen,  
mehrere im Mahlraum (100) angeordnete Mahlkörper (50),  
einen Mahlkörperrückführkanal (20) mit  
10 einem Eintritt (23), durch den das im Betrieb im Mahlraum (100) angeordnete  
Mahlkörper-Mahlgut-Gemisch aus dem Mahlraum (100) in den  
Mahlkörperrückführkanal (20) eintreten kann, und  
einem Austritt (25), durch den das Mahlkörper-Mahlgut-Gemisch zurück in den  
Mahlraum (100) geführt wird,  
15 einer im Mahlkörperrückführkanal (20) angeordneten Tangentialflussabtrennung (21)  
mit einer Trenneinrichtung (22) zum Abtrennen der Mahlkörper vom Mahlgut und  
einem Produktaustritt (15) zum Ablauf des gemahlene Mahlguts aus der  
Rührwerksmühle nach der Trenneinrichtung (22) und  
einer Einrichtung zum Ausüben einer Pumpwirkung zur Unterstützung einer Zirkulation  
20 des Mahlkörper-Mahlgut-Gemischs durch den Mahlkörperrückführkanal (20).
2. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1, wobei der Eintritt (23) des  
Mahlkörperrückführkanals (20) auf der dem Produkteintritt (13) entgegengesetzten  
Seite des Mahlraums (100) angeordnet ist und/oder der Austritt (25) des  
25 Mahlkörperrückführkanals (20) auf der Seite des Produkteintritts (13) angeordnet ist.
3. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Einrichtung zum Ausüben  
einer Pumpwirkung zumindest eine Förderscheibe (18) am Rührwerk aufweist, die zur  
Unterstützung einer Strömung des Mahlkörper-Mahlgut-Gemischs in dem Mahlraum  
30 (100) vom Produkteintritt (13) in Richtung des Eintritts (23) des  
Mahlkörperrückführkanals (20) eingerichtet ist, wobei die Förderscheibe (18)

bevorzugt auf der Seite des Austritts (25) und/oder auf der Seite des Eintritts (23) des Mahlkörperückführkanals (20) angeordnet ist.

4. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung zum Ausüben einer Pumpwirkung eine im Mahlkörperückführkanal vor oder nach der Tangentialflussabtrennung (21) angeordnete Pumpe (27) aufweist.  
5
5. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Rührwerk eine Rührwelle aufweist, wobei an der Rührwelle mehrere Mahlelemente, insbesondere Mahlscheiben oder Mahlstifte, in einem Abstand zueinander angeordnet sind.  
10
6. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Trenneinrichtung vibrations- bzw. ultraschallbeaufschlagt ist.  
15
7. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Länge der Trenneinrichtung bezogen auf deren Durchmesser 0,25 bis 10, vorzugsweise 0,4 bis 4 beträgt.
- 20 8. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Trenneinrichtung einen Siebkörper (22) aufweist, wobei radial zum Siebkörper (22) der Produktaustritt (15) für das von den Mahlkörpern abgetrennte Mahlgut angeordnet ist.
9. Rührwerkskugelmühle nach Anspruche 8, wobei der Siebkörper (22) eine Einrichtung zum Abreinigen des Siebkörpers (22) zum Entfernen von Mahlkörpern und Grobkorn vom Siebkörper (22) aufweist, wobei die Einrichtung zum Abreinigen rotiert oder eine Hubbewegung ausführt.  
25
10. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Eintritt (23) des Mahlkörperückführkanals (20) bezüglich des Rührwerks radial innen im Mahlraum (100) angeordnet ist, so dass ein gering mit Mahlkörpern beladenes Mahlkörper-Mahlgut-Gemisch durch den Mahlkörperückführkanal (20) fließt.  
30

11. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Mahlraum (100) zylinderförmig mit einer vertikal ausgerichteten Mittel-Längs-Achse ausgebildet ist, wobei vorzugsweise der Produkteintritt (13) und der Austritt (25) des  
5 Mahlkörperrückführkanals (20) oben und der Eintritt des Mahlkörperrückführkanals unten im Mahlraum angeordnet sind oder wobei der Produkteintritt (13) und der Austritt (25) des Mahlkörperrückführkanals (20) unten und der Eintritt des Mahlkörperrückführkanals oben im Mahlraum angeordnet sind.
- 10 12. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Mahlkörper einen Durchmesser von höchstens 0,3 mm aufweisen, bevorzugt einen Durchmesser von höchstens 0,15 mm aufweisen und noch vorteilhafter einen Durchmesser von höchstens 0,075 mm aufweisen.
- 15 13. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei zwei oder mehrere Tangentialflussabtrennungen (21) in paralleler oder serieller Funktionsanordnung im Mahlkörperrückführkanal (20) angeordnet sind und gleichzeitig oder abwechslungsweise in Anwendung sein können.
- 20 14. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Verhältnis des Innendurchmessers  $D$  des Mahlraums (100) zum Durchmesser  $d$  des Mahlkörperrückführkanals (20) zwischen 5 und 30, insbesondere zwischen 6 und 20 liegt und/oder die Geschwindigkeit des Mahlkörper-Mahlgut-Gemischs im Mahlkörperrückführkanal (20) mindestens 2m/s beträgt.
- 25
15. Kanalstück zum Einsatz als Mahlkörperrückführkanal zur Mahlkörperabtrennung in einer Rührwerkskugelmühle gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, mit einem Eintrittsanschluss und einem Austrittsanschluss, die zum Anschluss an den Mahlraum (100) der Rührwerkskugelmühle eingerichtet sind, und einer im Kanalstück  
30 angeordneten Tangentialflussabtrennung (21), mit einem Produktaustritt (15), der zum Ablauf des gemahlten Mahlguts aus der Rührwerksmühle konfiguriert ist.

Fig. 1

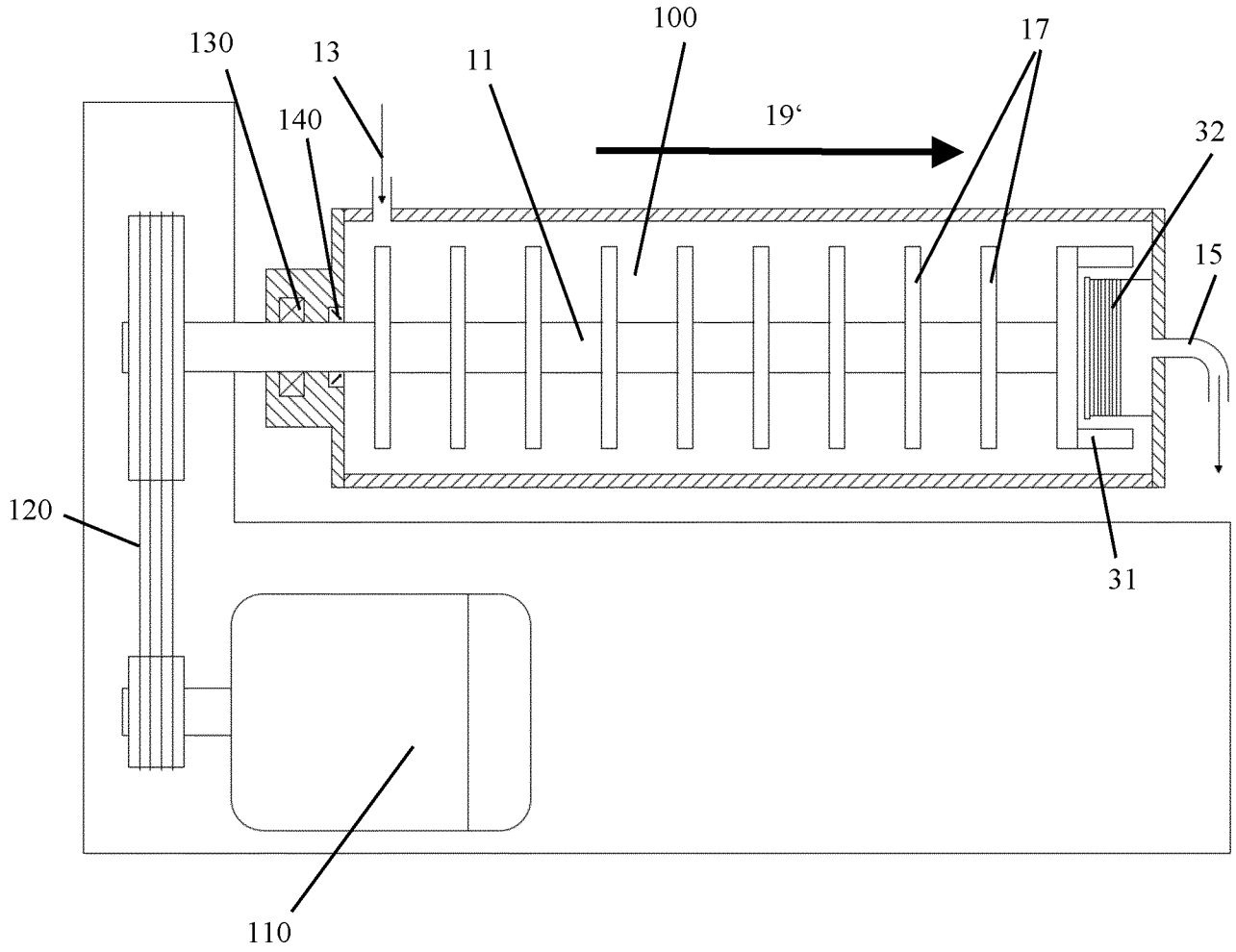


Fig. 2a

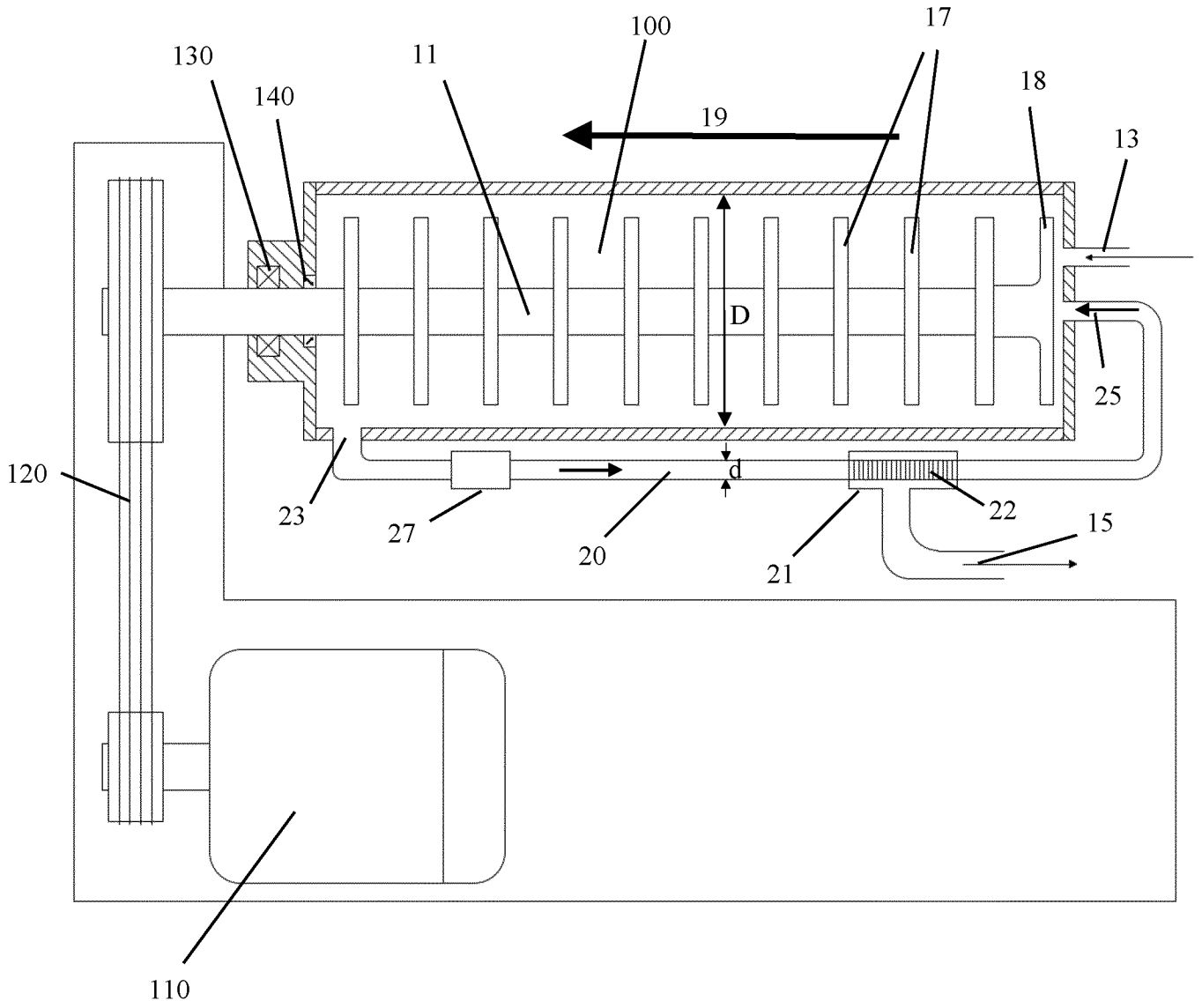


Fig. 2b

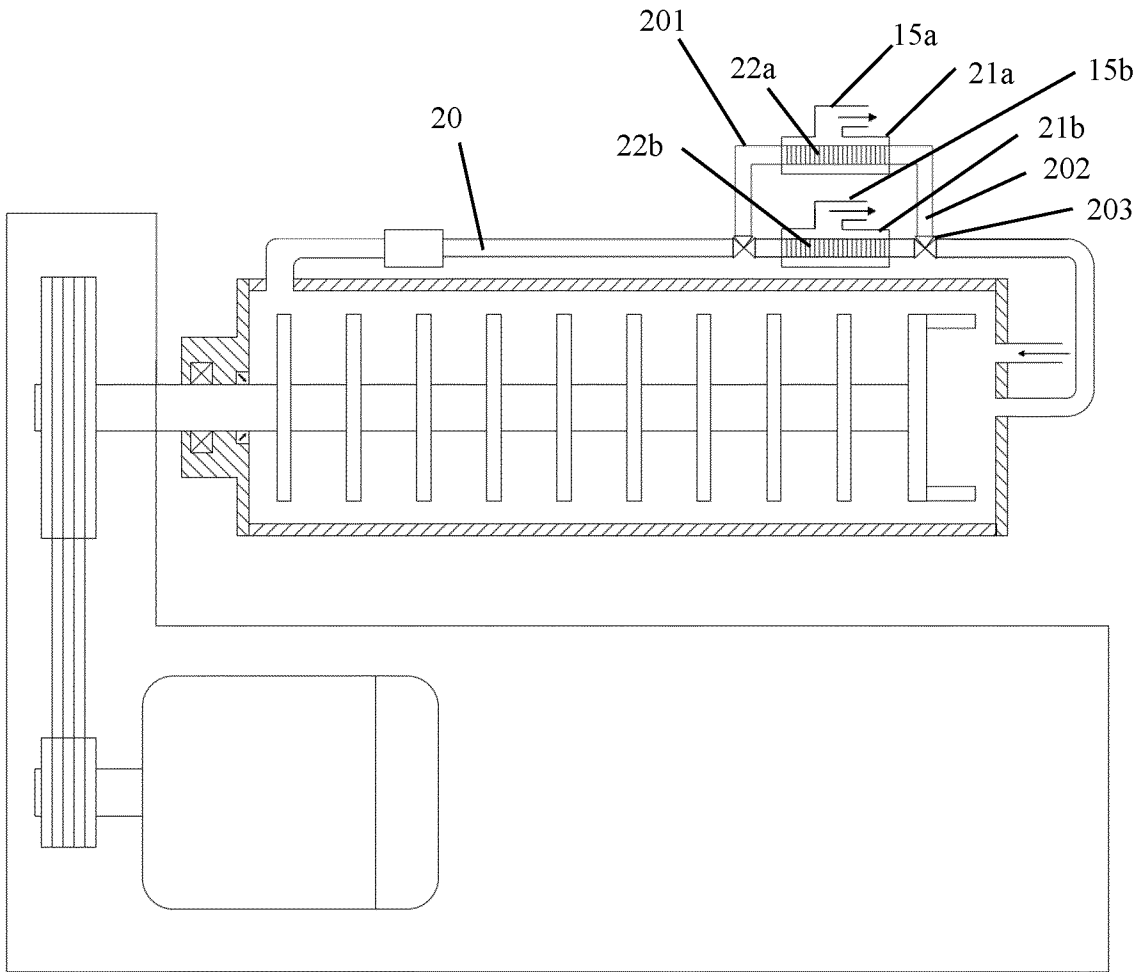


Fig. 2c

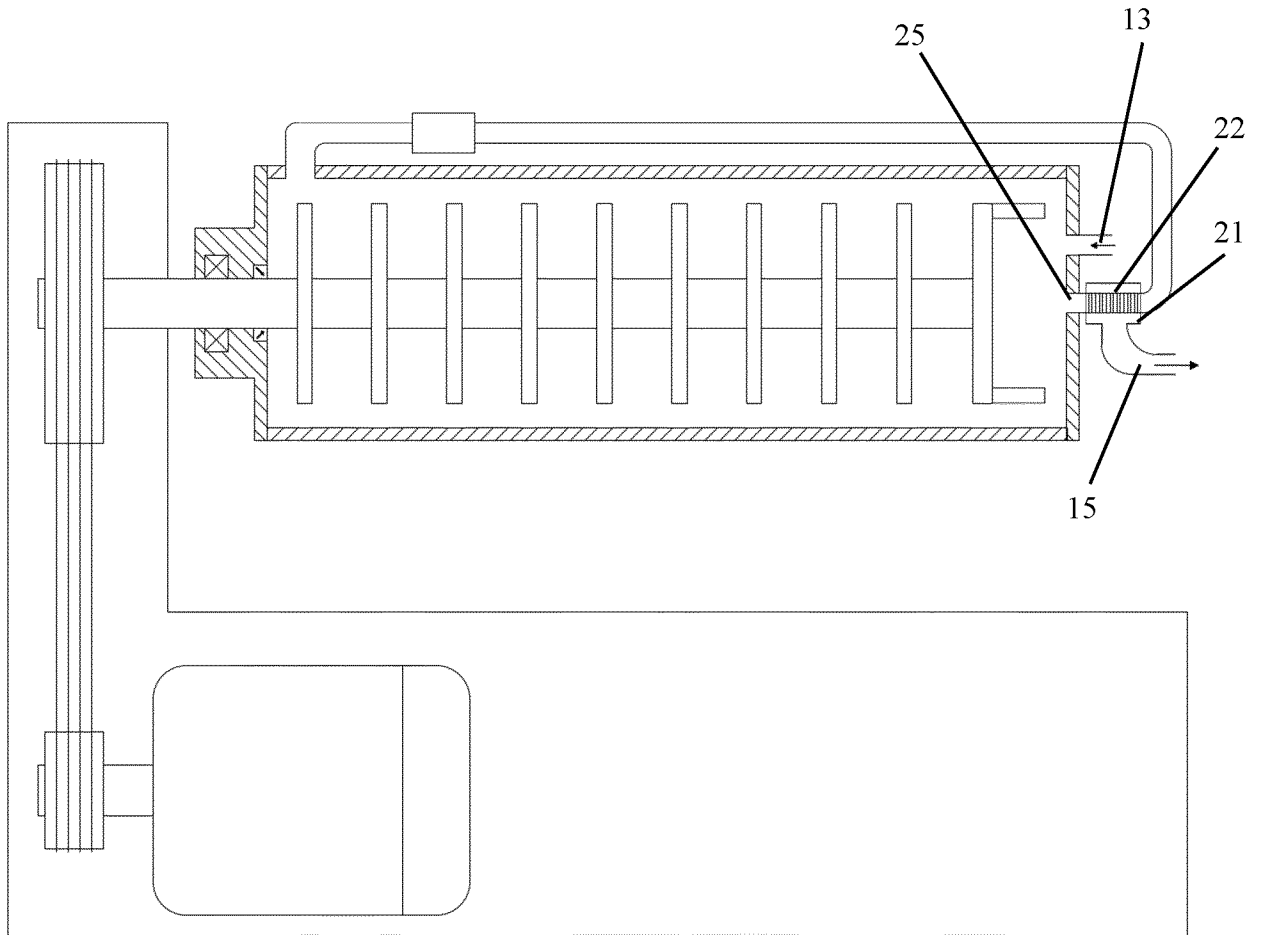


Fig. 2d

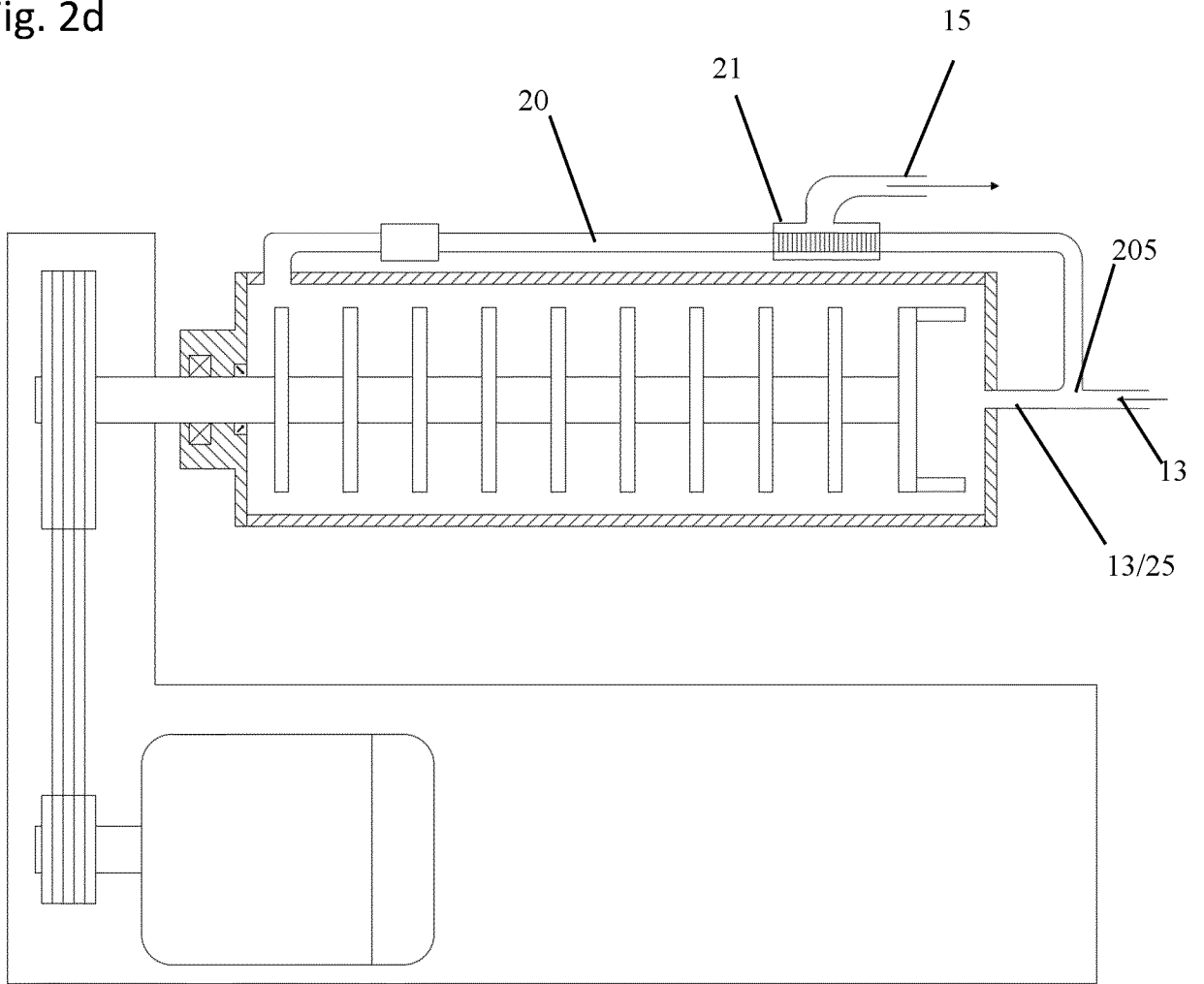


Fig. 2e

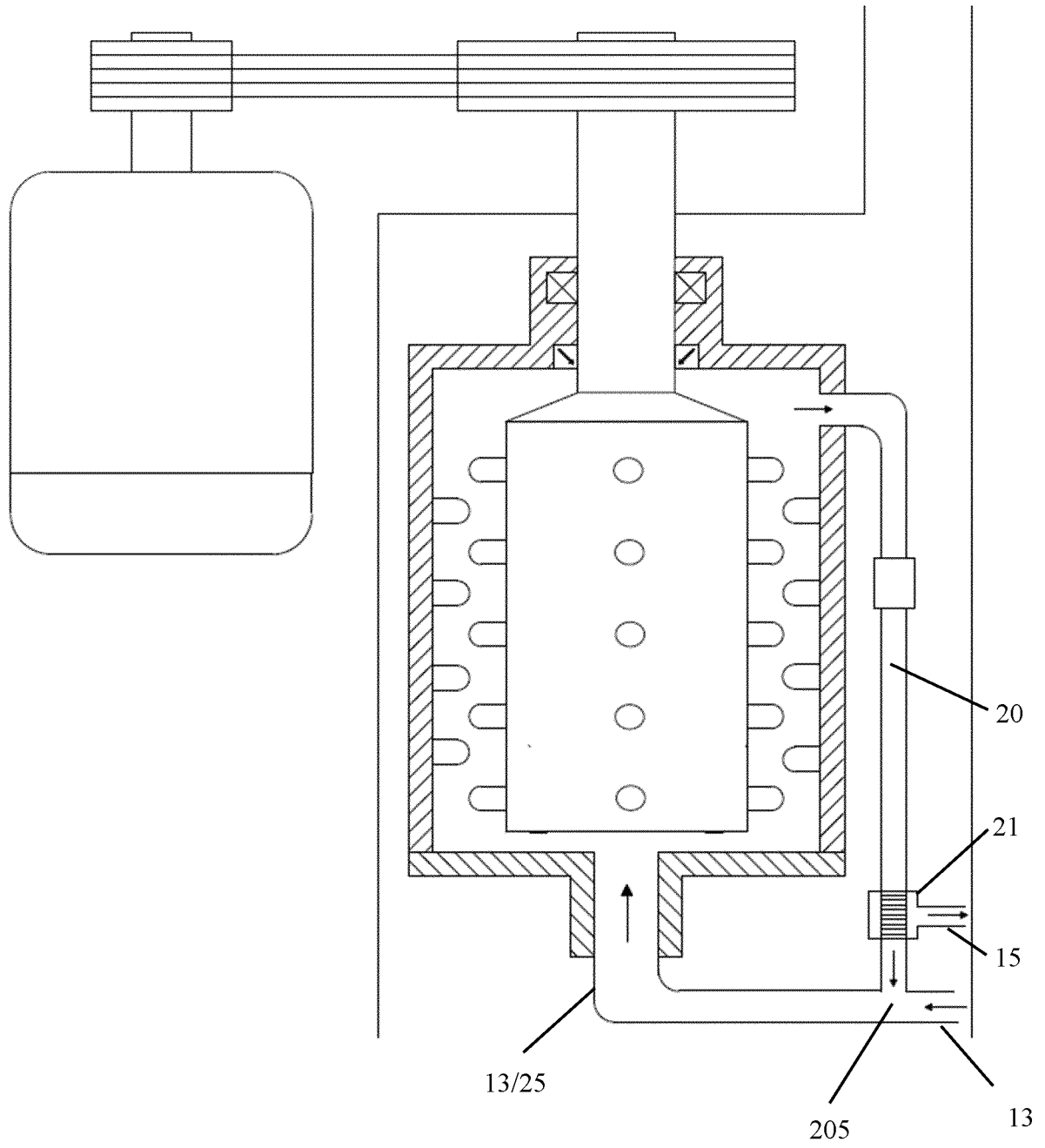


Fig. 3a

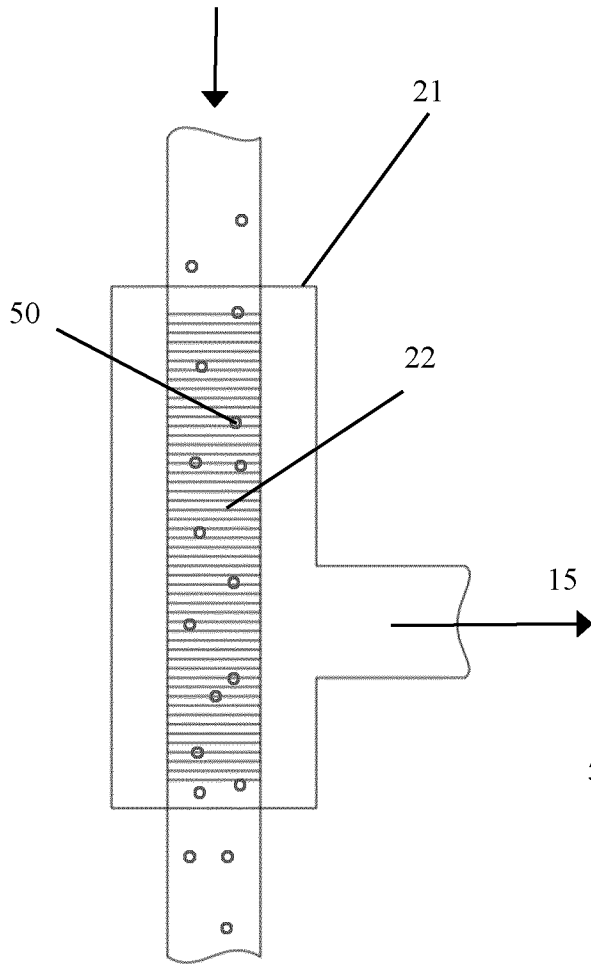
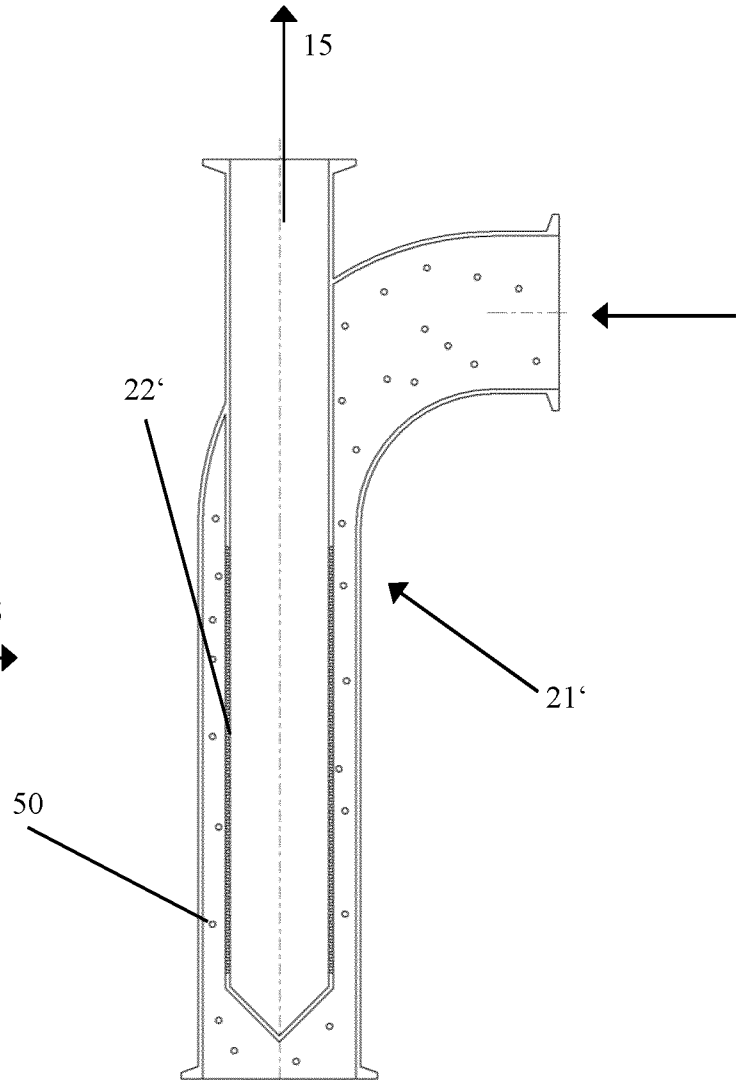


Fig. 3b



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2024/056798**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>B02C 17/16(2006.01)j</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B02C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	DE 3536918 A1 (BUEHLER AG GEB [CH]) 24 April 1986 (1986-04-24) page 11; figure 1	15 1-14
X A	DE 4025987 A1 (BUEHLER AG [CH]) 20 February 1992 (1992-02-20) line 35, paragraph 7 - line 43; figure 5	15 1-14
A	DE 4432200 C1 (EVV VERMOEGENSVERWALTUNGS GMBH [DE]) 29 February 1996 (1996-02-29) cited in the application column 2, line 24 - line 56; figure 1	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>10 June 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>14 June 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the)</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Swiderski, Piotr</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/EP2024/056798</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	3536918	A1	24 April 1986	CH 666832 A5	31 August 1988
				DE 3536918 A1	24 April 1986
-----					
DE	4025987	A1	20 February 1992	NONE	
-----					
DE	4432200	C1	29 February 1996	AU 3026495 A	21 March 1996
				BR 9503977 A	24 September 1996
				CA 2157703 A1	10 March 1996
				CN 1119558 A	03 April 1996
				DE 4432200 C1	29 February 1996
				EP 0700722 A1	13 March 1996
				FI 954133 A	10 March 1996
				JP H0889834 A	09 April 1996
				US 5624080 A	29 April 1997
				ZA 957580 B	15 April 1996
-----					

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2024/056798

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. B02C17/16 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) <b>B02C</b>		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) <b>EPO-Internal, WPI Data</b>		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 35 36 918 A1 (BUEHLER AG GEB [CH]) 24. April 1986 (1986-04-24)	15
A	Seite 11; Abbildung 1 -----	1-14
X	DE 40 25 987 A1 (BUEHLER AG [CH]) 20. Februar 1992 (1992-02-20)	15
A	Zeile 35, Absatz 7 - Zeile 43; Abbildung 5 -----	1-14
A	DE 44 32 200 C1 (EVV VERMOEGENSVERWALTUNGS GMBH [DE]) 29. Februar 1996 (1996-02-29) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 56; Abbildung 1 -----	1-15
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist	
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden	
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)	"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist	
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht	"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist	
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
<b>10. Juni 2024</b>	<b>14/06/2024</b>	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Swiderski, Piotr</b>	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/056798

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3536918	A1	24-04-1986	CH 666832 A5 31-08-1988
			DE 3536918 A1 24-04-1986
-----			
DE 4025987	A1	20-02-1992	KEINE
-----			
DE 4432200	C1	29-02-1996	AU 3026495 A 21-03-1996
			BR 9503977 A 24-09-1996
			CA 2157703 A1 10-03-1996
			CN 1119558 A 03-04-1996
			DE 4432200 C1 29-02-1996
			EP 0700722 A1 13-03-1996
			FI 954133 A 10-03-1996
			JP H0889834 A 09-04-1996
			US 5624080 A 29-04-1997
			ZA 957580 B 15-04-1996
-----			