

(19)



(11)

EP 2 683 487 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.03.2016 Patentblatt 2016/10

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

(21) Anmeldenummer: **12707769.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/054071

(22) Anmeldetag: **09.03.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/123347 (20.09.2012 Gazette 2012/38)

(54) **RÜHRWERKSKUGELMÜHLE**

STIRRED BALL MILL

BROYEUR À BILLES AGITÉ

(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

- **LANG, Frank, Ronald**
72250 Freudenstadt (DE)
- **JOOST, Berndt**
79539 Lörrach (DE)

(30) Priorität: **11.03.2011 EP 11157806**

(74) Vertreter: **Bohest AG**
Holbeinstrasse 36-38
4051 Basel (CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.01.2014 Patentblatt 2014/03

(73) Patentinhaber: **Willy A. Bachofen AG**
4132 Muttenz (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 867 394 DE-C1- 3 716 587
GB-A- 1 559 201 GB-A- 1 559 201
US-A- 4 651 935

(72) Erfinder:
• **HUG, Pascal**
F-68740 Blodelsheim (FR)

EP 2 683 487 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 vorliegende Erfindung betrifft eine Rührwerkskugelmühle gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1, und wie sie aus GB-A-1559 201 bekannt ist, eine Prozesseinheit mit einer solchen Rührwerkskugelmühle sowie ein Verfahren zum Feinmahlen oder Dispergieren eines Mahlguts mit Hilfe einer solchen Rührwerkskugelmühle.

[0002] Derartige Rührwerkskugelmühlen werden beispielsweise zum Feinmahlen oder Dispergieren von Feststoffen in einer Flüssigkeit verwendet. Rührwerkskugelmühlen weisen dazu eine Mahlkammer auf, in die Mahlkörper, zum Beispiel in Form von Mahlperlen aus Stahl, Glas oder verschleissfesten keramischen Material, bis zu einem gewünschten Füllgrad eingebracht werden. Der Füllgrad wird dabei unter anderem durch die Grösse der Mahlkörper oder die Konsistenz des Mahlguts bestimmt, wobei eine möglichst gleichmässige Bewegungsverteilung der Mahlkörper angestrebt wird. In der Mahlkammer ist ein Rührwerk angeordnet, welches im einfachsten Fall eine Welle mit einem darauf angeordneten Rührorgan umfasst, die rotatorisch antreibbar sind, um die Mahlkörper zu bewegen. Zum Mahlen wird ein Mahlgut in die Kammer eingebracht, was je nach gewünschtem Mahlgrad die Mahlkammer so oft wie erforderlich durchströmt.

[0003] Solche Rührwerksmühlen sind bereits aus dem Stand der Technik bekannt. Die EP 1 992 412 offenbart eine Rührwerkskugelmühle, die einen vertikal angeordneten Behälter mit einem darin angeordneten, topfförmig ausgebildeten Innen-Stator aufweist. Das Rührwerk ragt in diesen Innen-Stator hinein und weist einen ringzylindrischen Rotor auf, der Werkzeuge umfasst, die sich in radialer Richtung bis nahe an die Behälterwand heran erstrecken. Die Mahlkammer wird zwischen dem Rotor und der Behälterwand gebildet und ist ebenfalls ringzylindrisch ausgebildet. Am unteren Ende der Mahlkammer, die dort im Wesentlichen abgeschlossen ist, ist ein Umlenkanal angeordnet, der zu einem zwischen der Innenwand des ringzylindrischen Rotors und dem Innen-Stator gebildeten schmalen, ringspaltförmigen Abführ-Kanal für das Mahlgut führt. Am oberen Ende dieses Abführ-Kanals ist zentral ein Sieb zum Zurückhalten der Mahlkörper angeordnet, welches aber durchlässig für das Mahlgut ist, wenn es den geforderten Mahlgrad erreicht hat. Ferner sind am oberen Ende des Abführ-Kanals in radialer Richtung nach aussen führende Rückführkanäle vorgesehen, die dazu dienen, einzelne Mahlkörper, die in den Abführ-Kanal gelangt sind, wieder zurück in die Mahlkammer zu leiten. Eine ebenfalls zentral angeordnete Mahlgut-Ablaufleitung ist in Flussrichtung hinter dem Sieb angeordnet.

[0004] Zum vollständigen Reinigen der Mühle, insbesondere des Behälters, des Rotors und des Siebs, wie dies regelmässig bei einem Wechsel von einem Mahlgut zu einem anderen erfolgen muss, wird bei der Rührwerkskugelmühle gemäss der EP 1 992 412 nach einem

Lösen der entsprechenden Schrauben das Sieb zusammen mit der Mahlgut- Ablaufleitung nach unten herausgezogen. Der Behälter muss ebenfalls aufgeschraubt und zerlegt werden, damit man die Ringspalte zwischen Rotor und Behälterwand bzw. Innen-Stator zuverlässig und ohne Rückstände reinigen kann. Ganz besonders wichtig ist eine solche absolut rückstandsfreie Reinigung für Anwendungen im Bereich der Pharmazie (aber nicht nur in diesem Bereich), da die Kontamination eines Produkts etwa durch Rückstände des zuvor mit der Rührwerkskugelmühle gemahlten Produkts unbedingt vermieden werden muss. Diesbezüglich ist die vorstehend beschriebene Rührwerkskugelmühle nachteilig, weil sie eine aufwändige Demontage und Zerlegung verschiedener Komponenten der Mühle erfordert, wie dies oben beschrieben ist, um eine rückstandsfreie Reinigung durchführen zu können. Im Anschluss an die Reinigung muss dann die erneute Montage erfolgen, bevor die Rührwerkskugelmühle wieder einsatzbereit ist und das nächste Mahlgut gemahlen werden kann.

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung eine Rührwerkskugelmühle der genannten Art vorzuschlagen, bei der eine deutlich weniger aufwändige, gleichzeitig aber zuverlässige rückstandsfreie Reinigung möglich ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch eine Rührwerkskugelmühle gelöst, wie sie durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs charakterisiert ist. Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Die erfindungsgemässe Rührwerkskugelmühle zum Feinmahlen oder Dispergieren eines Mahlguts umfasst einen Behälter, dessen Innenwand eine zylindrische oder konische, vertikal angeordnete Mahlkammer begrenzt. Ferner umfasst sie einen Mahlguteinlass zum Zuführen des Mahlguts in die Mahlkammer. Weiterhin umfasst sie einen Mahlkörpereinlass zum Einbringen von Mahlkörpern in die Mahlkammer, sowie einen Mahlgutauslass zum Abführen des gemahlten oder dispergierten Mahlguts aus der Mahlkammer. In axialer Richtung erstreckt sich ein rotierend antreibbares Rührwerk mit mindestens einem Rührorgan in der Mahlkammer. Dabei bewegt das Rührorgan bei der Rotation des Rührwerks in einer ersten Rotationsrichtung die Mahlkörper in der Mahlkammer und fördert dabei das Mahlgut vom Mahlguteinlass zum Mahlgutauslass. In Förderrichtung des Mahlguts ist unmittelbar vor dem Mahlgutauslass eine Trenneinrichtung in der Mahlkammer angeordnet, welche die Mahlkörper in der Mahlkammer zurückhält, aber ein Abführen des gemahlten oder dispergierten Mahlguts aus der Mahlkammer durch den Mahlgutauslass erlaubt. Am unteren Ende der Mahlkammer ist ein tangential zur Innenwand des Behälters verlaufender, aus der Mahlkammer austretender Mahlkörperauslasskanal angeordnet. Ein Abfördern der Mahlkörper aus der Mahlkammer durch den Mahlkörperauslasskanal hindurch erfolgt mittels einer Durchströmung der Mahlkammer zu deren unterem Ende hin, bevorzugt unter Rotation des

Rührwerks in einer zweiten, der ersten Rotationsrichtung entgegengesetzten Rotationsrichtung.

[0006] Die erfindungsgemässe Rührwerkskugelmühle ermöglicht eine vollständige und rückstandsfreie Reinigung, ohne dass dazu die Rührwerkskugelmühle oder Komponenten der Mühle demontiert oder zerlegt werden müssen. Stattdessen kann eine rückstandsfreie Reinigung bei vollständig geschlossener Mühle erfolgen. Mittels einer Durchströmung der Mahlkammer zu deren unterem Ende hin, bevorzugt unter Rotation des Rührwerks in entgegengesetzter Richtung, wird eine insgesamt abwärts gerichtete, entlang der Behälterwand verlaufende Strömung erzeugt, welche dazu führt, dass die Mahlkörper am Ort des Mahlkörperauslasskanals zusammen mit der Flüssigkeit durch den Mahlkörperauslasskanal aus der Mahlkammer herausgespült werden, da dieser tangential zur Innenwand des Behälters angeordnet ist. Dies gilt in gleicher Weise für eventuell noch in der Mahlkammer vorhandene Reste von Mahlgut und/oder für sonstige Verunreinigungen. Auf diese Weise kann eine wenig aufwändige, aber gleichwohl zuverlässige rückstandsfreie Reinigung bei geschlossener Mühle erfolgen.

[0007] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Mahlguteinlass am unteren Ende der Mahlkammer und der Mahlgutauslass am oberen Ende der Mahlkammer angeordnet. Wenngleich diese Anordnung von Mahlguteinlass und Mahlgutauslass nicht zwingend ist, so ist sie doch von Vorteil, weil die gesamte Mahlkammer für den Mahlprozess zur Verfügung steht, und somit der vorhandene Raum effektiv genutzt wird. Das heisst andererseits, dass bei der Rotation des Rührwerks in der ersten Richtung (im Mahlbetrieb) mit Hilfe des Rührorgans oder der Rührorgane eine Strömung erzeugt wird, mit der das Mahlgut vom unteren Ende der Mahlkammer zum oberen Ende der Mahlkammer gefördert wird.

[0008] Die konstruktive Ausführung und die räumliche Anordnung des Mahlguteinlasses ist grundsätzlich auf verschiedene Art und Weise möglich. Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Mahlguteinlass zum Einbringen des Mahlguts als ein tangential zur Innenwand des zylindrischen Behälters verlaufender, in die Mahlkammer eintretender Mahlguteinlasskanal ausgebildet. Dadurch strömt im Mahlbetrieb das Mahlgut entlang des kreisförmigen Umfangs ein, wodurch eine Wirbelsenkenströmung in Richtung der Kammerachse entsteht. Dies erleichtert beim Anfahren der Rührwerkskugelmühle das Bewegen des Mahlkörperpakets, welches sich nach dem Befüllen der Mahlkammer aufgrund der Schwerkraft am unteren Ende der Mahlkammer ansammelt ("inlet booster"). Um diese Wirkung zu verstärken, können auch mehrere solcher tangential in die Mahlkammer eintretende Mahlguteinlasskanäle vorhanden sein.

[0009] Bei einer Weiterbildung dieses Aspekts sind der Mahlguteinlasskanal und der Mahlkörperauslasskanal als gemeinsamer Kanal ausgebildet. Das ist konstruktiv besonders wenig aufwändig insofern, als nur ein einziger solcher tangential angeordneter Kanal vorgesehen sein

muss. Dieser wird im Mahlbetrieb als Mahlguteinlass genutzt (mit der bereits beschriebenen "inlet booster"-Funktion), während der gleiche Kanal im Reinigungsbetrieb als Mahlkörperauslass genutzt wird, durch den hindurch die Mahlkörper sowie allfällige Reste von Mahlgut und/oder sonstige Verunreinigungen aus der Mahlkammer herausgespült werden.

[0010] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Mahlkörpereinlass als eine am oberen Ende der Mahlkammer separate Mahlkörperöffnung ausgebildet, die verschliessbar ist. Die Anordnung des Mahlkörpereinlasses am oberen Ende der Mahlkammer erlaubt eine einfache Befüllung der Mahlkammer mit Hilfe der Schwerkraft (also ohne Bewegung des Rührwerks), während die Verschliessbarkeit des Mahlkörpereinlasses dazu dient, ein Austreten des Mahlguts im Mahlbetrieb zu verhindern. Als konkrete Ausführungsform ist beispielsweise ein Stutzen mit einem ausfahrbaren Stopfen denkbar.

[0011] Die Art des Rührwerks und dessen Betriebsweise kann grundsätzlich vielfältig ausgestaltet werden. Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst das Rührwerk eine Welle, auf der mindestens ein Rührorgan angeordnet ist. Die Anzahl der Rührorgane sowie deren Ausgestaltung wird dem jeweiligen Zweck angepasst, wobei sie generell die gerichtete Strömung vom Mahlguteinlass zum Mahlgutauslass erzeugen müssen. Ansonsten können sie aber dem jeweiligen Zweck angepasst werden. Beispielsweise kann das Rührorgan bzw. können die Rührorgane als Accelerator, als Rührscheibe, als Förderschnecke, als Fördergewinde, als Schaufelrad, als Pumpenlaufrad oder als abgewinkelte Scheibe ausgebildet sein, oder als Kombinationen davon.

[0012] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung ist die Trenneinrichtung im Bereich des oberen Endes der Mahlkammer zentral angeordnet, und erstreckt sich ausgehend von einer oberen Abschlusswand der Mahlkammer in diese hinein. Dies erlaubt es, den Mahlgutauslass ebenfalls zentral in der oberen Abschlusswand angeordneten Mahlgutauslass anzuordnen, was konstruktiv einfach ist. Das hat auch den Vorteil, dass die Mahlkörper, die aufgrund ihrer grossen Masse nach aussen gedrängt werden, die Trenneinrichtung, z.B. ein Sieb, nicht verstopfen. Grundsätzlich ist aber auch denkbar, die Trenneinrichtung am oberen Ende der zylindrischen Behälterwand anzuordnen, wo in diesem Fall dann auch der Mahlgutauslass angeordnet ist. Grundsätzlich kommen als Trenneinrichtungen sowohl statische Trenneinrichtungen, wie z.B. Siebe, als auch dynamische Trenneinrichtungen, wie z.B. rotierende Trennspalte, in Betracht.

[0013] Gemäss einer Weiterbildung des vorstehend genannten Aspekts der Erfindung ist die Trenneinrichtung als hohlzylindrisches Schlitzsieb mit einem nach unten abgeschlossenen Boden ausgebildet. Dabei handelt es sich um eine konstruktiv einfache statische Trenneinrichtung, welche auch einfach in der Mahlkammer ange-

ordnet werden kann.

[0014] Bei einer Weiterbildung des vorstehend genannten Aspekts der Erfindung umgibt das Rührorgan mindestens teilweise in axialer Richtung das hohlzylindrische Schlitzsieb. Das führt dazu, dass im Bereich des Schlitzsiebs eine Strömung mit einer nicht unerheblichen axialen Komponente im Bereich des Siebs erzeugt wird, welche ein Zusetzen der Schlitzes des Siebs verhindert und so quasi das Sieb gereinigt wird.

[0015] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Behälter an einer Führung angeordnet und entlang der Führung aus einer ersten Position in eine zweite Position verfahrbar. In der zweiten Position ist der Behälter aus seiner vertikalen Lage kippbar. Auf diese Weise kann eine einfache Inspektion des Behälters erfolgen.

[0016] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst die Rührwerkskugelmühle Mittel zu Steuerung der Temperatur in der Mahlkammer. Dies kann vorteilhaft in Bezug auf das zu mahlende Gut sein insofern, als die Mahlung des Mahlguts bei einer bestimmten Temperatur besonders effektiv erfolgen kann.

[0017] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Mahlkörpereinlass und/oder der Mahlgutauslass derart ausgebildet, dass eine Reinigungsdüse an den Mahlkörpereinlass und/oder den Mahlgutauslass anschliessbar ist, um ein Spülmedium durch die Reinigungsdüse in die Mahlkammer zu leiten. Durch Anschliessen einer solchen Reinigungsdüse kann der Behälter und das Rührwerk am Ort gereinigt werden, ohne dass sie dazu an einen anderen Ort verfahren werden müssen bzw. ohne dass der Behälter geöffnet werden muss ("cleaning in place"). Falls erwünscht, kann auf diese Weise zusätzlich zu der Reinigung auch noch eine Sterilisierung vor Ort erfolgen ("sterilizing in place"), indem entsprechende Medien, z.B. Wasserstoffperoxid in die Mahlkammer geleitet werden.

[0018] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine Prozesseinheit mit einer Rührwerkskugelmühle, wie sie vorstehend in verschiedensten Ausbildungen erläutert ist, sowie mit einem Rührwerksantrieb, einer Pumpe, einem Antrieb zum Verfahren des Behälters, einem Mahlkörperreservoir, einem Mahlkörpersammelbehälter, einem Mahlgutreservoir und einem Mahlgutsammelbehälter. Die Prozesseinheit umfasst ferner einen geschlossenen Schrank mit einem ersten Fach und einem zweiten Fach, wobei in dem ersten Fach der Rührwerksantrieb und der Antrieb zum Verfahren des Behälters entlang der Führung, sowie der Mahlkörpersammelbehälter angeordnet sind, und wobei in dem zweiten Fach die Rührwerkskugelmühle, die Pumpe, das Mahlkörperreservoir, das Mahlgutreservoir und der Mahlgutsammelbehälter angeordnet sind. Vorzugsweise bildet das erste Fach ein oberes Fach und das zweite Fach ein unteres Fach. Diese Aufteilung ist insofern vorteilhaft, als die Motoren, Antriebe und Lagerungen der Rührwerkskugelmühle im unteren Fach angeordnet sind, welches insbesondere abgeschlossen sein kann, während die für den eigentlichen Mahlprozess relevanten Komponenten im oberen Fach

zugänglich angeordnet sind, welches vorzugsweise offen ist oder sogar gänzlich fehlen kann, sodass eine Art Tisch gebildet wird, dessen unter der Tischplatte angeordneter Korpus geschlossen ist. Weitere Komponenten zur Reinigung und/oder zur Sterilisierung des Behälters sowie des Rührwerks können zusätzlich angebracht werden, z.B. seitlich am Schrank bzw. am Tisch.

[0019] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung weist der Schrank Mittel zum Verfahren der Prozesseinheit auf, insbesondere Rollen, Räder oder Schienenelemente, so dass die Prozesseinheit mobil und somit der Einsatzort der Prozesseinheit flexibel ist.

[0020] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Feinmahlen oder Dispergieren eines Mahlguts mit Hilfe einer Rührwerkskugelmühle gemäss der Erfindung. Das erfindungsgemässe Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

a) Einbringen von Mahlkörpern in die Mahlkammer durch den Mahlkörpereinlass (und zwar bevorzugt ohne Bewegung des Rührwerks);

b) Zuführen des Mahlguts in die Mahlkammer durch den Mahlguteinlass;

c) Feinmahlen oder Dispergieren des Mahlguts in der Mahlkammer durch Rotation des Rührwerks mit dem mindestens einen Rührorgan;

d) Abführen des gemahlenden oder dispergierten Mahlguts aus der Mahlkammer durch den Mahlgutauslass;

e) Reinigen der Mahlkammer von Mahlgut durch Zuführen eines Spülmediums in die Mahlkammer durch den Mahlguteinlass und Abführen des Spülmediums durch den Mahlgutauslass;

f) Entleerung der Mahlkammer mittels Durchströmen der Mahlkammer mit Spülmedium zu deren unterem Ende hin, wodurch die Mahlkörper durch den am unteren Ende der Mahlkammer tangential zur Innenwand des Behälters verlaufenden Mahlkörperauslasskanal aus der Mahlkammer abgeführt werden, bevorzugt unter Rotation des Rührwerks in die zweite, der ersten Rotationsrichtung entgegengesetzte Rotationsrichtung;

wobei sämtliche Verfahrensschritte a) bis f) bei geschlossener Rührwerkskugelmühle durchgeführt werden, ohne dass die Rührwerkskugelmühle geöffnet werden muss.

[0021] Weitere vorteilhafte Aspekte der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

[0022] Es zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsge-

- mässen Rührwerkskugelmühle in einem Längsschnitt;
- Fig. 2 einen horizontalen Schnitt durch das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle aus Fig. 1 im Mahlbetrieb;
- Fig. 3 den horizontalen Schnitt aus Fig. 2, jedoch mit der Rührwerkskugelmühle bei der Mahlkörperentleerung;
- Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle mit einer speziellen Rührorganvariante;
- Fig. 5 das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle aus Fig. 1 mit weiteren Komponenten beschaltet, beim Mahlkörpereinlass;
- Fig. 6 das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle aus Fig. 1 mit den Komponenten aus Fig. 5 beschaltet, beim Mahlvorgang;
- Fig. 7 das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle aus Fig. 1 mit den Komponenten aus Fig. 5 beschaltet, bei der Mahlgutentleerung;
- Fig. 8 das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle aus Fig. 1 mit den Komponenten aus Fig. 5 beschaltet, im Spülbetrieb;
- Fig. 9 das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle aus Fig. 1 mit den Komponenten aus Fig. 5 beschaltet, bei der Mahlkörperentleerung; und
- Fig. 10 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Prozesseinheit mit der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle.

[0023] Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle 1 umfasst einen Behälter 2, dessen Innenwand eine kreiszylindrische, vertikal angeordnete Mahlkammer 21 begrenzt, in welcher sich gemäss Fig. 1 Mahlkörper befinden. Am unteren Ende der Mahlkammer 21 ist ein tangential zur Innenwand des Behälters 2 verlaufender, aus der Mahlkammer austretender Kanal 9 angeordnet, der als gemeinsamer Kanal 9 - wie noch erläutert werden wird - sowohl als Mahlguteinlasskanal 3 (siehe Fig. 2) wie auch als Mahlkörperauslasskanal 8 (siehe Fig. 3) dient. Am oberen Ende der Mahlkammer 21 ist in einer oberen Abschlusswand 22 ein Mahlgutauslass 4 zum Abführen des gemahlten oder dispergierten Mahlguts aus

der Mahlkammer 21 angeordnet. In der Mahlkammer 21 erstreckt sich in axialer Richtung ein mittels eines Rührwerkantriebs 53 rotierend antreibbares Rührwerk 5. Das Rührwerk 5 weist eine Welle 52 mit mehreren auf dieser Welle 52 angeordneten Rührorganen 51 auf, die bei der Rotation des Rührwerks 5 in einer ersten Rotationsrichtung (siehe Richtung des Pfeils in Fig. 2) in der Mahlkammer 21 rotieren und dabei das Mahlgut vom Mahlguteinlass 9 zum Mahlgutauslass 4 fördern. Im Bereich des oberen Endes der Mahlkammer 21 ist in Förderrichtung des Mahlguts unmittelbar vor dem Mahlgutauslass 4 eine Trenneinrichtung in Form eines statischen zylindrischen Schlitzsiebes 6 mit einem nach unten geschlossenen Boden 61 zentral angeordnet. Das Schlitzsieb 6 erstreckt sich ausgehend von der oberen Abschlusswand 22 in die Mahlkammer 21 hinein. Das zuoberst auf der Welle 52 angeordnete Rührorgan umgibt das Schlitzsieb 6 mindestens teilweise in axialer Richtung, um während des Rotierens eine Strömung mit einer nicht unerheblichen Strömungskomponente entlang des Schlitzsiebes 6 zu erzeugen, die ein Verstopfen des Schlitzsiebes 6 verhindert. In der oberen Abschlusswand 22 ist ferner ein Mahlkörpereinlass 7 zum Einbringen von Mahlkörpern in die Mahlkammer 21 vorgesehen, der verschliessbar ist.

[0024] Wie aus Fig. 3 zu erkennen ist, dient der gemeinsame Kanal 9, der am unteren Ende der Mahlkammer 21 tangential zur Innenwand des Behälters 2 verläuft, auch als Mahlkörperauslasskanal 8 beim Abführen der Mahlkörper aus der Mahlkammer 21. Beim Abführen der Mahlkörper aus der Mahlkammer 21 wird die Mahlkammer 21 zu deren unterem Ende hin durchströmt, wobei bevorzugt das Rührwerk 5 mit den darauf angeordneten Rührorganen in einer zweiten Rotationsrichtung angetrieben wird, welche der ersten Rotationsrichtung entgegengesetzt ist (siehe Richtung des Pfeils in Fig. 3).

[0025] Wie weiterhin aus Fig. 1 zu erkennen ist, kann die Temperatur in der Mahlkammer gesteuert werden. Zu diesem Zweck ist in Fig. 1 eine die Mahlkammer 21 umschliessende Kammer 10 vorgesehen, welche von einem Heizmedium oder einem Kühlmedium durchströmt werden kann und so ein Mittel zur Steuerung der Temperatur in der Mahlkammer darstellt.

[0026] In der in Fig. 2 und Fig. 3 jeweils dargestellten horizontalen Schnittansicht der Rührwerkskugelmühle ist das Rührorgan 51 des Rührwerks 5 als Accelerator ausgebildet. Wie oben bereits erwähnt, dient der tangential zur Innenwand des Behälters 2 angeordnete Kanal 9 (Fig. 1) im Mahlbetrieb als Mahlguteinlasskanal 3, so dass das Mahlgut in Richtung des sich drehenden Accelerators tangential in die Mahlkammer 21 einströmt. Dadurch wird das Anfahren der mit den Mahlkörpern beladenen Rührwerkskugelmühle erleichtert, weil durch das tangentiale Einströmen des Mahlguts in die Mahlkammer 21 das am Boden der Mahlkammer 21 sitzende Mahlkörperpaket leichter bewegt werden kann ("inlet booster"). Ausserdem wird dadurch die Förderwirkung des Accelerators verstärkt. In der Mahlkammer 21 wird auf diese Weise eine Wirbelsenkenströmung erzeugt, wodurch

auch ohne schmale Spalte das Mahlkörperpaket in der vertikal angeordneten Mahlkammer 21 vollständig und praktisch homogen fluidisiert werden. Wie bereits erwähnt können auch mehrere solche tangential angeordnete Mahlguteinlasskanäle vorgesehen sein.

[0027] Aus Fig. 3 wird ersichtlich, dass der tangential zur Innenwand des Behälters 2 angeordnete Kanal 9 (Fig. 1) beim Abfördern der Mahlkörper aus der Mahlkammer 21 als Mahlgutauslasskanal 8 dient. Zum Abfördern der Mahlkörper aus der Mahlkammer 21 wird das Rührorgan 51 in der zweiten Rotationsrichtung rotiert. Dies führt zu einer insgesamt abwärts gerichteten strudelartigen Strömung. Die tangentielle Anordnung des Mahlkörperauslasskanals 8 ermöglicht dabei die vollständige Entleerung der Mahlkammer 21, da die im Kreis bewegten Mahlkörper aufgrund ihrer tangentialen Geschwindigkeitskomponente die Mahlkammer 21 in Richtung des tangential zur Innenwand des Behälters 2 angeordneten Mahlkörperauslasskanals 8 verlassen.

[0028] Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Rührwerkskugelmühle von grundsätzlich ähnlicher Bauart wie in Fig. 1. Erneut ist in der Mahlkammer 21 ein Rührwerk 5 mit einer durch einen Rührwerksantrieb 53 antreibbare Welle 52 angeordnet. Allerdings sind bei dem Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 4 einzelne Rührorgane 51 in Bezug zur Welle 52 als schräg angeordnete Scheiben ausgebildet.

[0029] Nachfolgend wird der Betrieb des Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle gemäss Fig. 1 erläutert, und zwar mit Hilfe von Fig. 5 - Fig. 9. Dazu ist in Fig. 5 - Fig. 9 jeweils das Ausführungsbeispiel der Rührwerkskugelmühle aus Fig. 1 dargestellt, welches mit weiteren Komponenten beschaltet ist. Die ausgefüllten Pfeile bei den jeweiligen Mehrweg-Ventilen zeigen an, welche Ventile jeweils geöffnet sind.

[0030] Zuerst wird ein Mahlkörperreservoir 13 an den Mahlkörperreinlass 7 angeschlossen (Fig. 5) und die Mahlkörper fallen unter der Schwerkraft in die Mahlkammer 21, bis ein gewünschter Füllgrad der Mahlkammer 21 erreicht ist. Das Befüllen der Mahlkammer 21 erfolgt bevorzugt ohne Bewegung des Rührwerks (also bei Stillstand des Rührwerks), kann aber auch unter Rotation des Rührwerks erfolgen. Nach dem Befüllen der Mahlkammer 21 mit Mahlkörpern wird der Mahlkörperreinlass 7 geschlossen.

[0031] In Fig. 6 ist die Rührwerkskugelmühle während des Mahlbetriebs dargestellt. Dabei wird das Mahlgut aus einem Mahlgutreservoir 15 über den gemeinsamen Kanal 9, der tangential zur Innenwand des Behälters 2 verläuft, mit einer Pumpe 11 in die Mahlkammer 21 gepumpt. Dabei wird beim Anfahren der bereits beschriebene "inlet booster" Effekt genutzt, der das Inbewegungsetzen des nach dem Befüllen der Mahlkammer 21 am Boden der Mahlkammer abgesetzten Mahlkörperpaketes erleichtert. Es wird eine Wirbelsenkenströmung in der Mahlkammer 21 erzeugt, wobei sich nach erfolgtem Fluidisieren der Mahlkörper eine über die Länge und den Umfang der

Mahlkammer 21 betrachtet homogene Verteilung der Mahlkörper ergibt. Die entstehende Strömung ist insgesamt vom Mahlguteinlasskanal, der durch den Kanal 9 gebildet wird, zum Mahlgutauslass 4 gerichtet. Die Mahlkörper übertragen im wesentlichen Prall-, Scher- und Reibkräfte auf das Mahlgut, wodurch das Mahlgut gemahlen wird. Um einen feineren Mahlgrad zu erzielen, ist es möglich, dass Mahlgut erneut zum Mahlen der Mahlkammer 21 zuzuführen. Dazu wird in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der Rührwerkskugelmühle das die Mahlkammer 21 durch den Mahlgutauslass 4 abgeführte Mahlgut wieder in das Mahlgutreservoir 15 zurück geleitet, um erneut durch den gemeinsamen Kanal 9 der Mahlkammer 21 zugeführt zu werden (Zirkulationsbetrieb).

[0032] Sobald der gewünschte Mahlgrad erreicht ist, findet die Mahlgutentleerung statt und das Mahlgut wird durch den Mahlgutauslass 4 abgeführt, wie in Fig. 7 dargestellt. Dabei wird das Mahlgutreservoir sukzessive entleert und das Mahlgut wird aus der Mahlkammer 21 herausgepumpt, gelangt nun jedoch nicht mehr in das Mahlgutreservoir 15 zurück, sondern beispielsweise in einen Mahlgutsammelbehälter 16 (siehe Fig. 10).

[0033] In Fig. 8 ist dargestellt, wie die Reinigung der Rührwerkskugelmühle erfolgt, wobei in das Mahlgutreservoir 15 jetzt ein Spülmedium eingeleitet wird. Das Spülmedium wird mittels der Pumpe 11 durch den Kanal 9 in die Mahlkammer 21 gepumpt, ähnlich wie zuvor im Mahlbetrieb das Mahlgut. Das Rührwerk 5 wird dabei über den Rührwerksantrieb 53 in der ersten Rotationsrichtung betrieben. Nach dem Durchströmen der Mahlkammer 21 wird das Spülmedium aus dem Mahlgutauslass 4 heraus gepumpt und abgeführt.

[0034] Nach erfolgter Reinigung kann nun das Abfördern der Mahlkörper aus der Mahlkammer 21 (Mahlkörperentleerung) erfolgen, die in Fig. 9 dargestellt ist. Zum Abführen der Mahlkörper aus der Mahlkammer 21 wird das Rührwerk 5 mittels des Rührwerksantriebs 53 in eine zweite, der ersten Rotationsrichtung entgegengesetzte Richtung rotiert. Die Rührorgane 51 drehen sich ebenfalls in entgegengesetzter Richtung wie beim Mahlbetrieb bzw. bei der zuvor beschriebenen Reinigung, wobei die Mahlkörper in der Mahlkammer 21 in Rotation versetzt und insgesamt in Abwärtsrichtung transportiert werden. Erreichen die Mahlkörper das untere Ende der Mahlkammer, werden sie durch den tangential zur Innenwand der Mahlkammer 21 angeordneten gemeinsamen Kanal 9 abgefördert. Zusätzlich wird in diesem Ausführungsbeispiel durch den Mahlgutauslass 4 ein Spülmedium in die Mahlkammer 21 eingebracht, was das Abfördern der Mahlkörper erleichtert und eine zusätzliche Reinigung bewirkt. Dazu ist vorzugsweise der Mahlgutauslass 4 so ausgebildet, dass eine Düse angeschlossen werden kann. Alternativ oder zusätzlich kann natürlich auch der Mahlkörperreinlass 7 derart ausgebildet sein, dass eine Düse angeschlossen werden kann, sodass das Spülmedium auch durch den Mahlkörperreinlass 7 in die Mahlkammer 21 eingebracht werden kann.

[0035] In Fig. 10 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Prozesseinheit dargestellt. Die dargestellte Prozesseinheit ist mobil ausgebildet. Die Prozesseinheit umfasst eine erfindungsgemässe Rührwerkskugelmühle 1, einen Rührwerksantrieb 53, eine Pumpe 11, einen Antrieb zum Verfahren des Behälters 121, ein Mahlkörperreservoir 13, einen Mahlkörpersammelbehälter 14, ein Mahlgutreservoir 15 und einen Mahlgutsammelbehälter 16, die in einem Schrank 17 mit einem ersten (unteren) Fach 171 und einem zweiten (oberen) Fach 172 angeordnet sind. Im ersten (unteren) Fach 171 sind der Rührwerksantrieb 53 und der Antrieb zum Verfahren des Behälters entlang der Führung 121 sowie der Mahlkörpersammelbehälter 14 angeordnet. Im zweiten (oberen) Fach sind die Rührwerkskugelmühle 1, die Pumpe 11, das Mahlkörperreservoir 13, das Mahlgutreservoir 15 und der Mahlgutsammelbehälter 16 angeordnet. Weiterhin umfasst die Prozesseinheit eine Steuerung 19. Die mobile Prozesseinheit, die zum Verfahren Rollen 18 aufweist, sodass sie auf einfache Weise zu einem gewünschten Ort bewegt und dort arretiert werden kann, kann beispielsweise derart ausgebildet sein, dass das zweite (obere) Fach 172 gut zugänglich ist, während das erste (untere) Fach normalerweise verschlossen ist. Alternativ kann die Prozesseinheit auch als eine Art "Tisch" ausgebildet sein, auf dessen "Tischplatte" die oben genannten Komponenten des zweiten (oberen) Fachs angeordnet sind, während in einem "Korpus" unterhalb der Tischplatte die Komponenten des ersten (unteren) Fachs angeordnet sind.

[0036] Die Erfindung ist anhand der vorstehenden Ausführungsbeispiele der Rührwerkskugelmühle beschrieben worden. Die Erfindung ist jedoch nicht derart zu verstehen, dass sie auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt ist. Vielmehr sind zahlreiche Änderungen und Varianten einer solchen Rührwerkskugelmühle vorstellbar, ohne dabei von der technischen Lehre abzuweichen. Nur als Beispiel soll erwähnt werden, dass die Form und der Durchmesser des Mahlguteinlass und der Mahlkörperabführung konisch oder trichterförmig ausgebildet sind.

[0037] Der Schutzbereich wird somit durch die folgenden Ansprüche definiert.

Patentansprüche

1. Rührwerkskugelmühle (1) zum Feinmahlen oder Dispergieren eines Mahlguts, mit einem Behälter (2), dessen Innenwand eine zylindrische oder konische, vertikal angeordnete Mahlkammer (21) begrenzt, mit einem Mahlguteinlass (3) zum Zuführen des Mahlguts in die Mahlkammer (21), mit einem Mahlkörpereinlass (7) zum Einbringen von Mahlkörpern in die Mahlkammer (21), mit einem Mahlgutauslass (4) zum Abführen des gemahlten oder dispergierten Mahlguts aus der Mahlkammer (21), sowie mit einem sich in der Mahlkammer (21) in axialer Richtung er-

streckenden, rotierend antreibbaren Rührwerk (5) mit mindestens einem Rührorgan (51), welches bei der Rotation des Rührwerks (5) in einer ersten Rotationsrichtung die Mahlkörper in der Mahlkammer (21) bewegt und dabei das Mahlgut vom Mahlguteinlass (3) zum Mahlgutauslass (4) fördert, wobei in Förderrichtung des Mahlguts unmittelbar vor dem Mahlgutauslass (4) in der Mahlkammer (21) eine Trenneinrichtung (6) angeordnet ist, welche die Mahlkörper in der Mahlkammer (21) zurückhält, aber ein Abführen des gemahlten oder dispergierten Mahlguts aus der Mahlkammer (21) durch den Mahlgutauslass (4) erlaubt, **dadurch gekennzeichnet, dass** am unteren Ende der Mahlkammer (21) ein tangential zur Innenwand des Behälters (2) verlaufender, aus der Mahlkammer (21) austretender Mahlkörperauslasskanal (8) angeordnet ist, und dass ein Abführen der Mahlkörper aus der Mahlkammer (21) durch den Mahlkörperauslasskanal (8) hindurch erfolgt mittels einer Durchströmung der Mahlkammer (21) zu deren unterem Ende hin, bevorzugt unter Rotation des Rührwerks (5) in einer zweiten, der ersten Rotationsrichtung entgegengesetzten Rotationsrichtung.

2. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1, bei welcher der Mahlguteinlass (3) am unteren Ende der Mahlkammer (21) und der Mahlgutauslass (4) am oberen Ende der Mahlkammer angeordnet ist.
3. Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei welcher der Mahlguteinlass zum Einbringen des Mahlguts als ein tangential zur Innenwand des zylindrischen Behälters (2) verlaufender, in die Mahlkammer (21) eintretender Mahlguteinlasskanal (3) ausgebildet ist.
4. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 3, bei welcher der Mahlguteinlasskanal (3) und der Mahlkörperauslasskanal (8) als gemeinsamer Kanal (9) ausgebildet sind.
5. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher der Mahlkörpereinlass (7) als eine am oberen Ende der Mahlkammer (21) angeordnete, separate Mahlkörpereinlassöffnung ausgebildet ist, die verschliessbar ist.
6. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher das Rührwerk (5) eine Welle (52) umfasst, auf der das mindestens eine Rührorgan (51) angeordnet ist, wobei das mindestens eine Rührorgan (51) ein Accelerator, eine Rührscheibe, eine Förderschnecke, ein Fördergewinde, ein Schaufelrad, ein Pumpenlaufrad oder eine abgewinkelte Scheibe ist.
7. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangehen-

- den Ansprüche, bei welcher die Trenneinrichtung (6) im Bereich des oberen Endes der Mahlkammer (21) zentral angeordnet ist und sich ausgehend von einer oberen Abschlusswand (22) der Mahlkammer (21) in diese hinein erstreckt.
8. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 7, bei welcher die Trenneinrichtung (6) als hohlzylindrisches Schlitzsieb mit einem nach unten abgeschlossenen Boden (61) ausgebildet ist.
9. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 8, bei welcher das Rührorgan (5) das hohlzylindrische Schlitzsieb (6) in axialer Richtung mindestens teilweise umgibt.
10. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei welcher der Behälter (2) an einer Führung (12) angeordnet und entlang der Führung (12) aus einer ersten Position in eine zweite Position verfahrbar ist, und wobei in der zweiten Position der Behälter (2) aus seiner vertikalen Lage kippbar ist.
11. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangegangenen Ansprüche, welche Mittel zu Steuerung der Temperatur (10) in der Mahlkammer (21) umfasst.
12. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher der Mahlkörpereinlass (7) und/oder der Mahlgutauslass (4) derart ausgebildet ist, dass eine Reinigungsdüse an den Mahlkörpereinlass (7) und/oder den Mahlgutauslass (4) anschliessbar ist, um ein Spülmedium durch die Reinigungsdüse in die Mahlkammer (21) zu leiten.
13. Prozesseinheit zum Feinmahlen oder Dispergieren eines Mahlguts, mit einer Rührwerkskugelmühle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, sowie mit einem Rührwerksantrieb (53), einer Pumpe (11), einem Antrieb (121) zum Verfahren des Behälters (12), einem Mahlkörperreservoir (13), einem Mahlkörpersammelbehälter (14), einem Mahlgutreservoir (15) und einem Mahlgutsammelbehälter (16), bei welcher ein geschlossener Schrank (17) mit einem ersten Fach (171) und einem zweiten Fach (172) vorgesehen ist, wobei in dem ersten Fach (171) der Rührwerksantrieb (53) und der Antrieb (121) zum Verfahren des Behälters entlang der Führung (12) sowie der Mahlkörpersammelbehälter (14) angeordnet sind, und wobei in dem zweiten Fach die Rührwerkskugelmühle (1), die Pumpe (11), das Mahlkörperreservoir (13), das Mahlgutreservoir (15) und der Mahlgutsammelbehälter (16) angeordnet sind.
14. Prozesseinheit nach Anspruch 13, welche als mobile Prozesseinheit ausgebildet ist, wobei der Schrank (17) Mittel zum Verfahren der Prozesseinheit (18)

aufweist, insbesondere Rollen, Räder oder Schienelemente.

15. Verfahren zum Feinmahlen oder Dispergieren eines Mahlguts mit Hilfe einer Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit den folgenden Schritten:

- Einbringen von Mahlkörpern in die Mahlkammer (21) durch den Mahlkörpereinlass (7);
- Zuführen des Mahlguts in die Mahlkammer (21) durch den Mahlguteinlass (3);
- Feinmahlen oder Dispergieren des Mahlguts in der Mahlkammer (21) durch Rotation des Rührwerks (5) mit dem mindestens einen Rührorgan (51);
- Abführen des gemahlten oder dispergierten Mahlguts aus der Mahlkammer (21) durch den Mahlgutauslass (8);
- Reinigen der Mahlkammer (21) von Mahlgut durch Zuführen eines Spülmediums in die Mahlkammer (21) durch den Mahlguteinlass (3) und Abführen des Spülmediums durch den Mahlgutauslass (4);
- Entleerung der Mahlkammer mittels Durchströmen der Mahlkammer (21) mit Spülmedium zu deren unterem Ende hin, wodurch die Mahlkörper durch den am unteren Ende der Mahlkammer (21) tangential zur Innenwand des Behälters (2) verlaufenden Mahlkörperauslasskanal aus der Mahlkammer abgefordert werden, bevorzugt unter Rotation des Rührwerks (5) in die zweite, der ersten Rotationsrichtung entgegengesetzte Rotationsrichtung;

wobei sämtliche Verfahrensschritte a) bis f) bei geschlossener Rührwerkskugelmühle (1) durchgeführt werden, ohne dass die Rührwerkskugelmühle (1) geöffnet werden muss.

Claims

1. Agitator ball mill (1) for the fine-grinding or dispersion of a grinding material, comprising a container (2) the inner wall of which delimits a cylindrical or conical, vertically arranged grinding chamber (21), a grinding material inlet (3) for feeding the grinding material into the grinding chamber (21), a grinding body inlet (7) for introducing grinding bodies into the grinding chamber (21), and a grinding material outlet (4) for discharging the ground or dispersed grinding material from the grinding chamber (21), and a rotatably driven agitator (5) having at least one agitator element (51) and extending in the axial direction in the grinding chamber (21), the agitator element moving the grinding bodies in the grinding chamber (21) as the agitator (5) rotates in a first rotational direction

- and thereby conveying the grinding material from the grinding material inlet (3) to the grinding material outlet (4), wherein in the conveying direction of the grinding material there is arranged in the grinding chamber (21) directly upstream of the grinding material outlet (4) a separating device (6) retaining the grinding bodies in the grinding chamber (21) but permitting the ground or dispersed grinding material to be discharged from the grinding chamber (21) through the grinding material outlet (4), **characterised in that** a grinding body outlet channel (8) running tangentially to the inner wall of the container (2) and emerging from the grinding chamber (21) is arranged at the lower end of the grinding chamber (21), and that conveying of the grinding bodies out of the grinding chamber (21) through the grinding body outlet channel (8) is performed by means of a through-flow of the grinding chamber (21) towards its lower end, preferably in the presence of rotation of the agitator (5) in a second rotational direction opposite to the first rotational direction.
2. Agitator ball mill according to claim 1, wherein the grinding material inlet (3) is arranged at the lower end of the grinding chamber (21) and the grinding material outlet (4) is arranged at the upper end of the grinding chamber.
 3. Agitator ball mill according to anyone of claims 1 or 2, wherein the grinding material inlet for the feeding of the grinding material is formed by a grinding material inlet channel (3) running tangentially to the inner wall of the cylindrical container (2) and opening out into the grinding chamber (21).
 4. Agitator ball mill according to claim 3, wherein the grinding material inlet channel (3) and the grinding body outlet channel (8) are formed by a common channel (9).
 5. Agitator ball mill according to anyone of the preceding claims, wherein the grinding body inlet (7) is formed by a separate grinding body inlet opening arranged at the upper end of the grinding chamber (21), said grinding body inlet opening being closable.
 6. Agitator ball mill according to anyone of the preceding claims, wherein the agitator (5) comprises a shaft (52) on which at least one agitator element (51) is arranged, wherein the at least one agitator element (51) is an accelerator, an agitator disc, a conveyor worm, a screw conveyor, a paddle wheel, a pump impeller or an angled disc.
 7. Agitator ball mill according to anyone of the preceding claims, wherein the separating device (6) is arranged centrally in the region of the upper end of the grinding chamber (21) and extends from an upper end wall (22) of the grinding chamber (21) into the latter.
 8. Agitator ball mill according to claim 7, wherein the separating device (6) is formed by a hollow-cylindrical slotted screen having a base (61) closed off at the bottom.
 9. Agitator ball mill according to claim 8, wherein the agitator element (5) at least partially surrounds the hollow-cylindrical slotted screen (6) in the axial direction.
 10. Agitator ball mill according to anyone of the preceding claims, wherein the container (2) is arranged on a guide (12) and can be moved along the guide (12) from a first position into a second position, and wherein in the second position the container (2) can be tilted out of its vertical position.
 11. Agitator ball mill according to anyone of the preceding claims, further comprising means for controlling the temperature (10) in the grinding chamber (21).
 12. Agitator ball mill according to anyone of the preceding claims, wherein the grinding body inlet (7) and/or the grinding material outlet (4) are embodied in such a way that a cleaning nozzle can be connected to the grinding body inlet (7) and/or the grinding material outlet (4) in order to convey a rinsing medium through the cleaning nozzle into the grinding chamber (21).
 13. Process unit for the fine-grinding or dispersion of a grinding material, comprising an agitator ball mill (1) according to any one of claims 1 to 12, and further comprising an agitator drive (53), a pump (11), a drive (121) for moving the container (12), a grinding body reservoir (13), a grinding body collection container (14), a grinding material reservoir (15) and a grinding material collection container (16), wherein a closed cabinet (17) is provided having a first compartment (171) and a second compartment (172), with the agitator drive (53) and the drive (121) for moving the container along the guide (12) as well as the grinding body collection container (14) being arranged in the first compartment (171), and with the agitator ball mill (1), the pump (11), the grinding body reservoir (13), the grinding material reservoir (15) and the grinding material collection container (16) being arranged in the second compartment.
 14. Process unit according to claim 13, being executed as a mobile process unit, wherein the cabinet (17) comprises means for moving the process unit (18), in particular rollers, wheels or rail elements.
 15. A method for the fine-grinding or dispersion of a

grinding material with the aid of an agitator ball mill according to anyone of claims 1 to 12, comprising the following steps:

- a) introducing grinding bodies into the grinding chamber (21) through the grinding body inlet (7);
- b) supplying the grinding material into the grinding chamber (21) through the grinding material inlet (3);
- c) fine-grinding or dispersing the grinding material in the grinding chamber (21) by rotation of the agitator (5) having the at least one agitator element (51);
- d) discharging the ground or dispersed grinding material from the grinding chamber (21) through the grinding material outlet (8);
- e) cleaning the grinding chamber (21) to be free from grinding material by supplying a rinsing medium into the grinding chamber (21) through the grinding material inlet (3), and discharging the rinsing medium through the grinding material outlet (4);
- f) emptying the grinding chamber by means of a through-flow of the grinding chamber (21) with rinsing medium towards its lower end, as a result of which the grinding bodies are conveyed out of the grinding chamber through the grinding body outlet channel running tangential to the inner wall of the container (2) at the lower end of the grinding chamber (21), preferably in the presence of rotation of the agitator (5) in the second rotational direction opposite to the first rotational direction;

wherein all method steps a) to f) are carried out with a closed agitator ball mill (1), without the need to open the agitator ball mill (1).

Revendications

1. Broyeur à billes à agitateur (1) destiné au broyage fin ou à la dispersion d'une matière à broyer, comprenant un récipient (2) dont la paroi intérieure délimite une chambre de broyage (21) cylindrique ou conique, disposée de façon verticale, comprenant une entrée de matière à broyer (3), destinée à l'introduction de la matière à broyer dans la chambre de broyage (21), comprenant une entrée de corps broyants (7), destinée à introduire des corps broyants dans la chambre de broyage (21), comprenant une sortie de matière broyée (4), destinée à évacuer de la chambre de broyage (21) la matière broyée ou dispersée, et comprenant un agitateur (5) s'étendant dans la direction axiale dans la chambre de broyage (21) et pouvant être entraîné en rotation, qui comporte au moins un élément d'agitation (51) qui, lors de la rotation de l'agitateur (5) dans un premier sens de rotation, déplace les corps broyants dans la chambre de broyage (21) et transporte ainsi la matière à broyer de l'entrée de matière à broyer (3) vers la sortie de matière broyée (4), sachant que dans le sens du transport de la matière à broyer, il est prévu dans la chambre de broyage (21), immédiatement avant la sortie de matière broyée (4), un dispositif de séparation (6) qui retient les corps de broyage dans la chambre de broyage (21) mais permet l'évacuation de la matière broyée ou dispersée de la chambre de broyage (21), à travers la sortie de matière broyée (4), **caractérisé en ce qu'**un conduit de sortie de corps broyants (8), qui s'étend de façon tangentielle à la paroi intérieure du récipient (2) et qui sort de la chambre de broyage (21), est disposé à l'extrémité inférieure de la chambre de broyage (21), **et en ce que** l'évacuation des corps broyants de la chambre de broyage (21) à travers le conduit de sortie de corps broyants (8) s'effectue par traversée de la chambre de broyage (21) en direction de son extrémité inférieure, de préférence avec rotation de l'agitateur (5) dans un deuxième sens de rotation qui est opposé au premier sens de rotation.
2. Broyeur à billes à agitateur selon la revendication 1, dans lequel l'entrée de matière à broyer (3) est disposée à l'extrémité inférieure de la chambre de broyage (21), et la sortie de matière broyée (4) est disposée à l'extrémité supérieure de la chambre de broyage (21).
3. Broyeur à billes à agitateur selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel l'entrée de matière à broyer, destinée à l'introduction de la matière à broyer, est réalisée sous la forme d'un conduit d'entrée de matière à broyer (3) qui s'étend de façon tangentielle à la paroi intérieure du récipient (2) cylindrique et qui entre dans la chambre de broyage (21).
4. Broyeur à billes à agitateur selon la revendication 3, dans lequel le conduit d'entrée de matière à broyer (3) et le conduit de sortie de corps broyants (8) sont réalisés sous forme de conduit (9) commun.
5. Broyeur à billes à agitateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'entrée de corps broyants (7) est réalisée sous la forme d'une ouverture d'entrée de corps broyants séparée qui est disposée à l'extrémité supérieure de la chambre de broyage (21) et peut être obturée.
6. Broyeur à billes à agitateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'agitateur (5) comprend un arbre (52) sur lequel est disposé l'élément d'agitation (51), au nombre d'au moins un, sachant que l'élément d'agitation (51), au nombre d'au moins un, est un accélérateur, un disque d'agitation, une

vis transporteuse, un filetage transporteur, une roue à aubes, une roue de pompe ou un disque coudé.

7. Broyeur à billes à agitateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de séparation (6) est disposé de façon centrale dans la région de l'extrémité supérieure de la chambre de broyage (21) et s'étend dans la chambre de broyage (21) depuis une paroi de fermeture (22) de la chambre de broyage (21). 5
8. Broyeur à billes à agitateur selon la revendication 7, dans lequel le dispositif de séparation (6) est réalisé sous la forme d'un tamis à fentes cylindrique creux, doté d'un fond (61) fermé vers le bas. 10
9. Broyeur à billes à agitateur selon la revendication 8, dans lequel l'élément d'agitation (5) entoure le tamis à fentes (6) cylindrique creux au moins partiellement dans la direction axiale. 20
10. Broyeur à billes à agitateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le récipient (2) est disposé sur un moyen de guidage (12) et peut être déplacé le long du moyen de guidage (12) pour passer d'une première position à une deuxième position, sachant que dans la deuxième position, le récipient (2) peut être basculé à partir de sa position verticale. 25
11. Broyeur à billes à agitateur selon l'une des revendications précédentes, qui comprend des moyens pour contrôler la température (10) dans la chambre de broyage (21). 30
12. Broyeur à billes à agitateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'entrée de corps broyants (7) et/ou la sortie de matière broyée (4) est/sont réalisée(s) de manière telle qu'une buse de nettoyage puisse être raccordée à l'entrée de corps broyants (7) et/ou à la sortie de matière broyée (4) pour envoyer un fluide de rinçage dans la chambre de broyage (21) à travers la buse de nettoyage. 35 40
13. Unité de traitement destinée au broyage fin ou à la dispersion d'une matière à broyer, comprenant un broyeur à billes à agitateur (1) selon l'une des revendications 1 à 12, et comprenant un entraînement d'agitateur (53), une pompe (11), un dispositif d'entraînement (121) pour déplacer le récipient (12), un réservoir de corps broyants (13), un récipient collec- 45 50 teur de corps broyants (14), un réservoir de matière à broyer (15) et un récipient collecteur de matière broyée (16), dans laquelle il est prévu une armoire (17) fermée, dotée d'un premier compartiment (171) et d'un deuxième compartiment (172), sachant que l'entraînement d'agitateur (53) et le dispositif d'entraînement (121), destiné au déplacement du récipient le long du moyen de guidage (12), ainsi que le

récipient collecteur de corps broyants (14) sont disposés dans le premier compartiment (171), et sachant que le broyeur à billes à agitateur (1), la pompe (11), le réservoir de corps broyants (13), le réservoir de matière à broyer (15) et le récipient collecteur de matière broyée (16) sont disposés dans le deuxième compartiment.

14. Unité de traitement selon la revendication 13, qui est réalisée comme unité de traitement mobile, sachant que l'armoire (17) présente des moyens pour déplacer l'unité de traitement (18), en particulier des galets, des roues ou des éléments de rail. 10

15. Procédé de broyage fin ou de dispersion d'une matière à broyer, à l'aide d'un broyeur à billes à agitateur selon l'une des revendications 1 à 12, comprenant les étapes suivantes : 15

- a) introduction de corps broyants dans la chambre de broyage (21), à travers l'entrée de corps broyants (7) ;
- b) amenée de la matière à broyer dans la chambre de broyage (21), à travers l'entrée de matière à broyer (3) ;
- c) broyage fin ou dispersion de la matière à broyer dans la chambre de broyage (21), par rotation de l'agitateur (5) comportant l'élément d'agitation (51), au nombre d'au moins un ;
- d) évacuation de la matière broyée ou dispersée de la chambre de broyage (21), à travers la sortie de matière broyée (8) ;
- e) nettoyage de la chambre de broyage (21) pour la débarrasser de la matière à broyer, par amenée d'un fluide de rinçage dans la chambre de broyage (21), à travers l'entrée de matière à broyer (3), et évacuation du fluide de rinçage à travers la sortie de matière broyée (4) ;
- f) vidange de la chambre de broyage en faisant passer un fluide de rinçage à travers la chambre de broyage (21), en direction de son extrémité inférieure, à la suite de quoi les corps broyants sont évacués de la chambre de broyage à travers le conduit de sortie de corps broyants s'étendant de façon tangentielle à la paroi intérieure du récipient (2), à l'extrémité inférieure de la chambre de broyage (21), de préférence avec rotation de l'agitateur (5) dans le deuxième sens de rotation qui est opposé au premier sens de rotation. 20 25 30 35 40 45 50

sachant que toutes les étapes de procédé a) à f) sont exécutées lorsque le broyeur à billes à agitateur (1) est fermé, sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir le broyeur à billes à agitateur (1).

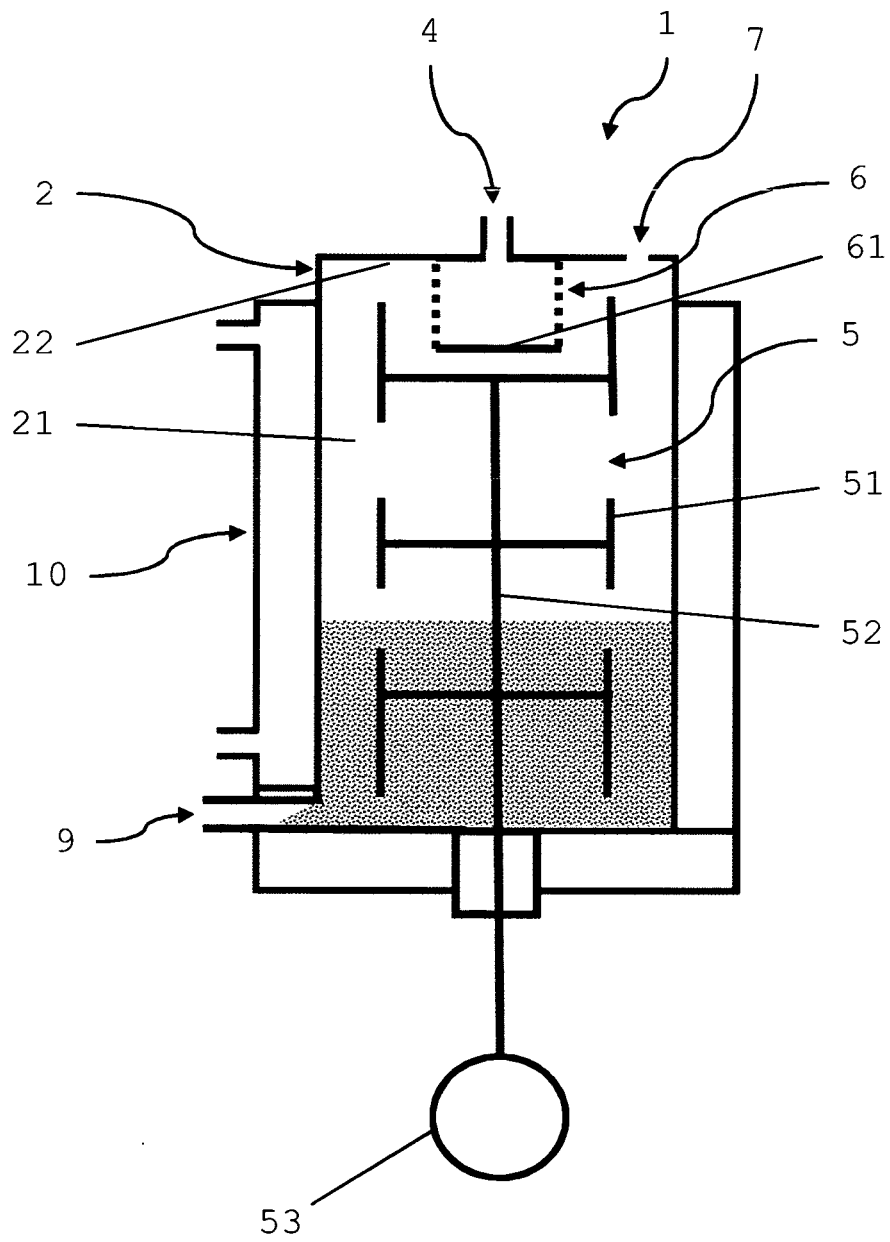


Fig. 1

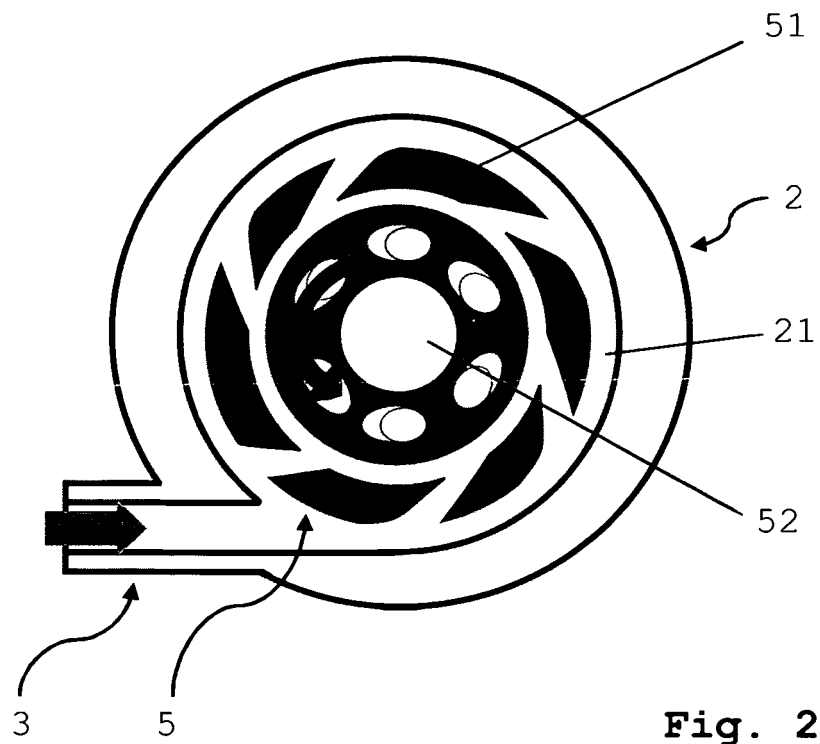


Fig. 2

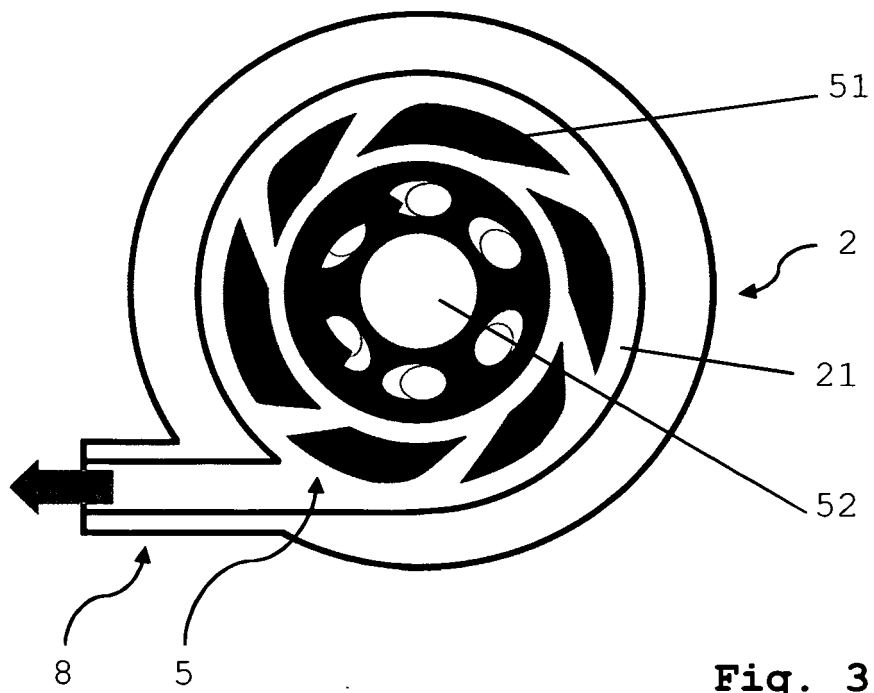


Fig. 3

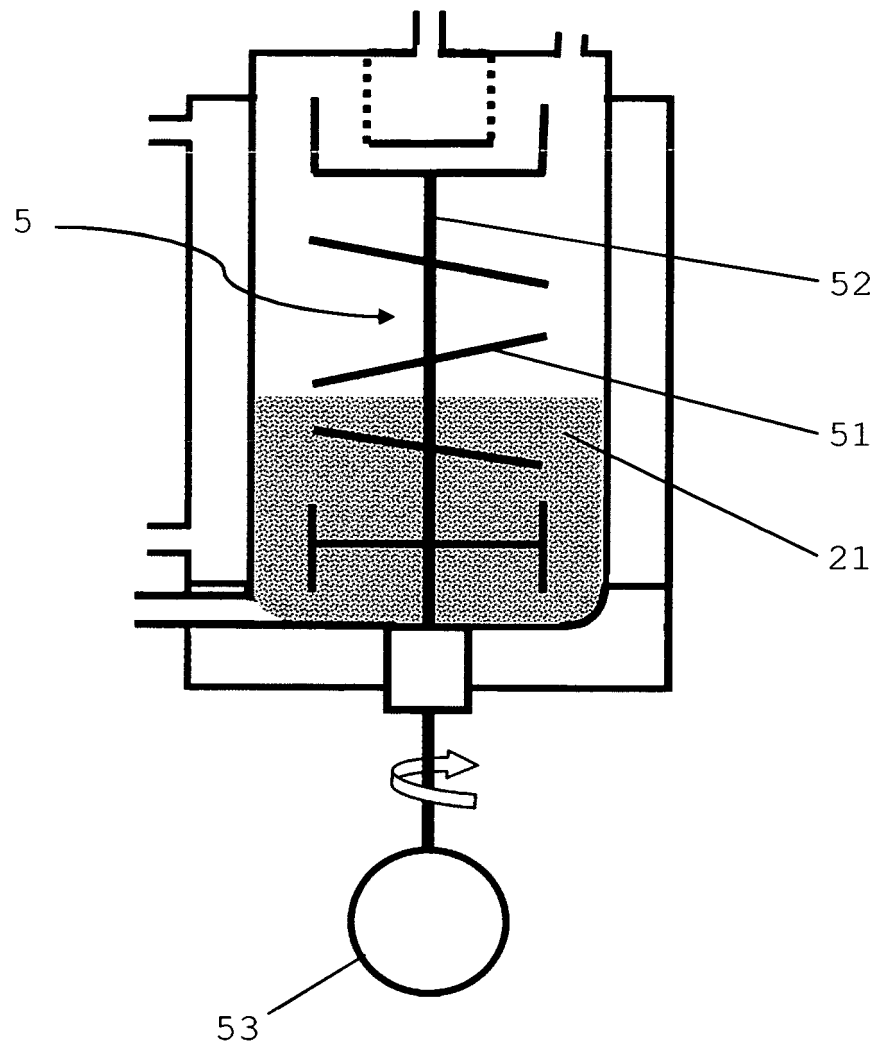


Fig. 4

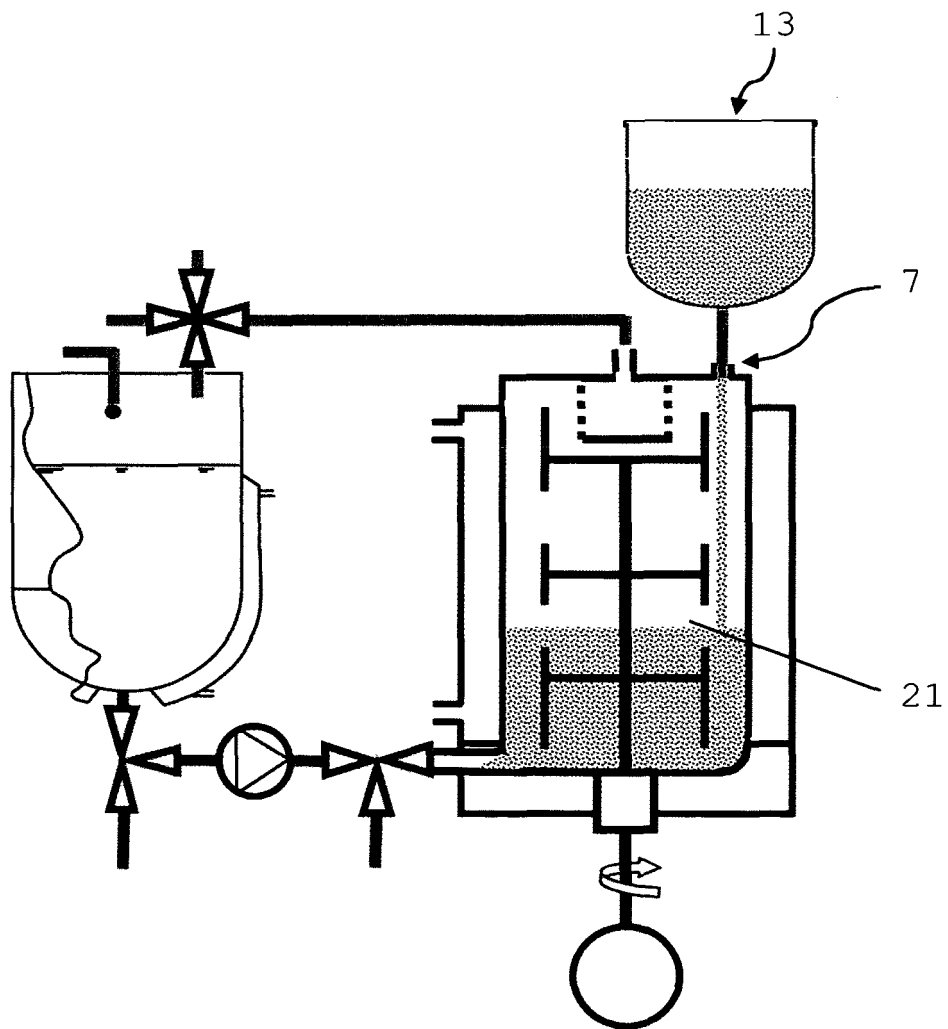


Fig.5

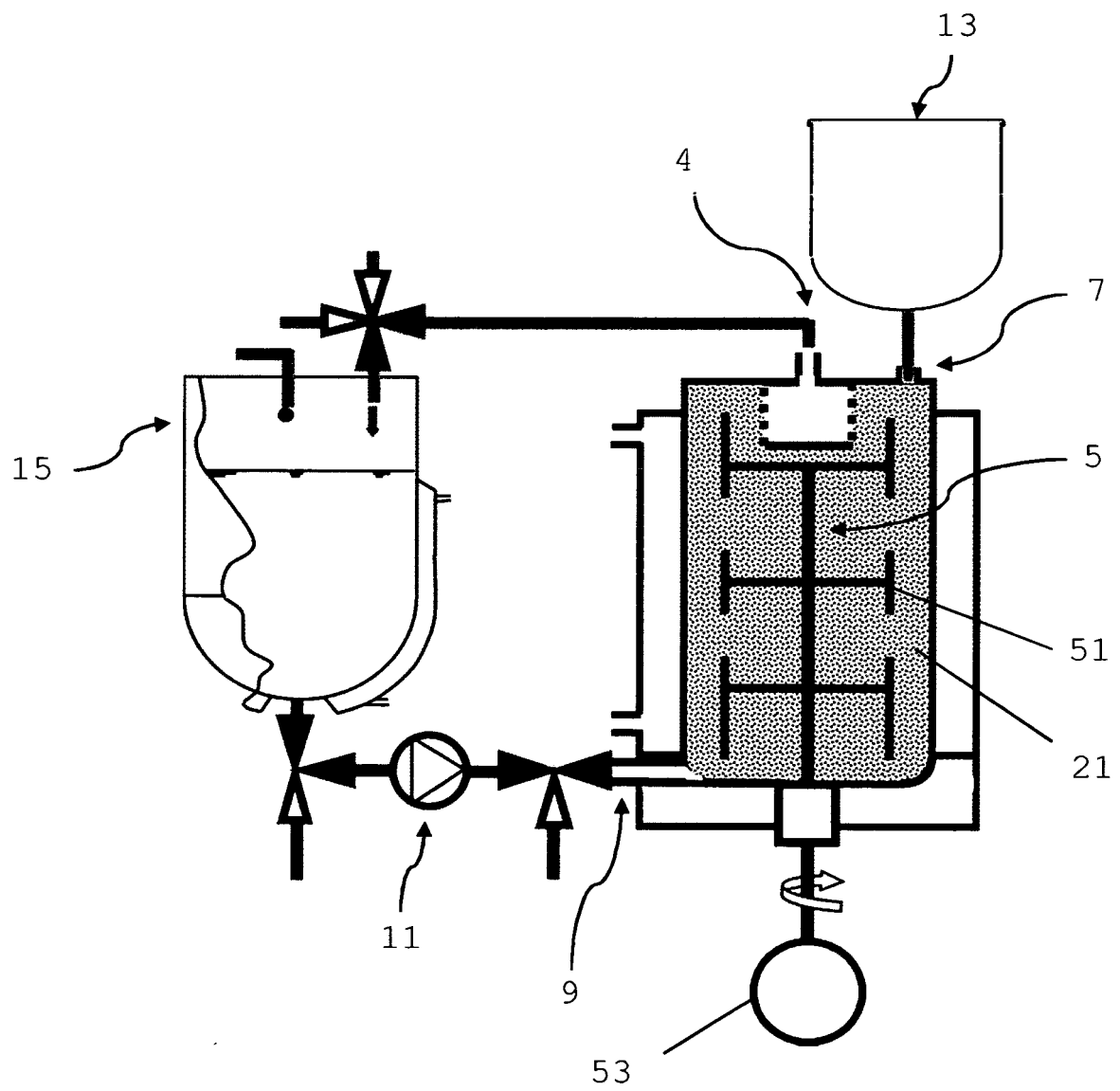


Fig. 6

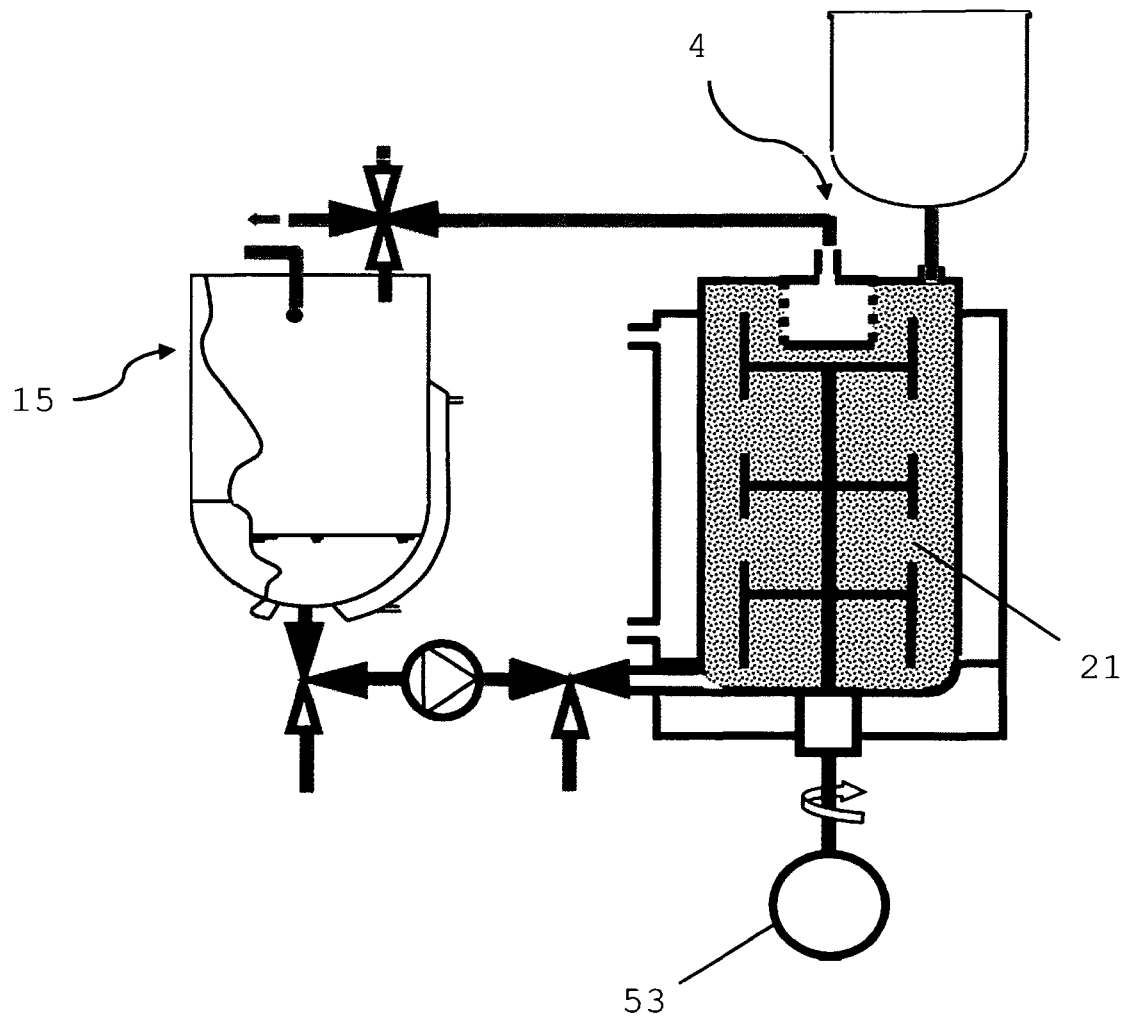


Fig. 7

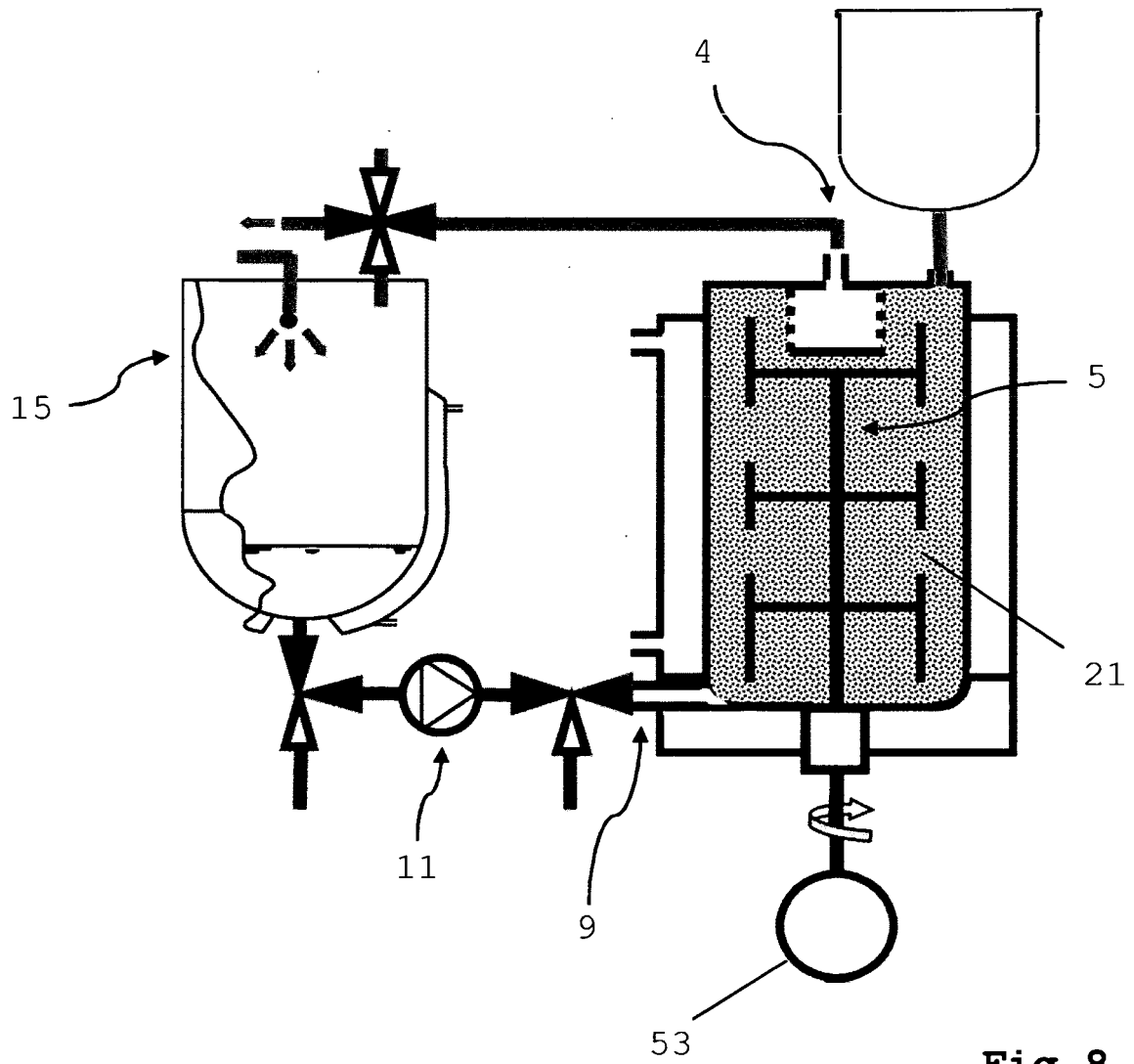


Fig. 8

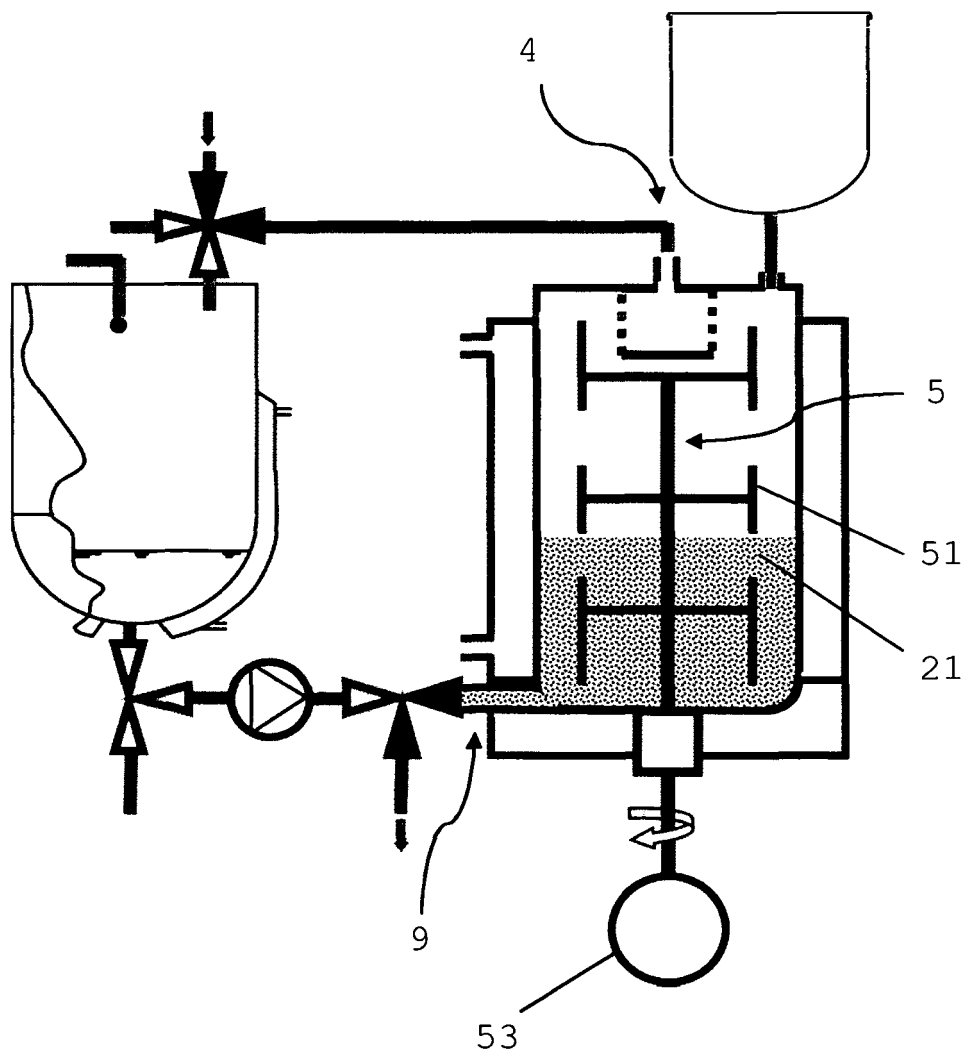


Fig. 9

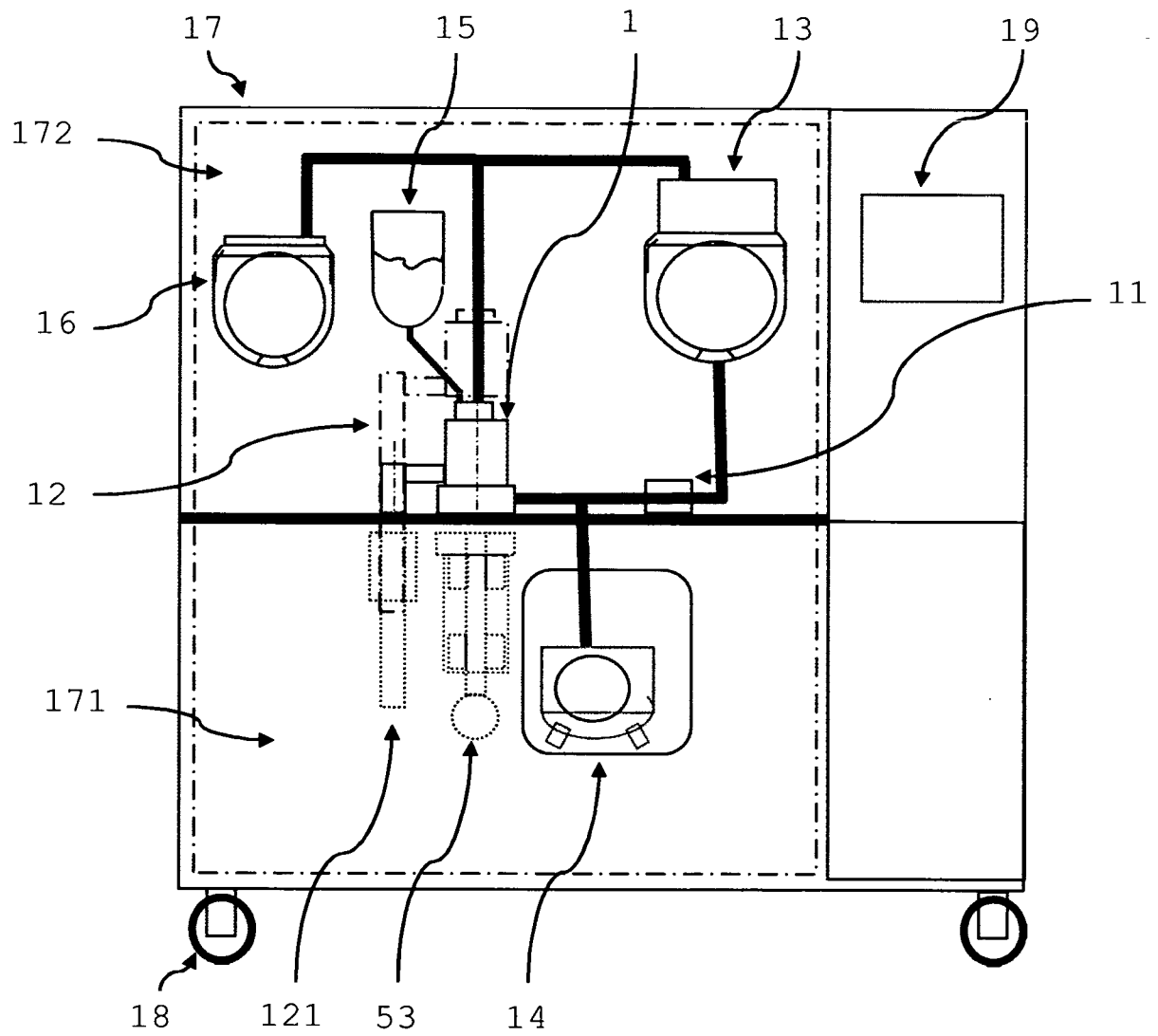


Fig.10

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

- GB 1559201 A [0001]
- EP 1992412 A [0003] [0004]