



(11) **EP 1 943 022 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.03.2010 Patentblatt 2010/13

(21) Anmeldenummer: **05792291.6**

(22) Anmeldetag: **11.10.2005**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/010910

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/042059 (19.04.2007 Gazette 2007/16)

(54) **RÜHRWERKSMÜHLE**

STIRRER MILL

BROYEUR MELANGEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE LI

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.07.2008 Patentblatt 2008/29

(60) Teilanmeldung:
08013806.8 / 1 992 412

(73) Patentinhaber: **Bühler AG**
9240 Uzwil (CH)

(72) Erfinder:
• **STEHR, Norbert**
67269 Grünstadt (DE)

• **SCHMITT, Philipp**
68623 Lampertheim (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 448 100 EP-A- 0 504 836
EP-A- 0 546 320 DE-A1- 19 638 354

EP 1 943 022 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rührwerksmühle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine derartige Rührwerksmühle ist aus der EP 0 370 022 B1 (entspr. US 5,062,577) bekannt. Bei dieser Rührwerksmühle werden die Mahlhilfskörper aus der Mahlgut-Mahlhilfskörper-Strömung durch die Mahlhilfskörper-Rückführ-Kanäle abzentrifugiert, bevor sie das Schutz-Sieb erreicht. Dem Schutz-Sieb kommt hierbei grundsätzlich die Funktion zu, verschlissene Mahlhilfskörper, die zu leicht sind, um direkt durch die Mahlhilfskörper-Rückführ-Kanäle abgeschleudert zu werden, aufzufangen, und als Drosselstelle zum Aufbau eines der Mahlgut-Strömung entgegenwirkenden Gegendruckes zu dienen. Das Rührwerk ist mit in den äußeren Mahlraum vorragenden Rührwerkzeugen versehen. Bei Einsatz extrem kleiner Mahlhilfskörper ist nicht sichergestellt, dass die Mahlhilfskörper nicht doch zum Schutz-Sieb gelangen und dieses mit der Zeit zusetzen. Insbesondere bei Einsatz extrem kleiner Mahlhilfskörper müssen entsprechend feine Schutz-Siebe verwendet werden, die wiederum sehr leicht beschädigt werden können, wenn doch Mahlhilfskörper aufprallen. Wenn wiederum bei Einsatz von Mahlhilfskörpern üblicher Größe verhältnismäßig viskose Mahlgüter zu behandeln sind, dann findet bei einem teilweisen Zusetzen des Schutz-Siebes ein erheblicher Druckaufbau in der Rückwerksmühle statt, der ebenfalls zu einer Störung des Mahlprozesses führt.

[0003] Aus der EP 0 504 836 B1 ist eine Rührwerksmühle bekannt, bei der in einem zylindrischen Gehäuse ein topfförmiger Rotor angeordnet ist, der über seine Länge mit Durchtrittsschlitzen versehen ist. Innerhalb des Rotors ist ein Innen-Stator mit einem Schutz-Sieb angeordnet. Im äußeren Mahlraum sind sowohl am Rotor als auch an der den Mahlraum begrenzenden Wand Werkzeuge angebracht. Für den Einsatz extrem feiner Mahlhilfskörper ist diese Rührwerksmühle nicht geeignet. Im Übrigen treten auch hier die vorstehend bereits erläuterten Probleme auf.

[0004] Aus der DE 34 37 866 A1 (entspr. US 5,011,089) ist eine Rührwerksmühle bekannt, die einen Rotor aufweist, der an seiner Außenseite mit paddelförmigen Werkzeugen besetzt ist. Innerhalb des Rotors ist ein Schutz-Sieb angeordnet. Der Rotor besteht aus achsparallel verlaufenden Stäben, an denen die paddelförmigen Werkzeuge angebracht sind. Das Mahlgut wird radial zugeführt. In dieser Rührwerksmühle wird durch die paddelartige Ausgestaltung der Rührwerkzeuge zwar erreicht, dass die Mahlhilfskörper im Bereich der Behälterwand aufkonzentriert werden; eine definierte Mahlung, insbesondere mittels extrem kleiner Mahlhilfskörper und eine zuverlässige Abtrennung der Mahlhilfskörper ohne Gefahr von Betriebsstörungen ist hiermit ebenfalls nicht möglich. Die Mahlhilfskörper-Packung wird radial vom Mahlgut durchströmt, d. h. das Mahlgut wird nur über einen sehr kurzen Weg einem Mahlprozess aufgesetzt.

Bei einem nur einmaligen Durchgang des Mahlguts durch die Rührwerksmühle wird daher nur ein geringer Mahlfortschritt erreicht.

[0005] Aus der DE 196 38 354 A1 (entspr. US 5,894,998) ist eine Rührwerksmühle der allgemeinen Gattung bekannt, bei der das Schutz-Sieb am topfförmigen Rotor angebracht ist und gegenüber dem Innen-Stator mittels einer Gleitringdichtung abgedichtet ist. Das Schutz-Sieb rotiert also mit dem Rotor, wodurch zu ihr gelangende Mahlhilfskörper zusätzlich abgeschleudert werden.

[0006] Aus der EP 0 546 320 A2 (entsprechend US 5 346 145) ist eine Rührwerksmühle bekannt, auf deren Rotor Werkzeuge mit Förderflächen angebracht sind, die auf das Mahlgut und die Mahlhilfskörper einen Impuls in Richtung vom Mahlguteinlass zum Mahlgutauslass ausüben.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Rührwerksmühle der gattungsgemäßen Art so auszugestalten, dass insbesondere bei Einsatz von Mahlhilfskörpern extrem kleinen Durchmessers eine Mahlung und Dispergierung mit enger Partikel-Verteilung auch bei nur einem Mahlgutdurchlauf durch die Rührwerksmühle erreicht wird, ohne dass die Gefahr von Betriebsstörungen, insbesondere durch Aufprall von Mahlhilfskörpern auf das Schutz-Sieb, auftritt.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichnungsteil des Anspruchs 1 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, dass sich nur in dem Mahlraum zwischen dem Rotor und der Behälterwand Mahlhilfskörper befinden, die in diesem Mahlraum aufkonzentriert werden. Durch die Aufkonzentration der Mahlhilfskörper in diesem Mahlraum wird bereits erreicht, dass diese nicht in den Mahlgut-Abführ-Kanal gelangen. Die Mahlhilfskörper werden durch die am Rotor angebrachten, sich bis in die Nähe der Behälterwand erstreckenden Werkzeuge nach außen beschleunigt und aufkonzentriert. Das Mahlgut durchströmt diese dichte Mahlhilfskörper-Packung in axialer Richtung, wodurch eine gleichmäßige Mahlung und Dispergierung erreicht wird. Über die Maßnahmen zur Aufkonzentration von Mahlhilfskörpern im ringförmigen äußeren Mahlraum hinaus sind Einrichtungen vorgesehen sind, die ein Durchströmen der Mahlhilfskörper zum Schutz-Sieb wirksam unterbinden. Im Mahlgut-Abführ-Kanal, der sich innerhalb des Rotors befindet und durch den Rotor und den Innen-Stator begrenzt wird, befinden sich keine oder nur sehr wenige Mahlhilfskörper. Die eingangs geschilderten Nachteile werden also wirksam unterbunden.

[0009] Die Maßnahmen nach Anspruch 3 begünstigen eine Aufkonzentration der Mahlhilfskörper im Mahlraum.

[0010] Durch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 3 bis 5 wird weiterhin unterstützt, dass die Mahlhilfskörper gar nicht erst in den Umlenk-Kanal gelangen.

[0011] Durch die Weiterbildung nach Anspruch 6 wird erreicht, dass die wenigen Mahlhilfskörper, die noch in den Mahlgut-Abführ-Kanal gelangen, sich nicht absetzen

können und demzufolge in der Strömung in Richtung zu den Mahlhilfskörper-Rückführ-Kanälen verbleiben und dort in den Anfang des Mahlraums zurückgeführt werden. Durch die Maßnahmen nach Anspruch 7 wird hierbei erreicht, dass die Mahlhilfskörper noch in Richtung zu den Mahlhilfskörper-Rückführ-Kanälen beschleunigt werden.

[0012] Durch die Weiterbildung nach Anspruch 8 wird hierbei erreicht, dass an der Innenseite des Rotors keine Mahlgut-Mahlhilfskörper-Schicht gebildet wird, die nicht mehr am Prozess beteiligt ist.

[0013] Im Zusammenhang mit den Maßnahmen nach den Ansprüchen 8 bis 10 ist die Weiterbildung nach Anspruch 9 besonders vorteilhaft, da hierdurch insbesondere temperaturempfindliches Mahlgut im Mahlgut-Abführ-Kanal ohne weitere Energieeinleitung besonders intensiv gekühlt wird, also nur während des eigentlichen Mahlprozesses im Mahlraum einer hohen Energieeinleitung ausgesetzt wird.

[0014] Durch die Ausgestaltung nach Anspruch 10 wird erreicht, dass im Mahlgut-Abführ-Kanal vorhandene Mahlhilfskörper direkt wieder in den Mahlraum nach außen abgeschleudert werden können. Dies wird durch die Weiterbildung nach Anspruch 13 noch begünstigt.

[0015] Zweckmäßige Durchmesserbereiche für extrem kleine Mahlhilfskörper ergeben sich aus Anspruch 12.

[0016] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der Zeichnung. Es zeigt

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Rührwerksmühle in einer Seitenansicht,
- Fig. 2 einen vertikalen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer Rührwerksmühle,
- Fig. 3 eine Abwicklung der Außenseite des Rotors der Rührwerksmühle nach Fig. 2,
- Fig. 4 eine Seitenansicht des Innen-Stators der Rührwerksmühle nach Fig. 2 und 3,
- Fig. 5 einen vertikalen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel der Rührwerksmühle,
- Fig. 6 eine Abwicklung der Innenseite des Rotors der Rührwerksmühle nach Fig. 5,
- Fig. 7 einen vertikalen Längsschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel der Rührwerksmühle,
- Fig. 8 einen vertikalen Längsschnitt durch ein viertes Ausführungsbeispiel der Rührwerksmühle und
- Fig. 9 einen Längsschnitt durch ein fünftes Ausführungsbeispiel der Rührwerksmühle.

[0017] Die in Fig. 1 dargestellte Rührwerksmühle weist in üblicher Weise einen Ständer 1 auf, an dem ein zylindrischer Mahlbehälter 2 anbringbar ist. In dem Ständer 1 ist ein elektrischer Antriebsmotor 3 untergebracht, der mit einer Keilriemenscheibe 4 versehen ist, von der über Keilriemen 5 eine mit einer Antriebs-Welle 6 drehfest verbundene Keilriemenscheibe 7 drehend antreibbar ist.

[0018] Wie insbesondere aus Fig. 2 und 3 hervorgeht, weist der Mahlbehälter 2 eine zylindrische, einen Mahlraum 8 umgebende Behälterwand 9, die von einem im Wesentlichen zylindrischen Kühlmantel 10 umgeben ist, auf. Die Behälterwand 9 und der Kühlmantel 10 begrenzen zwischen sich einen Kühlraum 11. Der untere Abschluss des Mahlraumes 8 ist durch eine kreisringförmige Bodenplatte 12 gebildet, die am Mahlbehälter 2 mittels Schrauben 13 befestigt ist.

[0019] Der Mahlbehälter 2 weist einen oberen Ringflansch 14 auf, mittels dessen er an der Unterseite eines Traggehäuses 15 mittels Schrauben 16 befestigt ist, das am Ständer 1 der Rührwerksmühle angebracht ist. Der Mahlraum 8 ist mittels eines Deckels 17 verschlossen. Das Traggehäuse 15 weist ein mittleres Lager- und Dichtungsgehäuse 18 auf, das koaxial zur Mittel-Längs-Achse 19 des Mahlbehälters 2 angeordnet ist. Dieses Lager- und Dichtungsgehäuse 18 wird von der ebenfalls koaxial zur Achse 19 verlaufenden Antriebs-Welle 6 durchsetzt, an der ein Rührwerk 20 angebracht ist.

[0020] In den dem Mahlraum 8 benachbarten Bereich des Lager- und Dichtungsgehäuses 18 mündet eine Mahlgut-Zuführleitung 21 ein.

[0021] An der Bodenplatte 12 ist ein in den Mahlbehälter 2 hineinragender, etwa topfförmig ausgebildeter, zylindrischer Innen-Stator 22 angeordnet, der koaxial zur Achse 19 eine Außenwand 23 und innerhalb dieser Außenwand 23 einen zylindrischen Innenmantel 24 aufweist. Die Außenwand 23 und der Innenmantel 24 begrenzen zwischen sich einen Kühlraum 25 des Innen-Stators 22. Dem Kühlraum 25 wird Kühlwasser über einen Kühlwasser-Zuführanschluss 26 zugeführt, das über einen Kühlwasser-Abführanschluss 27 abgeführt wird. Dem Kühlraum 11 des Mahlbehälters 2 wird Kühlwasser über einen Kühlwasser-Zuführstutzen 28 zugeführt, das über einen Kühlwasser-Abführstutzen 29 abgeführt wird.

[0022] An dem in der Zeichnung oberen Ende des Innen-Stators 22 ist ein Schutz-Sieb 30 angeordnet, das mit einer Mahlgut-Abfuhrleitung 31 verbunden ist. Die Abfuhrleitung 31 ist im Bereich der Bodenplatte 12 mit einem Haltebügel 32 versehen, der mittels Schrauben 33 mit der Bodenplatte 12 lösbar verbunden ist.

[0023] Das Schutz-Sieb 30 ist gegenüber dem Innen-Stator 22 mittels einer Dichtung 34 abgedichtet und kann nach Lösen der Schrauben 33 zusammen mit der Abfuhrleitung 31 nach unten aus dem Innen-Stator herausgezogen werden.

[0024] Das Rührwerk 20 ist in seinem Grundaufbau topfförmig ausgebildet, d. h. es weist einen im Wesentlichen ringzylindrischen Rotor 35 auf. An seinem oberen Ende weist das Rührwerk 20 ein deckelartiges Ab-

schlusssteil 36 des Rotors 35 auf. Im Rührwerk 20, und zwar im Übergangsbereich zwischen dem deckelartigen Abschlussteil 36 und dem ringzylindrischen, also rohrförmigen Rotor 35, ist eine Mahlhilfskörper-Rückführeinrichtung 37 angeordnet.

[0025] Für die radiale Weite a des Mahlraumes 8 gilt: $a = (D9 - D35)/2$, wobei $D9$ der Durchmesser der Behälterwand 9, also der Außendurchmesser des Mahlraums 8 ist und wobei $D35$ den Außendurchmesser des Rotors 35, also den Innendurchmesser des Mahlraums bezeichnet. Es gilt: $0,6 \leq D35/D9 \leq 0,95$ und bevorzugt $0,7 \leq D35/D9 \leq 0,85$.

[0026] Die Innenseite der Behälterwand 9 ist zylindrisch glatt, weist also keine in den ringförmigen Mahlraum 8 ragenden Werkzeuge auf. Demgegenüber sind an der ebenfalls zylindrischen Außenseite des Rotors 35 radial zur Mittel-Längs-Achse 19 in den Mahlraum 8 ragende stiftförmige Werkzeuge 38 angebracht. Sie erstrecken sich bis nahe an die Behälterwand 9, zu der sie nur einen konstruktiv vorgegebenen Spalt 39 mit einer Spaltweite b freilassen. Wie Fig. 3 entnehmbar ist, sind die Werkzeuge 38 schraubenlinienförmig auf der Rotorfläche angebracht. Die in dem dem Abschlussteil 36 zugeordneten ersten Bereich 40 angeordneten Werkzeuge 38 sind dabei auf einer derart ausgebildeten ersten Schraubenlinie 41 angeordnet, dass sie bei einer Drehung des Rührwerks 20 und damit des Rotors 35 in Drehrichtung 42 auf im Mahlraum 8 befindliche Mahlhilfskörper 43 mit einem Durchmesser c eine in Durchströmrichtung 44 des Mahlguts nach unten, also zur Bodenplatte 12 hin, gerichtete Förderwirkung auf die Mahlhilfskörper 43 ausüben. Dieser erste Bereich 40 mit der Anordnung der Werkzeuge 38 auf der ersten Schraubenlinie 41 erstreckt sich etwa bis zur unteren Seite der Rückführeinrichtung 37, wie Fig. 3 entnehmbar ist.

[0027] In einem unterhalb des ersten Bereichs 40 liegenden zweiten Bereich 45 sind die Werkzeuge 38 auf einer zweiten, entgegengesetzt gerichteten Schraubenlinie 46 angeordnet, sodass sie bei Antrieb des Rührwerks 20 in der Drehrichtung 42 auf die Mahlhilfskörper 43 einen entgegen der Durchströmrichtung 44 des Mahlguts gerichteten Impuls ausüben. Wie sich aus Fig. 3 ergibt, sind in Umfangsrichtung des Rotors 35 benachbarte Werkzeuge 38 sowohl auf der ersten Schraubenlinie 41 als auch auf der zweiten Schraubenlinie 46 in Richtung der Mittel-Längs-Achse 19 einander überlappend angeordnet, sodass bei einer Umdrehung des Rotors 35 die Behälterwand 9 vollständig von den Werkzeugen 38 überstrichen wird.

[0028] Zwischen dem Rotor 35 und der Außenwand 23 des Innen-Stators 22 ist ein ringzylindrischer Mahlgut-Abführ-Kanal 47 ausgebildet. An der Außenwand 23 des Innen-Stators 22 sind radial nach außen in den Abführ-Kanal 47 ragende, stiftförmige Abstreif-Werkzeuge 48 angebracht. Wie sich aus Fig. 4 ergibt, sind in Umfangsrichtung des Innen-Stators 22 benachbarte Abstreif-Werkzeuge 48 in Richtung der Mittel-Längs-Achse 19 einander überlappend angeordnet, sodass bei einer Um-

drehung des Rotors 35 dessen Wand vollständig von diesen Werkzeugen 48 überstrichen wird. Sie sind auf einer Schraubenlinie angebracht, die derart verläuft, dass sie bei Antrieb des Rotors 35 in Drehrichtung 42 einen in der Durchströmrichtung 44 gerichteten Impuls auf eventuell in den Abführ-Kanal 47 gelangte Mahlhilfskörper 41 ausüben. Die Abstreif-Werkzeuge 48 weisen gegenüber dem Innen-Stator 22 einen Spalt 49 auf, dessen Spaltweite e nur so groß ist, wie es konstruktiv notwendig ist.

[0029] Für die Spaltweite b des Spalts 39 gilt im Verhältnis zum Durchmesser c der Mahlhilfskörper 43: $4c \leq b \leq 6c$, wobei bei Einsatz besonders kleiner Mahlhilfskörper 43 als Mindest-Randbedingung gilt: $1,0 \text{ mm} \leq b \leq 2,0 \text{ mm}$. Entsprechend gilt für die Spaltweite e des Spalts 49 im Verhältnis zum Durchmesser c der Mahlhilfskörper 43: $4c \leq e \leq 6c$, wobei auch hier für extrem kleine Mahlhilfskörper 43 als Mindest-Randbedingung gilt: $1,0 \text{ mm} \leq e \leq 2,0 \text{ mm}$. Aufgrund dieser Ausgestaltung verwirbeln die Werkzeuge 38 die Mahlhilfskörper-Packung im Mahlraum 8 ständig. Die Abstreif-Werkzeuge 48 schaben aufgrund der geringen Spaltweite e den Rotor 35 bei dessen Antrieb gleichsam ab. Wenn Mahlhilfskörper 43 extrem kleinen Durchmessers c , also Mikro-Mahlhilfskörper, eingesetzt werden, dann gilt für deren Durchmesser c : $20 \text{ } \mu\text{m} \leq c \leq 100 \text{ } \mu\text{m}$.

[0030] Der Abführ-Kanal 47 weist eine radiale Weite f auf, für die gilt: $f = (d35 - d23)/2$, wobei $d35$ den Innendurchmesser des Rotors 35, also den Außendurchmesser des Abführ-Kanals 47 und $d23$ den Außendurchmesser des Innen-Stators 22, also den Innendurchmesser des Abführ-Kanals 47 bezeichnen. Es gilt: $0,8 \leq d23/d35 \leq 0,98$ und bevorzugt $0,9 \leq d23/d35 \leq 0,98$. Der Mahlraum 8 ist mit dem Abführ-Kanal 47 mittels eines Umlenk-Kanals 50 verbunden, dessen Weite - wie aus Fig. 2 hervorgeht - etwa der des Abführ-Kanals 47 entspricht. Dieser Umlenk-Kanal 50 umgibt also den Rotor 35 an seinem freien unteren Ende. Der Mahlraum 8 ist benachbart zum Umlenk-Kanal 50 im Wesentlichen mittels einer sich radial zur Achse 19 erstreckenden Bodenfläche 51 abgeschlossen, in deren unmittelbarer Nähe das unterste, also nächst benachbarte Werkzeug 38 umläuft, dessen Abstand g zur Bodenfläche 51 etwa dem der Spaltweiten b und e entspricht. Hierdurch wird erreicht, dass auch in diesem Bereich, also unmittelbar vor dem Eintritt in den Umlenk-Kanal 50, Mahlhilfskörper 43 radial nach außen beschleunigt werden, also vom Umlenk-Kanal 50 weg gefördert werden.

[0031] Wie in Fig. 2 angedeutet ist, besteht das zylindrische Schutz-Sieb 30 aus einem Stapel von Ringscheiben 52, zwischen denen jeweils ein Trennspace 53 freigelassen ist, dessen Weite kleiner ist als der Durchmesser c der kleinsten verwendeten Mahlhilfskörper 43. Der Stapel von Ringscheiben 52 ist stirnseitig, also an der der Welle 6 zugewandten Seite, durch eine Verschlussplatte 54 abgeschlossen. Das Schutz-Sieb 30 ist innerhalb der Rückführeinrichtung 37 angeordnet.

[0032] Wie aus Fig. 2 und 3 hervorgeht, sind in der Rückführeinrichtung 37 Mahlhilfskörper-Rückführ-Kanä-

le 55 ausgebildet. Deren jeweilige Eintrittsöffnung 56 befindet sich unmittelbar benachbart zum Rückführ-Kanal 47 und zum Schutz-Sieb 30. Ihre jeweilige Austrittsöffnung 57 mündet in den in den Anfangsbereich des Mahlraums 8, und zwar im ersten Bereich 40 der schraubenlinienförmigen Anordnung der Werkzeuge 38. Wie Fig. 3 entnehmbar ist, befinden sich die jeweiligen Austrittsöffnungen 57 - bezogen auf die Drehrichtung 42 - unmittelbar vor einem oder mehreren Werkzeugen 38, sodass durch einen Abführ-Kanal 47 zurückgeführte Mahlhilfskörper 43 sofort nach ihrem Austritt aus der Austrittsöffnung 57 einen Förderimpuls in Durchströmrichtung 44 erhalten.

[0033] Das Mahlgut durchströmt den Mahlraum 8 entsprechend der Durchströmrichtung 44 von der Mahlgut-Zuführleitung 21 kommend durch einen Mahlgut-Zuführraum 58 zwischen dem Abschlussteil 36 des Rührwerks 20 und dem Deckel 17, den ersten Bereich 40 und den zweiten Bereich 45 des Mahlraums 8 nach unten, durch den Umlenk-Kanal 50 radial nach innen und von dort durch den Mahlgut-Abführ-Kanal 47 nach oben bis zu einem zwischen dem Abschlussteil 36 und dem Innen-Stator 22 ausgebildeten, im Wesentlichen radial nach innen zum Schutz-Sieb 30 gerichteten Abströmkanal 59. Dann tritt es durch das Schutz-Sieb 30 in die Mahlgut-Ablaufleitung 31 ein und durch diese aus der Rührwerksmühle aus.

[0034] Auf dem Weg durch den Mahlraum 8 wird das Mahlgut bei drehend angetriebenem Rührwerk 20 im Zusammenwirken mit den Mahlhilfskörpern 43 gemahlen. Durch die Werkzeuge 38 erhalten die Mahlhilfskörper 43 Tangentialimpulse, die sie in Richtung zur Behälterwand 9 befördern. Es tritt also eine Verdichtung der Mahlhilfskörper 43 im radial äußeren Bereich des Mahlraums 8 ein, wie in der Zeichnung angedeutet ist. Durch die geringe Weite b des Spaltes 39 zwischen den Werkzeugen 38 und der Behälterwand 9 treten keine Ablagerungen von Mahlhilfskörpern 43 an der Behälterwand 9 auf; auch dorthin geschleuderte Mahlhilfskörper 43 werden immer wieder aktiviert und mitgenommen. Durch die bereits geschilderte Anordnung der Werkzeuge 38 auf den beiden Schraubenlinien 41 bzw. 46 wird sichergestellt, dass einerseits im oberen ersten Bereich 40 die Mahlhilfskörper 43 nicht durch den Mahlgut-Zuführraum 58 in die Mahlgut-zuführleitung 21 zurückströmen. Durch die Anordnung der Rührwerkzeuge im zweiten Bereich 45 wird erreicht, dass keine Mahlhilfskörper 43, oder jedenfalls nicht in nennenswertem Umfang Mahlhilfskörper 43 durch den Umlenk-Kanal 50 in den Abführ-Kanal 47 gelangen. Im Mahlraum 8 stellt sich eine turbulente Strömung ein, d. h. das Mahlgut durchströmt den Mahlraum 8 nicht geradlinig, sondern stark verwirbelt. Dadurch strömen die einzelnen Mahlgutpartikel immer abwechselnd zum Rotor 35 und dann wieder in Richtung zur Behälterwand 9 und dann wieder in Richtung zum Rotor 35 etc. Diese in radialer Richtung hin und her gehende Strömung wird überlagert durch den Durchsatz der Rührwerksmühle in Durchströmrichtung 44, wobei die Größe der Ge-

schwindigkeitskomponente in Durchströmrichtung 44 sich aus dem Volumen-Durchsatz an Mahlgut pro Zeiteinheit und dem freien Querschnitt des Mahlraums 8, also dem Querschnitt des Mahlraums 8 abzüglich des Querschnitts der vorhandenen Mahlhilfskörper 43, ergibt.

[0035] Soweit trotz der geschilderten Maßnahmen Mahlhilfskörper 43 in den Mahlgut-Abführ-Kanal 47 gelangen, werden sie dort durch die Abstreif-Werkzeuge 48 mit dem Mahlgut durch den gesamten Abstreif-Kanal 47 gefördert. Sie werden durch die Rückführ-Einrichtung 37 wieder in den ersten Bereich 40 des Mahlraums 8 abgeschleudert.

[0036] Die Ausführungsform nach Fig. 5 unterscheidet sich von der nach Fig. 2 nur dadurch, dass im Rotor 35' über dessen axiale Länge und über seinen Umfang verteilt durch Bohrungen gebildete zusätzliche kleine Mahlhilfskörper-Rücktransport-Kanäle 60 mit einem Durchmesser h von 5,0 bis 30,0 mm ausgebildet sind. Diese münden also unmittelbar aus dem ringzylindrischen Mahlgut-Abführ-Kanal 47 in den zweiten Bereich 45 des Mahlraums 8, sodass trotz der geschilderten Maßnahmen in den Mahlgut-Abführ-Kanal 47 gelangte Mahlhilfskörper 43 bereits vor Erreichen der oberen Rückführeinrichtung 37 in den Mahlraum 8 zurückgeschleudert werden.

[0037] Wie sich aus der Abwicklung der Innenseite des Rotors 35' gemäß Fig. 6 ergibt, sind die kleinen Mahlhilfskörper-Rücktransport-Kanäle 60 auf Schraubenlinien angeordnet, wobei in Umfangsrichtung einander benachbarte Kanäle 60 einander überlappen, so dass doch in den Mahlgut-Abführ-Kanal 47 gelangte und an den Rotor 35 abzentrifugierte Mahlhilfskörper 43 zwingend an mindestens einem derartigen Kanal 60 vorbeiströmen, durch den sie in den äußeren Mahlraum 9 zurückgeschleudert werden können.

[0038] Die Ausführungsform nach Fig. 7 unterscheidet sich von der nach Fig. 2 nur dadurch, dass das Schutz-Sieb 30' in an sich bekannter Weise einen mit dem Innen-Stator 22 verbundenen Stützkörper 61 aufweist, der mit schlitzförmigen Öffnungen 62 versehen ist. Auf der Außenseite dieses Stützkörpers 61 ist ein sehr dünnes Blech bzw. eine Folie 63 angeordnet, die mit sehr feinen Trennschlitz 64 versehen ist, deren in der Zeichnung nicht darstellbare Breite auf jeden Fall kleiner ist als der Durchmesser c der kleinsten Mahlhilfskörper 43.

[0039] Die Rührwerksmühle nach Fig. 8 unterscheidet sich von der nach Fig. 2 dadurch, dass der Rotor 35' die Mahlhilfskörper-Rücktransport-Kanäle 60 entsprechend der Ausgestaltung in Fig. 5 und das Schutz-Sieb 30' entsprechend der Ausgestaltung nach Fig. 7 aufweist.

[0040] Die Ausgestaltung nach Fig. 9 entspricht grundsätzlich der nach den Fig. 5 und 7, d. h. der Rotor 35' ist mit den Mahlhilfskörper-Rücktransport-Kanälen 60 versehen. Das Schutz-Sieb 30" ist hierbei allerdings nicht am Innen-Stator 22 angebracht, sondern im Abschlussteil 36 des Rotors 35', in dem eine generell alle Schutz-Siebe 30, 30', 30" umschließende bzw. aufneh-

mende zylindrische Ausnehmung 65 ausgebildet ist. Das Schutz-Sieb 30" weist einen Stützkörper 66 auf, der mittels einer Schraube 67 mit dem Abschlussteil 36 des Rotors 35' verbunden ist. Der Stützkörper 66 ist mit schlitzförmigen Öffnungen 62 versehen und an seinem zylindrischen Außenumfang mit einer Folie bzw. einem Blech 63 mit Trennschlitz 64 umhüllt. Im Stützkörper 66 ist ein Abfluss 68 ausgebildet, der an der dem Innen-Stator 22' zugewandten Seite eine mit der Achse 19 konzentrische Abfluss-Öffnung 69 aufweist. Die Mahlgut-Abflaufleitung 31' erstreckt sich abgedichtet durch die ansonsten geschlossene obere Stirnwand 70 des Innen-Stators 22', und zwar bis kurz vor die zugewandte Abschluss-Wand 71 des Schutz-Siebes 30". Zwischen der Mahlgut-Abflaufleitung 31' und dieser Abschluss-Wand 71 ist ein schmaler Spalt 72 ausgebildet. Dieser Spalt 72 hat üblicherweise eine Weite i , die kleiner ist als der kleinste Durchmesser c der Mahlhilfskörper 43. Die Weite i des Spaltes 72 muss so klein sein, dass hier beim Abfluss des gemahlten Mahlgutes ein ausreichend großer Druckverlust eintritt, so dass das Mahlgut durch das Schutz-Sieb 30" abfließt.

[0041] Die Abschluss-Wand 71 dieses Schutz-Siebes 30" öffnet sich zur Stirnwand 70 hin kegelstumpfförmig und begrenzt an ihrem radial äußeren Bereich zur Stirnwand 70 einen Ringspalt 73, durch den beim Betrieb der Rührwerksmühle praktisch keine Mahlhilfskörper 43 eindringen können. Im Stillstand möglicherweise in diesen Bereich gelangte Mahlhilfskörper 43 werden durch den Ringspalt 73 wieder nach außen abgeschleudert und gelangen in die Mahlhilfskörper-Rückführ-Kanäle 55.

[0042] Auch bei dieser Ausgestaltung befindet sich das Schutz-Sieb 30" mit ihrer Folie bzw. ihrem Blech 63 vollständig in axialer Überdeckung mit den Mahlhilfskörper-Rückführ-Kanälen 55. Sollten irgendwelche Mahlhilfskörper 43 doch in den Bereich des Schutz-Siebes 30" gelangen, so werden sie auch von deren ihren zylindrischen Umfang bildender Folie bzw. Blech 63 in die Rückführ-Kanäle 55 geschleudert.

[0043] Obwohl die zuvor geschilderten Ausführungsbeispiele jeweils Rührwerksmühlen mit einer vertikalen Mittel-Längs-Achse 19 zeigen, sind die geschilderten Ausführungen auch ohne weiteres in horizontaler Position einsetzbar oder in einer dazwischen liegenden Position.

[0044] Für den Fall, dass Mahlhilfskörper 43 extrem kleinen Durchmessers c , also Mikro-Mahlhilfskörper, eingesetzt werden, hat das Mahlgut eine sehr geringe Viskosität im Bereich von 1 bis 100 mPas.

Patentansprüche

1. Rührwerksmühle zum Behandeln von fließfähigem Mahlgut,

- mit einem mittels einer Behälterwand (9) einen weitgehend geschlossenen Mahlraum (8) be-

grenzenden Mahlbehälter (2) und
 - mit einem in Drehrichtung (42) drehantreibbar in dem Mahlbehälter (2) angeordneten, relativ zu einer gemeinsamen Mittel-Längs-Achse (19) topfförmig ausgebildeten Rührwerk (20) mit einem ringzylindrischen Rotor (35, 35'), der mit sich bis in die Nähe der Behälterwand (9) erstreckenden Werkzeugen (38) versehen ist, und
 - mit einem innerhalb des Rotors (35, 35') angeordneten, mit dem Mahlbehälter (2) verbundenen, eine geschlossene Außenwand (23) aufweisenden Innen-Stator (22, 22'),
 - wobei zwischen der Behälterwand (9) und dem Rotor (35, 35') der ringzylindrische, Mahlhilfskörper (43) mit einem Durchmesser c aufnehmende Mahlraum (8) und zwischen dem Rotor (35, 35') und der Außenwand (23) des Innen-Stators (22, 22') ein koaxial innerhalb des Mahlraums (8) angeordneter und mit diesem über einen Umlenk-Kanal (50) verbundener, ringzylindrischer, ringspaltförmiger Innen-Raum ausgebildet sind, und
 - wobei der Mahlraum (8) zumindest teilweise mit Mahlhilfskörpern (43) gefüllt ist, und
 - wobei ein dem Mahlraum (8) vorgeordneter und in diesen in einer Durchströmrichtung (44) des Mahlgutes einmündender Mahlgut-Zuführ-Raum (58) und ein dem Innen-Raum (8) in Durchströmrichtung (44) nachgeordnetes Schutz-Sieb (30, 30") zum Durchtritt des Mahlguts etwa auf derselben Seite des Mahlbehälters (2) angeordnet sind, und
 - wobei im Rührwerk (20) Mahlhilfskörper-Rückführ-Kanäle (55) zur Rückführung der Mahlhilfskörper (43) aus dem Bereich des Schutz-Siebes (30, 30") in den Mahlgut-Raum (8) vorgesehen sind, die das Ende des Innen-Raums mit dem Beginn des Mahlraumes (8) verbinden, und

wobei die Behälterwand (9) frei von Werkzeugen ist **dadurch gekennzeichnet,**

dass die am Rotor (35, 35') angebrachten Werkzeuge (38) nur einen kleinen Spalt (39) zur Behälterwand (9) freilassen,

dass der Innen-Raum als Mahlgut-Abführ-Kanal (47) ausgebildet ist und

dass als Einrichtungen zur Behinderung des Überströmens von Mahlhilfskörpern (43) aus dem Mahlraum (8) in den Mahlgut-Abführ-Kanal (47) die am Rotor (35, 35') angebrachten Werkzeuge (38) in einem Bereich (45) zwischen den Mahlhilfskörper-Rückführ-Kanälen (55) und dem Umlenk-Kanal (50) in Umfangsrichtung des Rotors (35, 35') einander überlappend auf einer Schraubenlinie (46) derart angeordnet sind, dass sie beim Drehantrieb des Rotors (35, 35') in einer Drehrichtung (42) auf die Mahlhilfskörper (43) einen der Durchströmrichtung (44) entgegengerichteten Impuls ausüben.

2. Rührwerksmühle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der Spalt (39) zwischen den Werkzeugen (38) und der Behälterwand (9) eine Spaltweite b hat, für die im Verhältnis zum Durchmesser c der Mahlhilfskörper (43) gilt: $4c \leq b \leq 6c$, wobei als Mindest-Spaltweite b gilt: $1,0 \text{ mm} \leq b \leq 2,0 \text{ mm}$.
3. Rührwerksmühle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der Mahlraum (8) vor dem Umlenk-Kanal (50) eine Bodenfläche (51) aufweist, die von dem nächstliegenden Werkzeug (38) unter Freilassung eines Abstands g überstrichen wird.
4. Rührwerksmühle nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**,
dass für den Abstand g zwischen der Bodenfläche (51) und dem nächstliegenden Werkzeug (38) im Verhältnis zum Durchmesser c der Mahlhilfskörper (43) gilt: $4c \leq g \leq 6c$, wobei als Mindest-Abstand g gilt: $1,0 \text{ mm} \leq g \leq 2,0 \text{ mm}$.
5. Rührwerksmühle nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Umlenk-Kanal (50) unmittelbar-neben dem Rotor (35, 35') aus dem Mahlraum (8) ausmündet und **dass** die Bodenfläche (51) radial außerhalb hiervon angeordnet ist.
6. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**,
dass am Innen-Stator (22, 22') sich zum Rotor (35, 35') hin erstreckende Abstreif-Werkzeuge (48) angeordnet sind und **dass** der Rotor (35, 35') auf seiner dem Mahlgut-Abführ-Kanal (47) begrenzenden Innenseite frei von Werkzeugen ist.
7. Rührwerksmühle nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die am Innen-Stator (22, 22') angeordneten Abstreif-Werkzeuge (48) in Richtung der Mittel-Längs-Achse (19) einander überlappen und in Umfangsrichtung des Innen-Stators (22, 22') auf einer Schraubenlinie derart angeordnet sind; **dass** sie beim Antrieb des Rotors (35, 35') in Drehrichtung (42) einen in Durchströmrichtung (44) gerichteten Impuls auf die Mahlhilfskörper (43) ausüben.
8. Rührwerksmühle nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Abstreif-Werkzeuge (48) zum Rotor (35, 35') einen Spalt (49) freilassen, für dessen Spaltweite e im Verhältnis zum Durchmesser c der Mahlhilfskörper (43) gilt: $4c \leq e \leq 6c$, wobei für eine Mindest-Spaltweite e gilt: $1,0 \text{ mm} \leq e \leq 2,0 \text{ mm}$.
9. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der Innen-Stator (22, 22') mit einem Kühlraum (25) versehen ist.
10. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**,
dass im Rotor (35') den Mahlgut-Abführ-Kanal (47) mit dem Mahl-Raum (8) verbindende kleine Mahlhilfskörper-Rücktransport-Kanäle (60) ausgebildet sind, für deren Durchmesser h gilt: $5,0 \text{ mm} \leq h \leq 30,0 \text{ mm}$.
11. Rührwerksmühle nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Mahlhilfskörper-Rücktransport-Kanäle (60) in Richtung der Mittel-Längs-Achse (19) einander überlappend und auf einer Schraubenlinie angeordnet sind, die in Drehrichtung (42) vom Umlenk-Kanal (15) in Richtung zum Schutz-Sieb (30, 30', 30'') ansteigt.
12. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,
dass für den Durchmesser c der Mahlhilfskörper (43) gilt:
 $c \leq 0,3 \text{ mm}$ und bevorzugt $0,02 \text{ mm} \leq c \leq 0,1 \text{ mm}$.
13. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**,
dass das Schutz-Sieb (30'') drehfest mit dem Rührwerk (20) verbunden ist und **dass** ein Abfluss (68) des Schutz-Siebes (30'') direkt in eine gegenüber dem Mahlbehälter (2) ortsfeste Mahlgut-Ablaufleitung (31') einmündet.
14. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**,
dass für das Verhältnis des Innendurchmesser $D35$ des Mahlraums (8) zum Außendurchmesser $D9$ des Mahlraums (8) gilt: $0,6 \leq D35/D9 \leq 0,95$ und bevorzugt $0,7 \leq D35/D9 \leq 0,85$.
15. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**,
dass für das Verhältnis des Innendurchmesser $d23$ des Abführ-Kanals (47) zum Außendurchmesser $d35$ des Abführ-Kanals (47) gilt: $0,8 \leq d23/d35 \leq 0,98$ und bevorzugt $0,9 \leq d23/d35 \leq 0,98$.

Claims

1. Agitator mill for treating free-flowing grinding stock, comprising
- a grinding receptacle (2) which defines a substantially closed grinding chamber (8) by means of a receptacle wall (9) and

- an agitator (20) which is rotatably drivably disposed in the grinding receptacle (2) in a direction of rotation (42) and which is cup-shaped with respect to a common central longitudinal axis (19), and which has an annular cylindrical rotor (35, 35') which is provided with implements (38) extending as far as into the vicinity of the receptacle wall (9), and

- an interior stator (22, 22') which is disposed within the rotor (35, 35'), which is joined to the grinding receptacle (2), and which has a closed outer wall (23),

- wherein the annular cylindrical grinding chamber (8) is formed between the receptacle wall (9) and the rotor (35, 35') and receives auxiliary grinding bodies with a diameter c , and wherein an annular cylindrical interior chamber in the shape of an annular gap is formed between the rotor (35, 35') and the outer wall (23) of the interior stator (22, 22'), said interior chamber being disposed coaxially within the grinding chamber (8) and connected thereto via a deflection conduit (50), and

- wherein the grinding chamber (8) is at least partially filled with auxiliary grinding bodies (43), and

- wherein a grinding-stock supply chamber (58), which is disposed upstream of the grinding chamber (8) and opens into the latter in a direction of flow (44), and a protective screen (30, 30"), which is disposed downstream of the interior chamber (8) in the direction of flow (44), are disposed approximately on the same side of the grinding receptacle (2) for the grinding stock to pass through, and

- wherein auxiliary-grinding-body return conduits (55) are provided in the agitator (20) for returning the auxiliary grinding bodies (43) from the vicinity of the protective screen (30, 30") into the grinding chamber (8), said return conduits (55) connecting the end of the interior chamber to the beginning of the grinding chamber (8), and

wherein the receptacle wall (9) is free of implements **characterized**

in that the implements (38) fixed to the rotor (35, 35') leave only a narrow gap (39) in relation to the receptacle wall (9),

in that the interior chamber is a grinding-stock discharge conduit (47), and

in that the implements (38) fixed to the rotor (35, 35') serve as devices for preventing a carry-over of auxiliary grinding bodies (43) from the grinding chamber (8) into the grinding-stock discharge conduit (47) and are disposed along a helical curve (46) in an area (45) between the auxiliary-grinding-body return conduits (55) and the deflection conduit (50) in the circumferential direction of the rotor (35, 35')

so as to overlap with one another, thereby imparting a momentum to the auxiliary grinding bodies (43) which is opposite to the direction of flow (44) when the rotor (35, 35') is rotatably driven in the direction of rotation (42).

2. Agitator mill according to claim 1, **characterized in that** the gap (39) between the implements (38) and the receptacle wall (9) has a gap width b to which applies in relation to the diameter c of the auxiliary grinding bodies (43): $4c \leq b \leq 6c$, the minimum gap width b being defined as: $1.0 \text{ mm} \leq b \leq 2.0 \text{ mm}$.

3. Agitator mill according to claim 1 or 2, **characterized in that** the grinding chamber (8) has a bottom surface (51) upstream of the deflection conduit (50), said bottom surface (51) being wiped by the nearest implement (38) while leaving a distance g uncovered.

4. Agitator mill according to claim 3, **characterized in that** the following applies to the distance g between the bottom surface (51) and the nearest implement (38) in relation to the diameter c of the auxiliary grinding bodies (43): $4c \leq g \leq 6c$, with the minimum distance g being defined as: $1.0 \text{ mm} \leq g \leq 2.0 \text{ mm}$.

5. Agitator mill according to claim 3 or 4, **characterized in that** the deflection conduit (50) projects out of the grinding chamber (8) directly next to the rotor (35, 35') and **in that** the bottom surface (51) is disposed radially beyond thereof.

6. Agitator mill according to one of the claims 1 to 5, **characterized in that** wiper elements (48) extending towards the rotor (35, 35') are disposed along the interior stator (22, 22'), and **in that** the rotor (35, 35') is free of implements on the inside thereof defining the grinding-stock discharge conduit (47).

7. Agitator mill according to claim 6, **characterized in that** the wiper elements (48) disposed along the interior stator (22, 22') overlap with one another in the direction of the central longitudinal axis (19) and are disposed along a helical curve in the circumferential direction of the interior stator (22, 22) in a way as to impart a momentum to the auxiliary grinding bodies (43) in the direction of flow (44) when the rotor (35, 35') is driven in the direction of rotation (42).

8. Agitator mill according to claim 6 or 7, **characterized in that** the wiper elements (48) leave a gap (49) in relation to the rotor (35, 35') to the gap width e thereof applies the following in relation to the diameter c of

the auxiliary grinding bodies (43): $4c \leq e \leq 6c$, with a minimum gap width e being defined as: $1.0 \text{ mm} \leq c \leq 2.0 \text{ mm}$.

9. Agitator mill according to one of the claims 1 to 8, **characterized** in that the interior stator (22, 22') is provided with a cooling chamber (25). 5
10. Agitator mill according to one of the claims 1 to 9, **characterized** in that small auxiliary-grinding-body return conduits (60) connecting the grinding-stock discharge conduit (47) to the grinding chamber (8) are formed in the rotor (35') to the diameter h thereof applies: $5.0 \text{ mm} \leq h \leq 30.0 \text{ mm}$. 10
11. Agitator mill according to claim 10, **characterized** in that the auxiliary-grinding-body return conduits (60) are disposed to overlap with one another in the direction of the central longitudinal axis (19) and along a helical curve rising from the deflection conduit (15) towards the protective screen (30, 30', 30") in the direction of rotation (42). 15
12. Agitator mill according to one of the claims 1 to 11, **characterized** in that the following applies to the diameter c of the auxiliary grinding bodies (43): $c \leq 0.3 \text{ mm}$, and preferably $0.02 \text{ mm} \leq c \leq 0.1 \text{ mm}$. 20
13. Agitator mill according to one of the claims 1 to 12, **characterized** in that the protective screen (30") is joined to the agitator (20) in a non-rotational manner, and in that a discharge (68) of the protective screen (30") directly projects into a grinding-stock discharge conduit (31') which is stationary with respect to the grinding receptacle (2). 25
14. Agitator mill according to one of the claims 1 to 13, **characterized** in that the following applies to the relationship between the internal diameter D_{35} of the grinding chamber (8) and the external diameter D_9 of the grinding chamber (8): $0.6 \leq D_{35}/D_9 \leq 0.95$, and preferably $0.7 \leq D_{35}/D_9 \leq 0.85$. 30
15. Agitator mill according to one of the claims 1 to 14, **characterized** in that the following applies to the relationship between the internal diameter d_{23} of the discharge conduit (47) and the external diameter d_{35} of the discharge conduit (47): $0.8 \leq d_{23}/d_{35} \leq 0.98$, and preferably $0.9 \leq d_{23}/d_{35} \leq 0.98$. 35

Revendications

1. Broyeur mélangeur pour le traitement d'un produit coulant à concasser,
- comportant un récipient de broyage (2) délimitant par une paroi (9) une chambre de broyage (8) fermée en grande partie, et
 - comportant un mélangeur (20), disposé dans le récipient de broyage (2) de manière à pouvoir être entraîné en rotation dans la direction de rotation (42), réalisé en forme de bol par rapport à un axe médian longitudinal (19) commun, et muni d'un rotor (35, 35') cylindrique annulaire, qui est muni d'outils (38) qui s'étendent jusqu'à proximité de la paroi (9), et
 - comportant un stator intérieur (22, 22'), disposé à l'intérieur du rotor (35, 35'), relié au récipient de broyage (2), muni d'une paroi extérieure (23) fermée,
 - la chambre de broyage (8) annulaire cylindrique, destinée à recevoir des corps de broyage auxiliaires (43) avec un diamètre c , étant réalisée entre la paroi (9) et le rotor (35, 35'), et une chambre intérieure annulaire cylindrique, en forme de fente cylindrique, disposée coaxialement à l'intérieur de la chambre de broyage (8) et reliée à celle-ci via un conduit de dérivation (50), étant réalisée entre le rotor (35, 35') et la paroi extérieure (23) du stator intérieur (22, 22'), et
 - la chambre de broyage (8) étant remplie au moins partiellement par des corps de broyage auxiliaires (43), et
 - une chambre d'admission du produit à concasser (58), montée en amont de la chambre de broyage (8) et débouchant dans celle-ci dans une direction de circulation (44) du produit à concasser, et un filtre de protection (30, 30") pour le passage du produit à concasser, monté en aval de la chambre intérieure (8) dans la direction de circulation (44), étant disposés sensiblement sur le même côté du récipient de broyage (2), et
 - sachant que dans le mélangeur (20) sont prévus des conduits de retour (55) des corps auxiliaires de broyage, qui sont destinés à renvoyer les corps de broyage auxiliaires (43) hors de la zone du filtre de protection (30, 30") vers la chambre de broyage (8), et par lesquels la fin de la chambre intérieure est reliée au début de la chambre de broyage (8), et
- la paroi (9) étant exempte d'outils **caractérisé**
- **en ce que** les outils (38) attachés au rotor (35, 35') ne laissent libre qu'une petite fente (39) par rapport à la paroi (9),

- **en ce que** la chambre intérieure est réalisée sous forme de conduit d'évacuation (47) du produit concassé, et
- **en ce que** comme dispositifs destinés à empêcher le débordement des corps de broyage auxiliaires (43) hors de la chambre de broyage (8) dans le conduit d'évacuation (47) du produit concassé, les outils (38) attachés au rotor (35, 35') sont disposés dans une zone (45) entre les conduits de retour (55) des corps de broyage auxiliaires et le conduit de dérivation (50), en se chevauchant les uns les autres dans la direction circonférentielle du rotor (35, 35') sur une ligne hélicoïdale (46), de telle sorte que, lorsque le rotor (35, 35') est entraîné en rotation dans une direction de rotation (42), ils exercent sur les corps de broyage auxiliaires (43) une impulsion dans le sens opposé à la direction de circulation (44).
2. Broyeur mélangeur selon la revendication 1, **caractérisé**
en ce que la fente (39) entre les outils (38) et la paroi (9) a une largeur b, pour laquelle on applique par rapport au diamètre c des corps de broyage auxiliaires (43) : $4c \leq b \leq 6c$, la largeur b minimum étant de l'ordre de $1,0 \text{ mm} \leq b \leq 2,0 \text{ mm}$.
3. Broyeur mélangeur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé**
en ce que la chambre de broyage (8) comporte, en amont du conduit de dérivation (50), un fond (51), sur lequel passe l'outil (38) le plus proche en laissant une distance g.
4. Broyeur mélangeur selon la revendication 3, **caractérisé**
en ce que pour la distance g entre le fond (51) et l'outil (38) le plus proche par rapport au diamètre c des corps de broyage auxiliaires (43), on applique : $4c \leq g \leq 6c$, la distance g minimale étant de l'ordre de $1,0 \text{ mm} \leq g \leq 2,0 \text{ mm}$.
5. Broyeur mélangeur selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé**
en ce que le conduit de dérivation (50) débouche hors de la chambre de broyage (8) directement à côté du rotor (35, 35'), et
en ce que le fond (51) est disposé radialement à l'extérieur de cet emplacement.
6. Broyeur mélangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé**
en ce que des outils de raclage (48), s'étendant vers le rotor (35, 35'), sont disposés sur le stator intérieur (22, 22'), et
en ce que le rotor (35, 35') ne comporte pas d'outils
- sur sa face intérieure délimitant le conduit d'évacuation (47) du produit concassé.
7. Broyeur mélangeur selon la revendication 6, **caractérisé**
en ce que les outils de raclage (48), disposés sur le stator intérieur (22, 22'), se chevauchent les uns les autres dans la direction de l'axe médian longitudinal (19) et sont disposés, dans la direction circonférentielle du stator intérieur (22, 22'), sur une ligne hélicoïdale de telle sorte que, lorsque le rotor (35, 35') est entraîné dans la direction de rotation (42), ils exercent sur les corps de broyage auxiliaires (43) une impulsion dirigée dans la direction de circulation (44).
8. Broyeur mélangeur selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé**
en ce que les outils de raclage (48) libèrent par rapport au rotor (35, 35') une fente (49), dont la largeur e par rapport au diamètre c des corps de broyage auxiliaires (43) est de : $4c \leq e \leq 6c$, la largeur e minimale de ladite fente étant de l'ordre de $1,0 \text{ mm} \leq e \leq 2,0 \text{ mm}$.
9. Broyeur mélangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé**
en ce que le stator intérieur (22, 22') est muni d'une chambre de refroidissement (25).
10. Broyeur mélangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé**
en ce que dans le rotor (35') sont réalisés de petits conduits de retour (60) des corps de broyage auxiliaires, reliant le conduit d'évacuation (47) avec la chambre de broyage (8), et pour le diamètre h desquels on applique : $5,0 \text{ mm} \leq h \leq 30,0 \text{ mm}$.
11. Broyeur mélangeur selon la revendication 10, **caractérisé**
en ce que les conduits de retour (60) des corps de broyage auxiliaires se chevauchent les uns les autres dans la direction de l'axe médian longitudinal (19) et sont disposés sur une ligne hélicoïdale, qui est ascendante dans la direction de rotation (42) depuis le conduit de dérivation (15) vers le filtre de protection (30, 30', 30'').
12. Broyeur mélangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé**
en ce que pour le diamètre c des corps de broyage auxiliaires (43) on applique : $c \leq 0,3 \text{ mm}$, et de préférence $0,02 \text{ m} \leq c \leq 0,1 \text{ mm}$.
13. Broyeur mélangeur selon l'une quelconque des re-

vendications 1 à 12,

caractérisé

en ce que le filtre de protection (30") est lié d'une manière rigide au mélangeur (20) et

en ce qu'un écoulement (68) du filtre de protection (30") débouche directement sur un conduit d'écoulement de broyage (31 ') fixe par rapport au récipient de broyage (2) 5

14. Broyeur mélangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, 10

caractérisé

en ce que pour le rapport entre le diamètre intérieur D35 de la chambre de broyage (8) et le diamètre

extérieur D9 de la chambre de broyage (8), on applique : $0,6 \leq D35/D9 \leq 0,95$, et de préférence $0,7 \leq D35/D9 \leq 0,85$. 15

15. Broyeur mélangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, 20

caractérisé

en ce que pour le rapport entre le diamètre intérieur d23 du conduit d'évacuation (47) et le diamètre ex-

térieur d35 du conduit d'évacuation (47), on applique : $0,8 \leq d23/d35 \leq 0,98$, et de préférence $0,9 \leq d23/d35 \leq 0,98$. 25

30

35

40

45

50

55

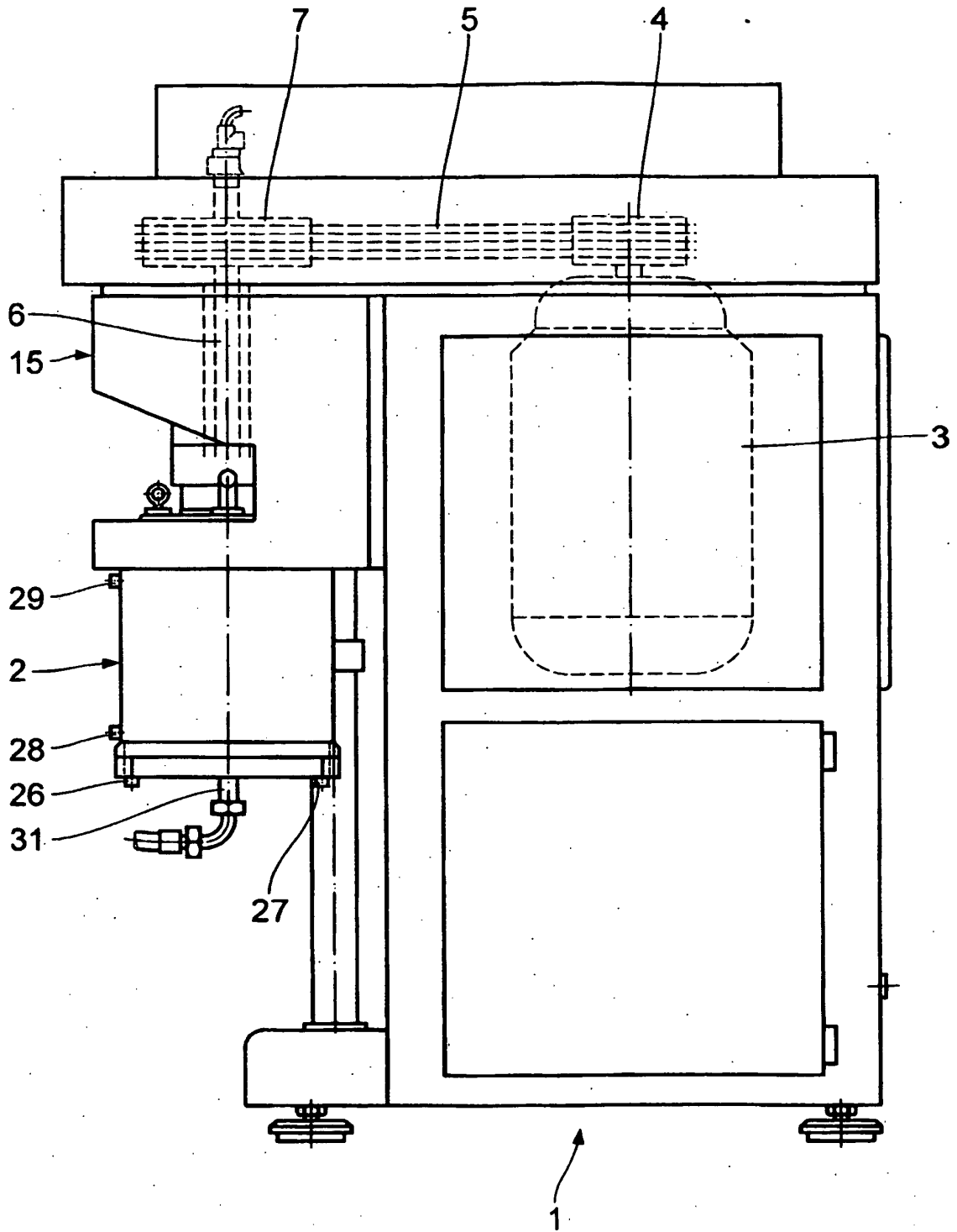


Fig. 1

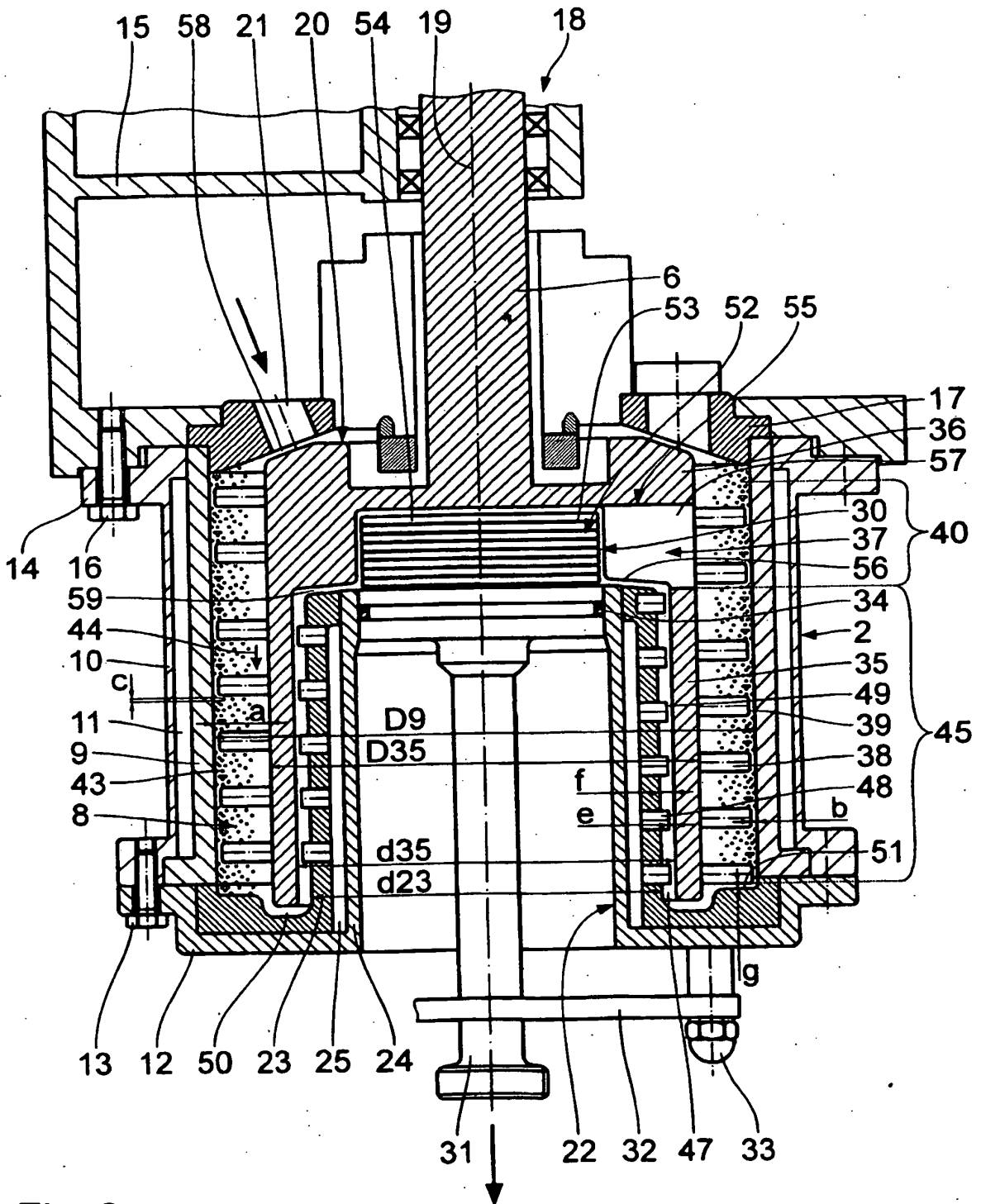
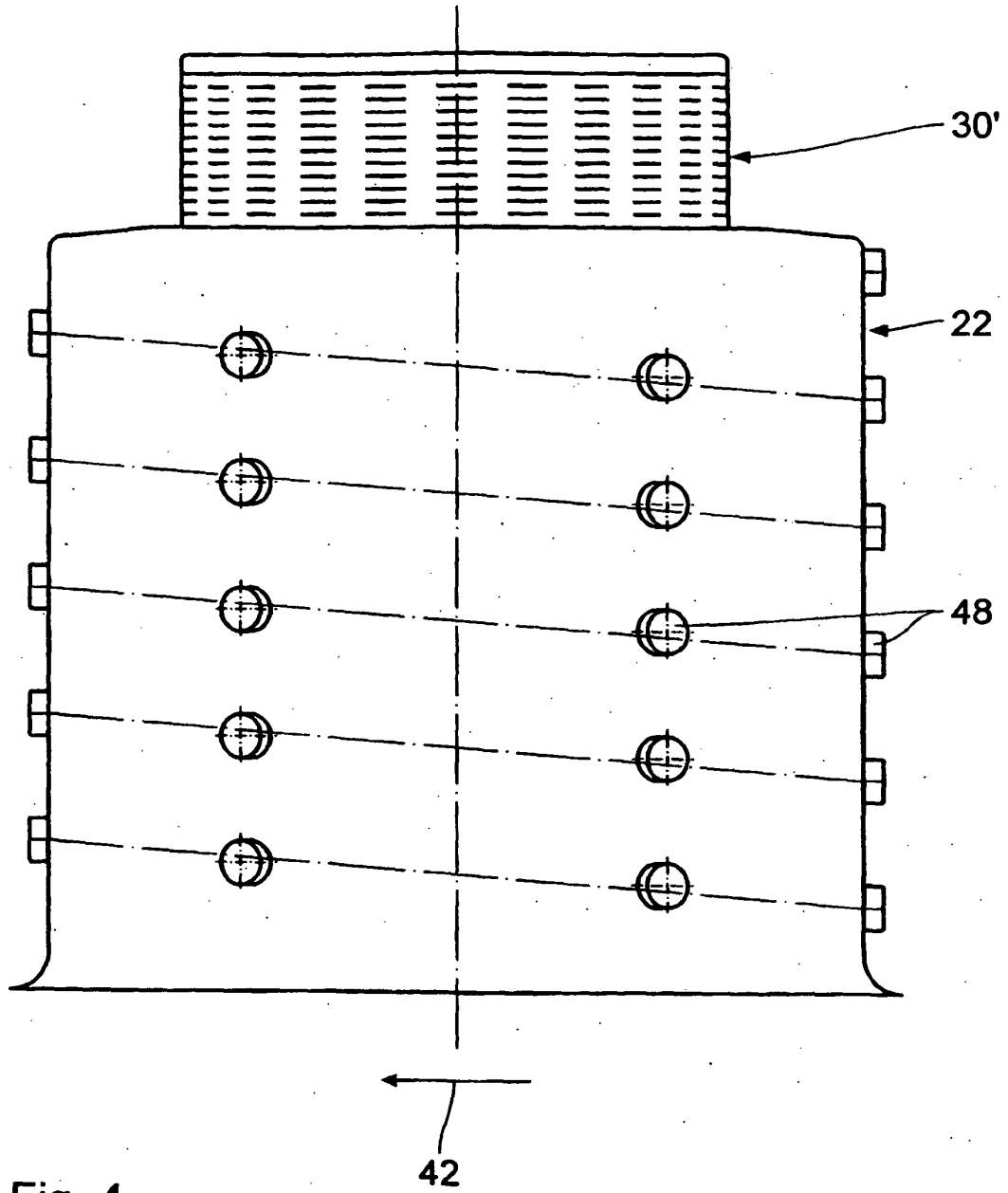


Fig. 2



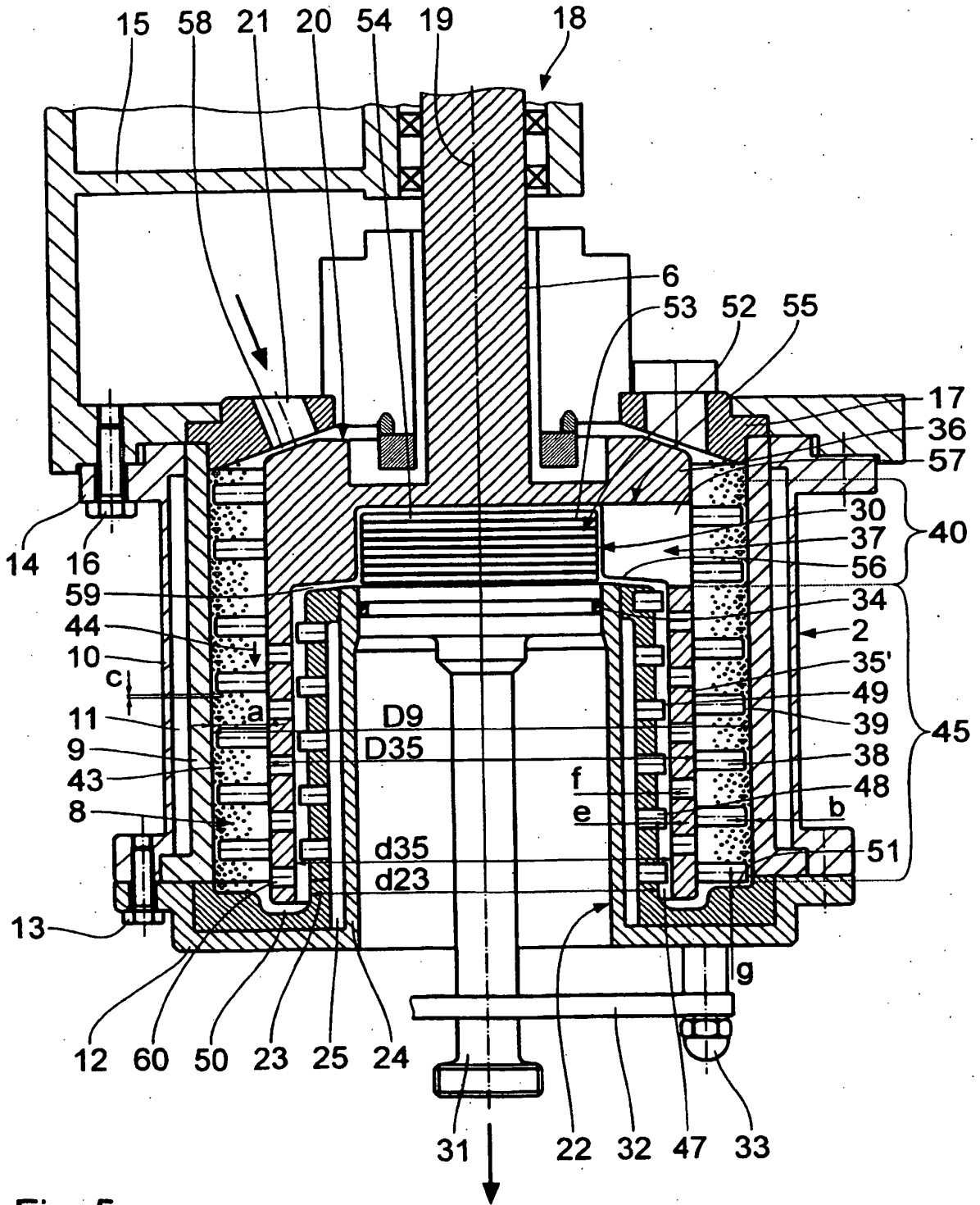


Fig. 5

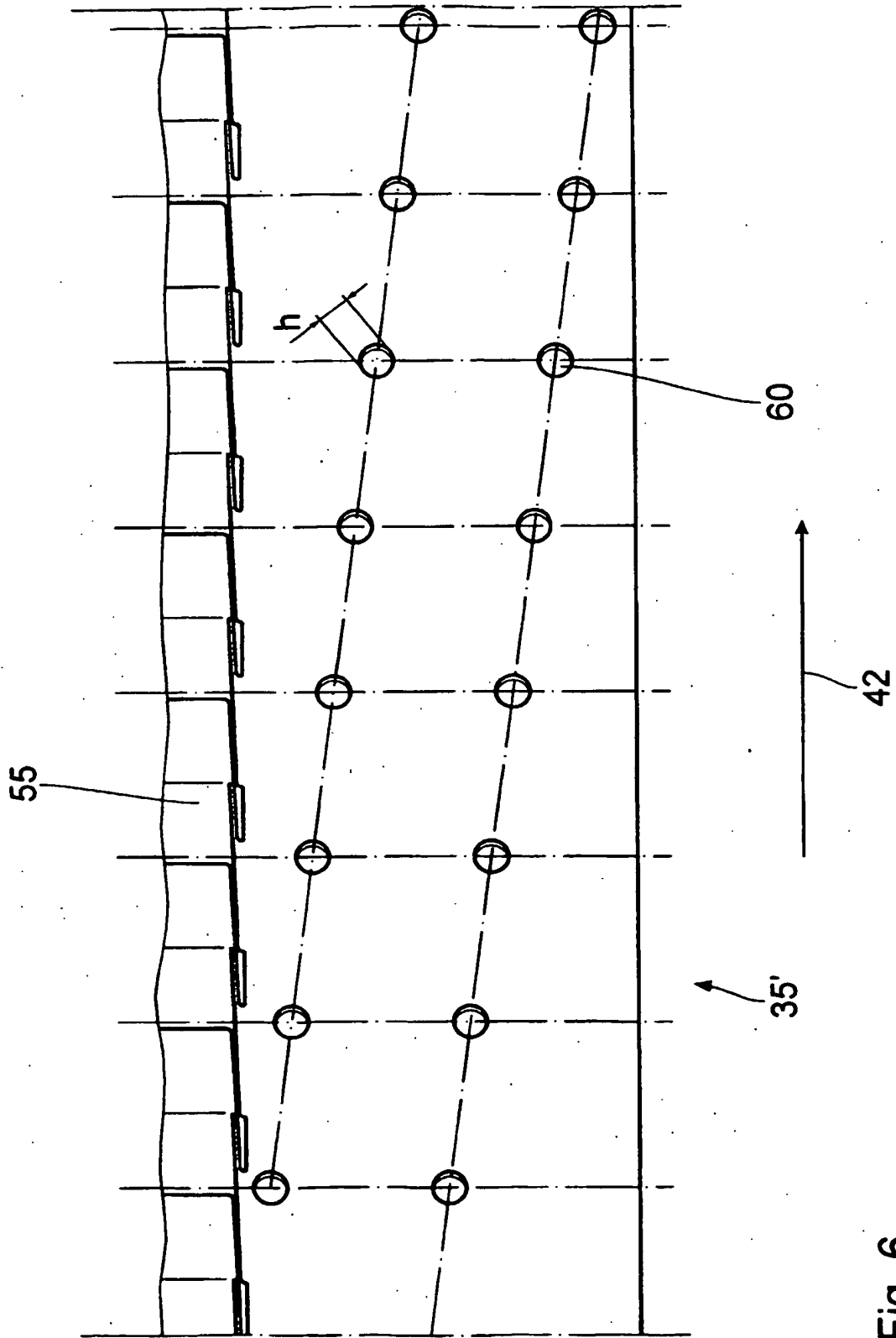


Fig. 6

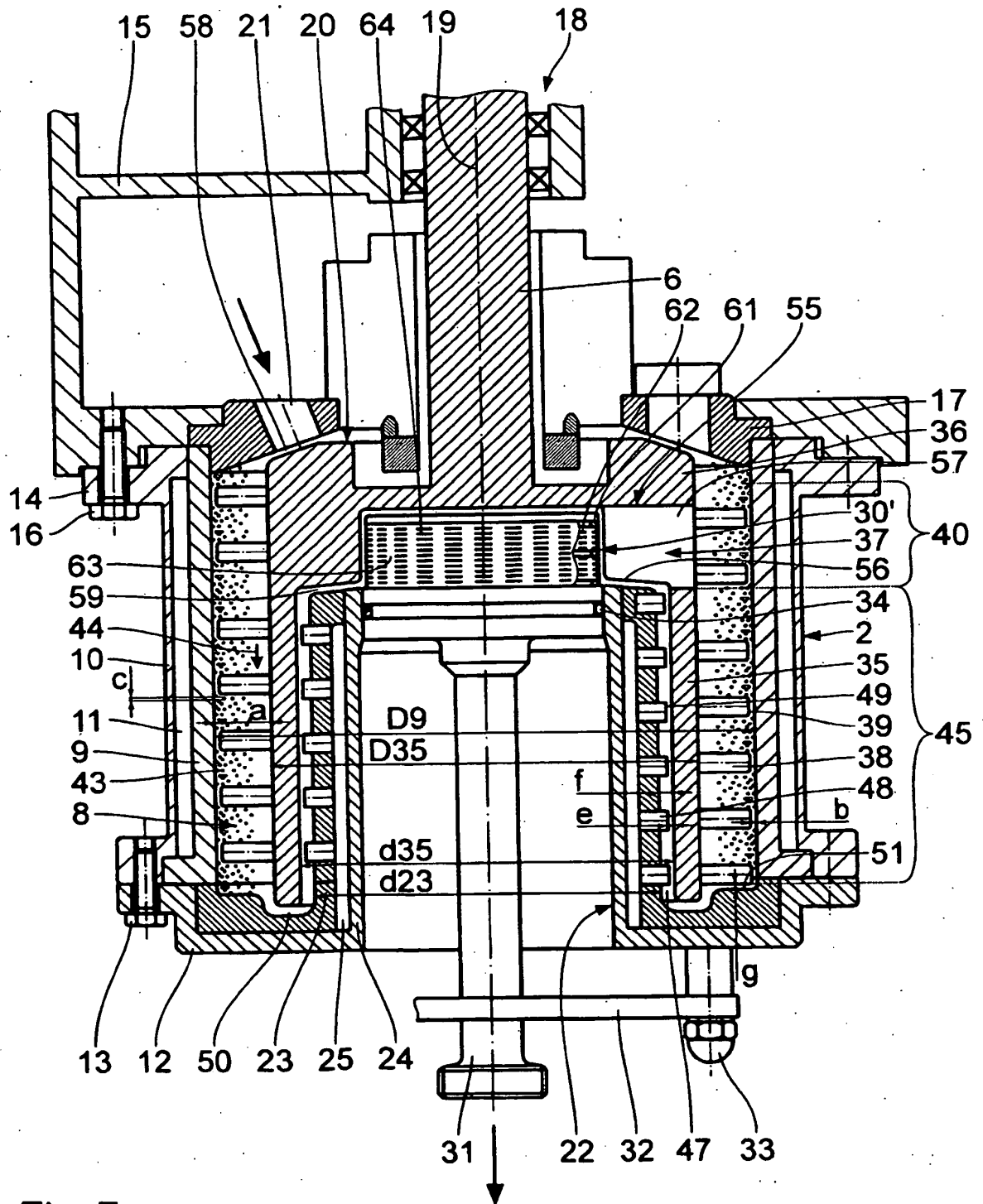


Fig. 7

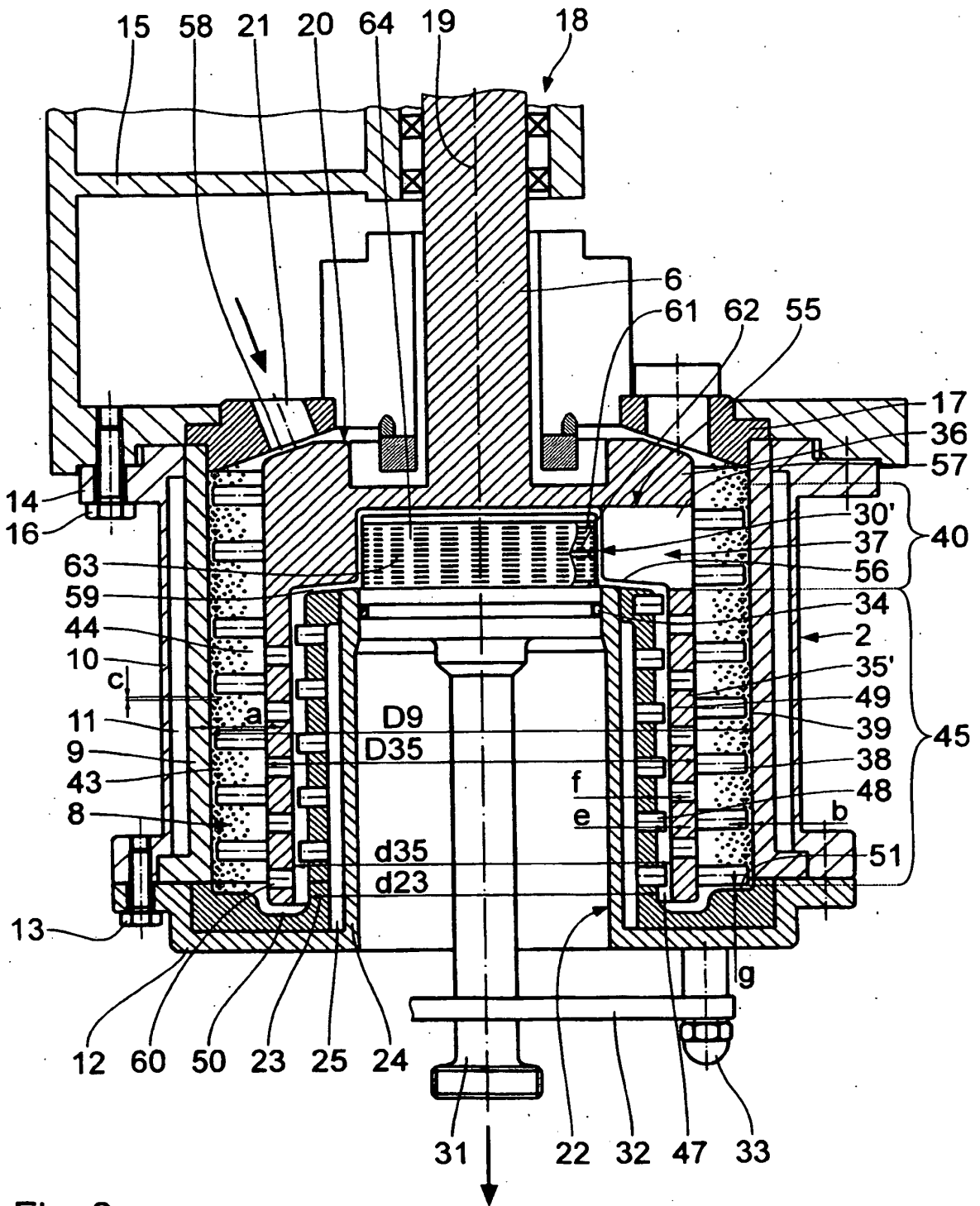


Fig. 8

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0370022 B1 [0002]
- US 5062577 A [0002]
- EP 0504836 B1 [0003]
- DE 3437866 A1 [0004]
- US 5011089 A [0004]
- DE 19638354 A1 [0005]
- US 5894998 A [0005]
- EP 0546320 A2 [0006]
- US 5346145 A [0006]