



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 913 200 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
06.05.1999 Patentblatt 1999/18

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B02C 17/16

(21) Anmeldenummer: 98119177.8

(22) Anmeldetag: 10.10.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 28.10.1997 DE 19747474  
30.07.1998 DE 19834397

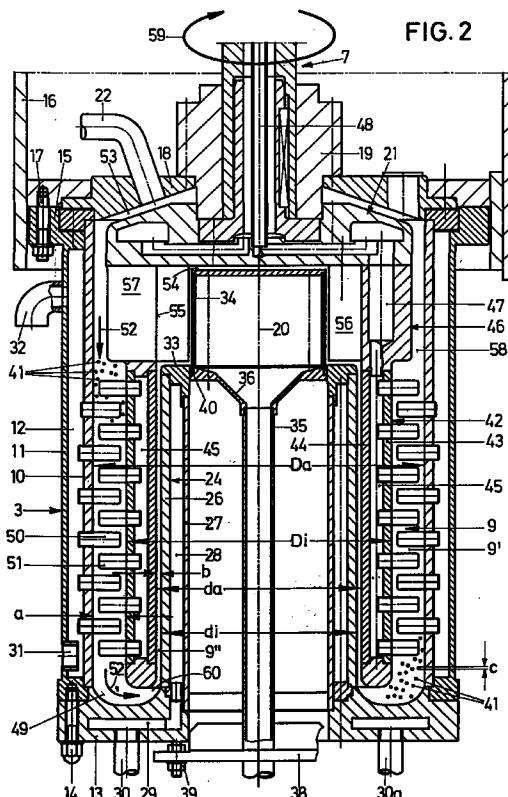
(71) Anmelder: DRAISWERKE GmbH  
D-68305 Mannheim (DE)

(72) Erfinder: Stehr, Norbert Dr.  
67269 Grünstadt (DE)

(74) Vertreter:  
Rau, Manfred, Dr. Dipl.-Ing. et al  
Rau, Schneck & Hübner  
Patentanwälte  
Königstrasse 2  
90402 Nürnberg (DE)

### (54) Rührwerksmühle

(57) Eine Rührwerksmühle weist einen ringzylindrischen Außen-Mahlraum (9), der durch eine Innenwand (10) eines Mahlbehälters (3) und eine Außenwand (43) eines Rotors (42) begrenzt wird, und einen Innen-Mahlraum (9") auf, der durch eine Innenwand (44) des Rotors (42) und einen Außenmantel (26) eines Innenstators (24) begrenzt wird. Die Mahlräume (9, 9") sind durch einen Umlenkraum (49) miteinander verbunden. Der Außen-Mahlraum (9') ist mit Rührwerkzeugen (50, 51) versehen, während der Innen-Mahlraum (9") glattwandig, frei von Rührwerkzeugen ausgebildet ist. Die Querschnittsfläche des Außen-Mahlraums (9') ist erheblich größer als die Querschnittsfläche des Innen-Mahlraums (9").



## Beschreibung

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

[0002] Eine derartige Rührwerksmühle ist aus der EP 0 370 022 B (entspr. US-Patent 5 062 577) bekannt. Bei dieser bekannten Rührwerksmühle sind an den Begrenzungswänden des Außen-Mahlraumes und zumindest an der inneren Begrenzungswand des Innen-Mahlraumes zapfenförmige Rührwerkzeuge angebracht, durch die ein wechselseitiges Beschleunigen und Abbremsen der Mahlhilfskörper erfolgt, was zu einem turbulenten Strömungszustand mit einer Mahl- und Dispergierwirkung überwiegend durch Pralleffekte führt. Das Mahlgut fließt durch einen Mahlgut-Zuführraum, durch einen Übergangsbereich an den Überströmkanälen vorbei in den Außen-Mahlraum und durch den Umlenkraum in den Innen-Mahlraum. Die Mahlhilfskörper laufen im Kreis durch den Außen-Mahlraum, den Umlenkraum, den Innen-Mahlraum und die Überström-Kanäle zurück in den Außen-Mahlraum bzw. in den in diesen einmündenden Übergangsbereich. Das Mahlgut fließt vom Ende des Innen-Mahlraumes zur Trennvorrichtung. Die Trennvorrichtung dient nicht in nennenswertem Maße zum Trennen von Mahlhilfskörpern einerseits und Mahlgut andererseits; trotzdem wird - auch in dieser Anmeldung - der Begriff Trenneinrichtung verwendet, da er sich in der Fachsprache allgemein durchgesetzt hat. Wie sich aus der vorstehenden Erläuterung ergibt, erfolgt die Trennung der Mahlhilfskörper vom Mahlgut bereits vor der Trenneinrichtung. Die bekannte Rührwerksmühle hat sich in der Praxis außerordentlich bewährt.

[0003] Aus der DE 28 11 899 C ist eine Rührwerksmühle bekannt, deren Außenmahlraum einerseits und Innen-Mahlraum andererseits sich jeweils kegelstumpfförmig verjüngen, d.h. der Querschnitt des Mahlraumes ist auf jeder Seite der Mittel-Längs-Achse von Rotor und Stator kegelförmig. Das Mahlgut durchströmt die Rührwerksmühle von innen nach außen, d.h. es strömt am engen Durchmesser des Innen-Mahlraumes in diesen ein, durchströmt dann den sich radial erweiternden Innen-Mahlraum, den Umlenkraum und dann den sich radial erweiternden Außen-Mahlraum. Von dort strömt es radial nach innen durch einen vom Rührwerk einseitig begrenzten Raum zu einer Trenneinrichtung, durch die das Mahlgut ausgetragen wird. Dieser Trenneinrichtung ist der Eintritt eines Überströmkanals nachgeordnet, dessen Eintritt radial innerhalb der Trenneinrichtung angeordnet, dieser also nachgeordnet ist. Von dort strömen die Mahlhilfskörper durch Überströmkanäle im Rotor in den Anfangsbereich des Innen-Mahlraumes. Die Begrenzungswände des Mahlraumes sind glattwandig. Die Mahlspalt-Weite, d.h. die radiale Weite des Mahlraumes ist konstant; der Abstand zur Drehachse nimmt aber stetig zu. Hieraus ergibt sich, daß der Schergradient über dem Weg des Mahlgutes von innen nach außen zunimmt. Dies führt dazu, daß er

entweder im Innen-Mahlraum zu niedrig oder im Außen-Mahlraum zu hoch ist, was zu einer ungleichmäßigen Beanspruchung des Mahlgutes führt. (Der Schergradient ist definiert als Quotient aus Geschwindigkeit der rotierenden Oberfläche und Spaltweite.)

[0004] In der nicht vorveröffentlichten DE 196 32 757.1 A1 (entsprechend US-Serial No. 08/906 043) ist eine durch offenkundige Vorbenutzung bekannt gewordene Rührwerksmühle dargestellt und beschrieben, deren Außen-Mahlraum und deren Innen-Mahlraum als Mahlspalt ausgebildet sind. Diese Mahlspalte sind glattwandig, frei von Rührwerkzeugen ausgebildet. Durch die glattwandige Ausgestaltung der zylindrischen Begrenzungswände von Außen-Mahlraum und Innen-Mahlraum wird eine Strömung erzeugt, in der die Mahlhilfskörper in Schichten relativ zueinander bewegt werden. Der Schergradient und damit die örtliche Beanspruchungsintensität ist im Außen-Mahlraum einerseits und im Innen-Mahlraum andererseits über der jeweiligen Mahlraumhöhe konstant.

[0005] Aus der DE 38 44 380 C1 ist eine Rührwerksmühle bekannt, die eine Rührwelle mit einem Käfig aufweist, der Teil der Rührwelle ist. Der Käfig ist an einem Tragteil angebracht, zwischen dem und dem Deckel des Mahlbehälters und einem benachbarten Bereich der Innenwand des Mahlbehälters ein Reibspalt ausgebildet ist. In diesem Reibspalt wird das Mahlgut durch Reibung der diese Reibspalte begrenzenden Wände des Mahlbehälters und der Rührwelle aktiviert.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Rührwerksmühle der gattungsgemäßen Art so auszustalten, daß einerseits ein intensives Zerkleinern und Dispergieren der Mahlgut-Partikel beibehalten wird, daß die zerkleinerten Mahlgut-Partikel aber eine fein geglättete Oberfläche erhalten.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichnungsteil des Anspruches 1 gelöst. Im Außen-Mahlraum erfolgt - wie bei der gattungsbildenden Rührwerksmühle - ein intensives Zerkleinern und Dispergieren der Mahlgut-Partikel überwiegend durch Pralleffekte, also eine Prallmahlung. Die Verweilzeit des Mahlgutes im Außen-Mahlraum ist - im Vergleich zur Verweilzeit im Innen-Mahlraum - sehr hoch. Im Innen-Mahlraum erfolgt dagegen ein Glätten, d. h. eine Art Polieren der Oberflächen der im Außen-Mahlraum durch Zerkleinern neu geschaffenen Mahlgut-Partikel, also eine Polermahlung. Beim Übertritt vom Außen-Mahlraum in den Innen-Mahlraum erfolgt eine ausreichende Beschleunigung des Mahlgutes. Im Anspruch 2 ist angegeben, wie diese Beschleunigung optimiert werden kann.

[0008] Die Ansprüche 3 und 4 geben bevorzugte untere Bereiche für das Verhältnis der Querschnittsflächen von Außen-Mahlraum und Innen-Mahlraum an. Die Ansprüche 5 und 6 geben bevorzugte obere Grenzwerte für das Verhältnis der Querschnittsflächen von Außen-Mahlraum und Innen-Mahlraum an.

[0009] In den Ansprüchen 7 bis 10 sind bevorzugte

Grenzwerte für die radiale Weite von Außen-Mahlraum und Innen-Mahlraum angegeben.

[0010] Anspruch 11 gibt Maßnahmen wieder, durch die die Prallmahlung im Außen-Mahlraum optimiert werden kann.

[0011] Die Ansprüche 12 bis 16 geben eine weitere Ausgestaltung an, bei der das Mahlgut vor dem Eintritt in den Außen-Mahlraum einer Vordispersierung in einem engen ringzylindrischen Wirbelspalt unterworfen wird. Dieser Effekt wird insbesondere dadurch herbeigeführt, daß der ringzylindrische Wirbelspalt eine sehr geringe Erstreckung radial zur Mittel-Längs-Achse aufweist und daß die Überströmkanäle in diesen Wirbelspalt eintreten, so daß im Wechsel den Wirbelspalt begrenzende Wandabschnitte des Rotors und die Auslaßöffnungen der Überströmkanäle an der Innenwand des Mahlbehälters vorbeilaufen.

[0012] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung. Es zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Rührwerksmühle in einer Seitenansicht,
- Fig. 2 einen Längsschnitt durch den Mahlbehälter der Rührwerksmühle und
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch den Mahlbehälter einer abgewandelten Ausführungsform der Rührwerksmühle

[0013] Die in Fig. 1 dargestellte Rührwerksmühle weist in üblicher Weise einen Ständer 1 auf, an dem ein zylindrischer Mahlbehälter 3 anbringbar ist. In dem Ständer 1 ist ein elektrischer Antriebsmotor 4 untergebracht, der mit einer Keilriemenscheibe 5 versehen ist, von der über Keilriemen 6 eine mit einer Antriebs-Welle 7 drehfest verbundene Keilriemenscheibe 8 drehend antreibbar ist.

[0014] Wie insbesondere aus Fig. 2 hervorgeht, besteht der Mahlbehälter 3 aus einer zylindrischen, einen Mahlraum 9 umgebenden Innenwand 10, die von einem im wesentlichen zylindrischen Außenmantel 11 umgeben ist. Der Innenzylinder 10 und der Außenmantel 11 begrenzen zwischen sich einen Kühlraum 12. Der untere Abschluß des Mahlraumes 9 ist durch eine kreisringförmige Bodenplatte 13 gebildet, die am Mahlbehälter mittels Schrauben 14 befestigt ist.

[0015] Der Mahlbehälter 3 weist einen oberen Ringflansch 15 auf, mittels dessen er an der Unterseite eines Traggehäuses 16 über Schrauben 17 befestigt ist, das am Ständer 1 der Rührwerksmühle befestigt ist. Der Mahlraum 9 ist mittels eines Deckels 18 verschlossen. Das Traggehäuse 16 weist ein mittleres Lager- und Dichtungsgehäuse 19 auf, das koaxial zur Mittel-Längs-Achse 20 des Mahlbehälters 3 angeordnet ist. Dieses Dichtungsgehäuse 19 wird von der ebenfalls koaxial zur Achse 20 verlaufenden Antriebs-Welle 7 durchsetzt, an der ein Rührwerk 21 angebracht ist. In den dem Mahl-

raum 9 benachbarten Bereich des Dichtungsgehäuses 19 mündet eine Mahlgut-Zuführleitung 22 ein.

[0016] An der kreisringförmigen Bodenplatte 13 ist ein in den Mahlraum 9 hineinragender, etwa topfförmig ausgebildeter, zylindrischer Innenstator 24 befestigt, der aus einem den Mahlraum 9 begrenzenden, zur Achse 20 koaxialen, zylindrischen Außenmantel 26 und einem ebenfalls zur Achse 20 koaxialen, zylindrischen Innenmantel 27 besteht. Außenmantel 26 und Innenmantel 27 begrenzen zwischen sich einen Kühlraum 28. Der Kühlraum 28 ist mit einem Kühlraum 29 in der Bodenplatte 13 verbunden, dem Kühlwasser über einen Kühlwasser-Zuführstutzen 30 zugeführt wird, das über einen Auslaßstutzen 30a abgeführt wird. Dem Kühlraum 12 des Mahlbehälters 3 wird Kühlwasser über einen Kühlwasser-Zuführstutzen 31 zugeführt, das über einen Kühlwasser-Abführstutzen 32 abgeführt wird.

[0017] An der oberen oberhalb des Mahlraums 9 befindlichen Stirnseite 33 des Innenstators 24 ist eine Mahlgut-Mahlhilfskörper-Trenneinrichtung 34 angeordnet, die mit einer Mahlgut-Ablaufleitung 35 verbunden ist. Zwischen der Trenneinrichtung 34 und der Ablaufleitung 35 ist ein Mahlgut-Sammeltrichter 36 vorgesehen. Die Ablaufleitung 35 ist im Bereich der Bodenplatte 13 mit einem Haltebügel 38 versehen, der mittels Schrauben 39 mit der Bodenplatte 13 bzw. dem fest mit dieser verbundenen Innenstator 24 lösbar verbunden ist. Die Trenneinrichtung 34 ist gegenüber der ringförmigen Stirnseite 33 des Innenstators 24 mittels einer Dichtung 40 abgedichtet und kann nach Lösen der Schrauben 39 zusammen mit der Ablaufleitung 35 und dem Sammeltrichter 36 aus dem Innenstator 24 nach unten herausgezogen werden. Die Trenneinrichtung 34 kann also aus dem Mahlraum 9 herausgezogen werden, ohne daß die in diesem befindlichen Mahlhilfskörper 41 aus dem Mahlraum entfernt werden müssen, da die Füllung des Mahlraums 9 mit diesen Mahlhilfskörpern 41 bei nicht angetriebenem Rührwerk 21 nicht bis zur Stirnseite 33 reicht.

[0018] Das Rührwerk 21 ist in seinem Grundaufbau topfförmig, d.h. es weist einen im wesentlichen ringzylindrischen Rotor 42 auf, der durch eine zylindrische Außenwand 43 und eine koaxial hierzu und koaxial zur Achse 20 angeordnete zylindrische Innenwand 44 gebildet ist. Zwischen der Außenwand 43 und der Innenwand 44 des Rotors 42 ist ein Kühlraum 45 ausgebildet. Der Rotor 42 ist an einem Rotor-Tragteil 46 angebracht, das mit der Welle 7 verbunden ist. Die Zu- und Abfuhr von Kühlwasser zum Kühlraum 45 erfolgt über in der Welle 7 und im Rotor-Tragteil 46 ausgebildete Kühlwasserkanäle 47, 48. Durch den glattwandigen Innenzylinder 10 des Mahlbehälters 3 und die glattwandige zylindrische Außenwand 43 des Rotors 42 einerseits und durch die zylindrische glattwandige Innenwand 44 des Rotors 42 und den zylindrischen glattwandigen Außenmantel 26 des Innenstators 24 andererseits wird der Mahlraum 9 in einen zylindringförmigen Außen-Mahlraum 9' einerseits und einen zylin-

derringförmigen Innen-Mahlraum 9" andererseits unterteilt, die durch einen Umlenkraum 49 im Bereich der Bodenplatte 13 miteinander verbunden sind.

[0019] An den durch den Innenzylinder 10 und die Außenwand 43 gebildeten Mahlraum-Begrenzungswänden sind in den Außen-Mahlraum 9' vorstehende ortsfeste Rührwerkzeuge 50 bzw. mit dem Rotor 42 drehbare Rührwerkzeuge 51 angebracht. An den durch die Innenwand 44 und den Außenmantel 26 gebildeten Mahlraum-Begrenzungswänden sind dagegen keine in den Innen-Mahlraum 9" vorstehenden Rührwerkzeuge angebracht. Das Mahlgut durchströmt den Mahlraum 9 entsprechend den Strömungsrichtungspfeilen 52 von der Mahlgut-Zuführleitung 22 kommend durch einen Mahlgut-Zuführraum 53 zwischen dem Rotor-Tragteil 46 einerseits und dem Deckel 18 und dem benachbarten Bereich der Innenwand 10 andererseits, durch den Außen-Mahlraum 9' nach unten, durch den Umlenkraum 49 radial nach innen und von dort durch den Innen-Mahlraum 9" nach oben bis zur Trenneinrichtung 34. Auf dem Wege durch den Außen-Mahlraum 9', den Umlenkraum 49 und den Innen-Mahlraum 9" wird das Mahlgut bei drehend angetriebenem Rührwerk 21 im Zusammenwirken mit den Mahlhilfskörpern 41 bearbeitet. Das Mahlgut verläßt den Mahlraum 9 durch die Trenneinrichtung 34, von wo es durch die Mahlgut-Ablaufleitung 35 abfließt.

[0020] Die zur Abtrennung von Mahlhilfskörpern 41 dienende Trenneinrichtung 34 ist in einer zylindrischen Ausnehmung 54 des Rotor-Tragteils 46 angeordnet. Zwischen der zylindrischen Wand 55 der Ausnehmung 54 und der Trenneinrichtung 34 sind an der Wand 55 langgestreckte im Querschnitt etwa dreieckförmige Mitnehmer 56 angebracht, die jeweils zwischen sich im Querschnitt etwa trichterförmige Einlaufbereiche für Überströmkanäle 57 bilden. Eine derartige Ausgestaltung mit solchen Mitnehmern 56 ist aus der EP 0 439 826 B (entspr. US-PS 5 133 508) bekannt.

[0021] Die Überströmkanäle 57 befinden sich im Rotor-Tragteil 46, und zwar im Übergangsbereich des Rotor-Tragteils 46 zum zylindrischen Rotor 42 und - in Richtung der Strömungsrichtungspfeile 52 gesehen - vor der Trenneinrichtung 34. Sie verbinden - bezogen auf die Strömungsrichtung entsprechend den Strömungsrichtungspfeilen 52 - das Ende des Innen-Mahlraums 9" mit dem Beginn des Außen-Mahlraums 9', also mit einem Übergangs-bereich 58 des Mahlgut-Zuführraums 53, der in den Außen-Mahlraum 9' übergeht. Die Überströmkanäle 57 verlaufen - bezogen auf die Drehrichtung 59 des Rührwerks 21 - radial von innen nach außen entgegen der Drehrichtung 59, so daß die im Innen-Mahlraum 9" mit einer Zentrifugalbeschleunigung versehenen Mahlhilfskörper 41 durch die Überströmkanäle 57 abgeschleudert und damit wieder in den Mahlgut-Zuführraum 53 zurückgebracht werden.

[0022] Der Außen-Mahlraum 9' ist mit den am Rotor 42 angebrachten Rührwerkzeugen 51 und den am Mahlbehälter 3 angebrachten ortsfesten Gegen-Rühr-

werkzeugen 50 ein echter Mahlraum, in dem die Mahlhilfskörper 41 einem intensiven Impulsaustausch mit den sich drehenden Rührwerkzeugen 51 und den ortsfesten Rührwerkzeugen 50 ausgesetzt werden, in dem also das Mahlgut einem intensiven Scher- und Dispergier-Prozeß durch Paralleffekte unterworfen wird. Im Außen-Mahlraum 9' werden die einzelnen Partikel des in Form einer Dispersion oder Suspension zugeführten Mahlgutes intensiv zerkleinert. Dagegen ist der Innen-Mahlraum 9" als Mahlspalt ausgeführt, dessen Querschnittsfläche erheblich kleiner ist als die Querschnittsfläche des Außen-Mahlraums 9'. Der Außen-Mahlraum 9' weist einen Außendurchmesser Da und einen Innendurchmesser Di auf. Der als Mahlspalt ausgebildete Innen-Mahlraum 9" weist einen Außen-durchmesser da und einen Innendurchmesser di auf. Für das Verhältnis der Querschnittsflächen des Außen-Mahlraums 9' und des Innen-Mahlraums 9" gilt  $4 \leq (Da^2 - Di^2) / (da^2 - di^2)$  und bevorzugt  $5 \leq (Da^2 - Di^2) / (da^2 - di^2)$ . Mit anderen Worten heißt dies, daß die Querschnittsfläche des Außen-Mahlraums 9' um das 4- bzw. 5-fache größer ist als die Querschnittsfläche des Innen-Mahlraums 9". Diese Ausgestaltung hat zur Konsequenz, daß die Strömungsgeschwindigkeit des Mahlgutes im Innen-Mahlraum 9" mindestens um das 4- bzw. 5-fache größer ist als im Außen-Mahlraum. Die Verweilzeit des Mahlgutes im Außen-Mahlraum 9' ist entsprechend etwa um das 4- bzw. 5-fache größer als die Verweilzeit des Mahlgutes im als Mahlspalt ausgebildeten Innen-Mahlraum 9".

[0023] Als obere Grenzwerte für das Verhältnis der Querschnittsflächen des Außen-Mahlraums 9' und des Innen-Mahlraums 9" haben sich folgende Werte ergeben:  $(Da^2 - Di^2) / (da^2 - di^2) \leq 30$  und bevorzugt  $(Da^2 - Di^2) / (da^2 - di^2) \leq 25$ .

[0024] Für die Weite a des Außen-Mahlraums 9' radial zur Achse 20 gilt  $15 \text{ mm} \leq a$ . Als oberer Grenzwert gilt  $a \leq 300 \text{ mm}$ . Für die Spaltweite b des Innen-Mahlraums ebenfalls radial zur Achse 20 gilt  $3 \text{ mm} \leq b$ . Als oberer Grenzwert gilt  $b \leq 15 \text{ mm}$ . Hierbei gilt, daß die Spaltweite b jeweils mindestens dem 4-fachen des Durchmessers c der Mahlhilfskörper 41 entsprechen sollte. Für den Durchmesser c der Mahlhilfskörper 41 gilt als Obergrenzwert:  $c \leq 1,5 \text{ mm}$ .

[0025] Damit die außerordentliche Beschleunigung des Mahlgutes beim Übertritt vom Außen-Mahlraum 9' zu dem als Mahlspalt ausgebildeten Innen-Mahlraum 9" möglich ist, ist der Umlenkraum 49 mit einem sich zum Innen-Mahlraum stetig verjüngenden Beschleunigungsabschnitt 60 versehen, der also nach Art einer Düse wirkt.

[0026] Während im Außen-Mahlraum 9' in hohem Maße ein turbulenter Mahlprozeß stattfindet, wird aufgrund der glattwandigen Ausgestaltung der zylindrischen Begrenzungswände des Innen-Mahlraums 9" dort eine Strömung erzeugt, in der die Mahlhilfskörper 41 in Schichten relativ zueinander bewegt werden. Der Schergradient und damit die örtliche Beanspruchungs-

intensität ist im Innen-Mahlraum 9" über dessen Höhe konstant. Aufgrund der geringen Verweildauer des Mahlgutes im Innen-Mahlraum 9" und der schichtenförmigen Relativbewegung der Mahlhilfskörper 41 findet nicht mehr ein hochintensives Dispergieren und Zerkleinern statt, sondern lediglich eine Beanspruchung eventuell durchgeschlüpfter Grob-Partikel bzw. insgesamt eine Abrundung und Oberflächenbehandlung der im Außen-Mahlraum 9' neu geschaffenen Partikeloberflächen statt. Es findet also eine Art Polieren der einzelnen Mahlgut-Partikel statt.

**[0027]** Die beschriebene Rührwerksmühle kann vertikal oder horizontal angeordnet werden, also eine - wie beschrieben - vertikale Mittel-Längs-Achse 20 oder eine entsprechend horizontal angeordnete Mittel-Längs-Achse aufweisen. Insbesondere bei einer waa gerechten Anordnung der Rührwerksmühle sind die Mitnehmer 56 nicht erforderlich. Im übrigen können selbstverständlich weitere konstruktive Anpassungsmaßnahmen notwendig sein.

**[0028]** Die Ausführungsform nach Fig. 3 unterscheidet sich von der nach Fig. 2 nur durch die Ausgestaltung der zylindrischen Umfangswand 61 des Rotor-Tragteils 46' des Rotors 42'. Zwischen dieser Umfangswand 61 und der zugeordneten Innenwand 10 des Mahlbehälters 3 ist ein Wirbelpalt 62 ausgebildet, in den der kegelstumpfförmige Bereich des Mahlgut-Zuführraums 53 einmündet. Die Überströmkanäle 57' münden in den Wirbelpalt 62 ein. Am Übergang 58 des Rotor-Tragteils 46' sind die Überströmkanäle 57' mit einer Begrenzung 63 abgeschlossen, so daß die Mahlhilfskörper 41 im Übergangsbereich 58 nicht direkt in den Außen-Mahlraum 9', sondern nur in den Wirbelpalt 62 eintreten können.

**[0029]** Die Spaltweite e des Wirbelpalts 62 radial zur Mittel-Längs-Achse 20 ist sehr gering. Es gilt:

$$3 \text{ mm} \leq e \leq 8 \text{ mm}$$

und insbesondere

$$4 \text{ mm} \leq e \leq 5 \text{ mm}.$$

Weiterhin gilt bezüglich des Verhältnisses der Spaltweite e zum Durchmesser c der Mahlhilfskörper 41

$$3 c \leq e \leq 4 c.$$

**[0030]** Da der Wirbelpalt 62 im Verhältnis zum Außen-Mahlraum 9' einen sehr engen Querschnitt hat, ist die Strömungsgeschwindigkeit des Mahlgutes im Wirbelpalt 62 in Richtung zum Außen-Mahlraum 9' sehr hoch, so daß ein Entweichen von Mahlhilfskörpern 41 in den kegelstumpfförmigen Bereich des Mahlgut-Zuführraums 53 ausgeschlossen wird. Insbesondere dadurch, daß die durch den jeweiligen Austritt 64 der Überströmkanäle 57' unterbrochenen Wandabschnitte 65 der Umfangswand 61 sich mit den gleichsam einen Rücksprung bildenden Überströmkanälen 57' abwechseln, wird eine extrem intensive Verwirbelung der Mahl hilfskörper 41 erreicht, was zu einer außerordentlich intensiven Vordispersierung des Mahlgutes im Wirbelpalt 62 führt. Durch diese Ausgestaltung wird also eine äußerst wirksame Reihenschaltung von Vordispersie-

rung, Prallmahlung und Polermahlung des Mahlgutes bewirkt.

### Patentansprüche

- 5 1. Rührwerksmühle zum Behandeln von fließfähigem Mahlgut, mit einem mit einer Innenwand (10) einen weitgehend geschlossenen Mahlraum (9) begrenzenden Mahlbehälter (3) und einem drehantreibbar in diesem angeordneten, relativ zu einer gemeinsamen Mittel-Längs-Achse (20) topfförmig ausgebildeten Rührwerk (21) mit einem ringzyklindrischen Rotor (42, 42') innerhalb dessen ein mit dem Mahlbehälter (3) fest verbundener Innenstator (24) angeordnet ist, wobei zwischen der Innenwand (10) des Mahlbehälters (3) und einer Außenwand (43) des Rotors (42, 42') ein ringzyklindrischer Außen-Mahlraum (9') und zwischen einer Innenwand (44) des Rotors (42, 42') und einem Außenmantel (26) des Innenstators (24) ein koaxial innerhalb des Außen-Mahlraums (9') angeordneter und mit diesem über einen Umlenkraum (49) verbundener ringzyklindrischer Innen-Mahlraum (9") ausgebildet ist, wobei an der Außenwand (43) des Rotors (42, 42') in den Außen-Mahlraum (9,) vorspringende Rührwerkzeuge (51) angebracht sind, wobei der Außen-Mahlraum (9'), der Umlenkraum (49) und der Innen-Mahlraum (9") den teilweise mit Mahl hilfskörpern (41) gefüllten Mahlraum (9) bilden, wobei ein dem Außen-Mahlraum (9') vorgeordneter und in diesen in Strömungsrichtung (52) des Mahlgutes einmündender Mahlgut-Zuführraum (53) und eine dem Innen-Mahlraum (9") in Strömungsrichtung (52) des Mahlgutes nachgeordnete Trenneinrichtung (34) zum Durchtritt des Mahlguts etwa auf derselben Seite des Mahlbehälters (3) angeordnet sind und wobei im Rührwerk (21) Überströmkanäle (57, 57') zur Rückführung der Mahlhilfskörper (41) aus dem Bereich der Trenneinrichtung (34) in den Bereich des Mahlgut-Zuführraums (53) vorgesehen sind, die das Ende des Innen-Mahlraumes (9") mit dem Beginn des Außen-Mahlraumes (9') verbinden,  
dadurch gekennzeichnet,
- daß der Innen-Mahlraum (9') ringspaltförmig als Mahlspalt ausgebildet ist,  
daß die Querschnittsfläche des Außen-Mahlraums (9') erheblich größer ist als die Querschnittsfläche des Innen-Mahlraums (9") und  
daß die Innenwand (44) des Rotors (42, 42') und die Außenwand (26) des Innenstators (24) glattwandig, frei von Rührwerkzeugen ausgebildet ist.
- 10 2. Rührwerksmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß - bezogen auf die Strömungsrichtung (52) des Mahlgutes - zwischen dem Außen-Mahlraum (9') und dem Innen-Mahlraum (9'') ein sich zum Innen-Mahlraum (9'') stetig verjüngender Beschleunigungsabschnitt (60) für das Mahlgut vorgesehen ist.

**3. Rührwerksmühle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,**

daß für das Verhältnis der Querschnittsfläche des Außen-Mahlraums (9') zur Querschnittsfläche des Innen-Mahlraums (9'') gilt:  
 $4 \leq (Da^2 - Di^2) / (da^2 - di^2)$ , wobei

Da = der Außendurchmesser des Außen-Mahlraums (9'),  
Di = der Innendurchmesser des Außen-Mahlraums (9'),  
da = der Außendurchmesser des Innen-Mahlraums (9'') und  
di = der Innendurchmesser des Innen-Mahlraums (9'')

ist.

**4. Rührwerksmühle nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,**

daß für das Verhältnis der Querschnittsfläche des Außen-Mahlraums (9') zur Querschnittsfläche des Innen-Mahlraums (9'') gilt:  
 $5 \leq (Da^2 - Di^2) / (da^2 - di^2)$ , wobei

Da = der Außendurchmesser des Außen-Mahlraums (9'),  
Di = der Innendurchmesser des Außen-Mahlraums (9'),  
da = der Außendurchmesser des Innen-Mahlraums (9'') und  
di = der Innendurchmesser des Innen-Mahlraums (9'')

ist.

**5. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,**

daß für das Verhältnis der Querschnittsfläche des Außen-Mahlraums (9') zur Querschnittsfläche des Innen-Mahlraums (9'') gilt:  
 $(Da^2 - Di^2) / (da^2 - di^2) \leq 30$ , wobei

Da = der Außendurchmesser des Außen-Mahlraums (9'),  
Di = der Innendurchmesser des Außen-Mahlraums (9'),  
da = der Außendurchmesser des Innen-

Mahlraums (9'') und  
di = der Innendurchmesser des Innen-Mahlraums (9'')

ist.

**6. Rührwerksmühle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,**

daß für das Verhältnis der Querschnittsfläche des Außen-Mahlraums (9') zur Querschnittsfläche des Innen-Mahlraums (9'') gilt:  
 $(Da^2 - Di^2) / (da^2 - di^2) \leq 25$ , wobei

Da = der Außendurchmesser des Außen-Mahlraums (9'),  
Di = der Innendurchmesser des Außen-Mahlraums (9'),  
da = der Außendurchmesser des Innen-Mahlraums (9'') und  
di = der Innendurchmesser des Innen-Mahlraums (9'')

ist.

**7. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,**

daß für die Weite a des Außen-Mahlraums (9') gilt:  
 $15 \text{ mm} \leq a$ .

**8. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,**

daß für die Weite a des Außen-Mahlraums (9') gilt:  
 $a \leq 300 \text{ mm}$ .

**9. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,**

daß für die Spaltweite b des Innen-Mahlraums (9'') gilt:  
 $3 \text{ mm} \leq b$ .

**10. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,**

daß für die Spaltweite b des Innen-Mahlraums (9'') gilt:  
 $b \leq 15 \text{ mm}$ .

**11. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,**

daß an der Innenwand (10) des Mahlbehälters (3) in den Außen-Mahlraum (9') vorspringende

ortsfeste Rührwerkzeuge (50) angebracht sind.

12. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis  
11, **dadurch gekennzeichnet,**

5

**daß** zwischen dem Mahlgut-Zuführraum (53)  
und dem Außen-Mahlraum (9') ein durch den  
Rotor (42') und die Innenwand (10) des Mahl-  
behälters (3) begrenzter ringzylindrischer Wir-  
belspalt (62) ausgebildet ist, in den die  
Überströmkanäle (57') mit Austritten (64) ein-  
münden.

10

13. Rührwerksmühle nach Anspruch 12, **dadurch  
gekennzeichnet,**

15

**daß** der Rotor (42') den Wirbelspalt (62) mit  
einer zylindrischen Umfangswand (61)  
begrenzt, in der die Austritte (64) der Über-  
strömkanäle (57') liegen, wobei die Austritte  
(64) mit Wandabschnitten (65) der Umfangs-  
wand (61) in Umfangsrichtung des Rotors (42')  
abwechseln.

20

14. Rührwerksmühle nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch  
gekennzeichnet,**

25

**daß** für die Spaltweite e des Wirbelspalts (62)  
zwischen der Umfangswand (61) und der  
Innenwand (10) des Mahlbehälters (3) radial  
zur Mittel-Längs-Achse (20) gilt:  
 $3 \text{ mm} \leq e \leq 8 \text{ mm}$ .

30

15. Rührwerksmühle nach Anspruch 14, **dadurch  
gekennzeichnet,**

35

**daß** für die Spaltweite e gilt:  
 $4 \text{ mm} \leq e \leq 5 \text{ mm}$ .

16. Rührwerksmühle nach Anspruch 14, **dadurch  
gekennzeichnet,**

40

**daß** für die Spaltweite e im Verhältnis zum  
Durchmesser c der Mahlhilfskörper (41) gilt:  
 $3 c \leq e \leq 4 c$ .

45

50

55

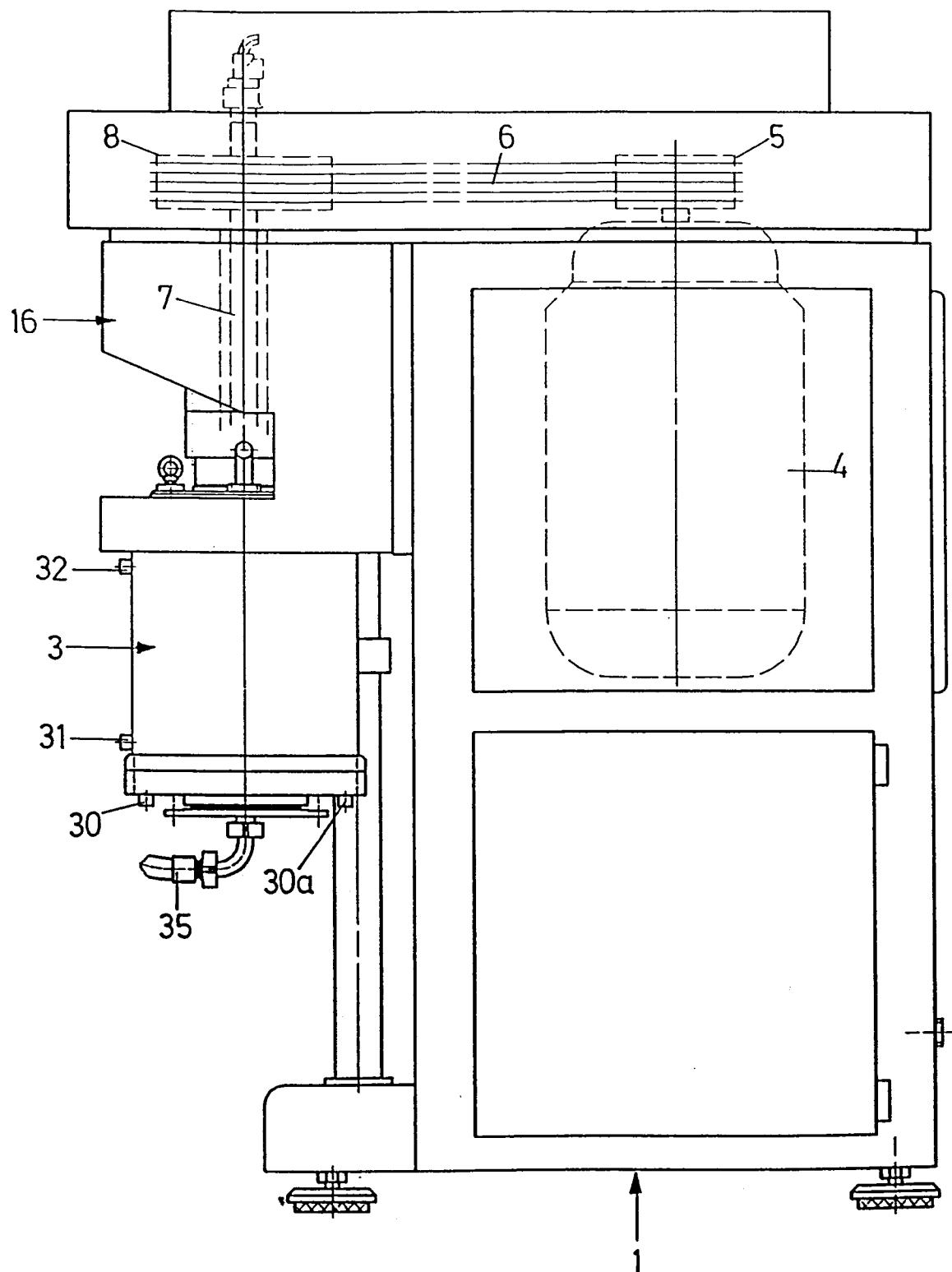


FIG. 1

**FIG. 2**

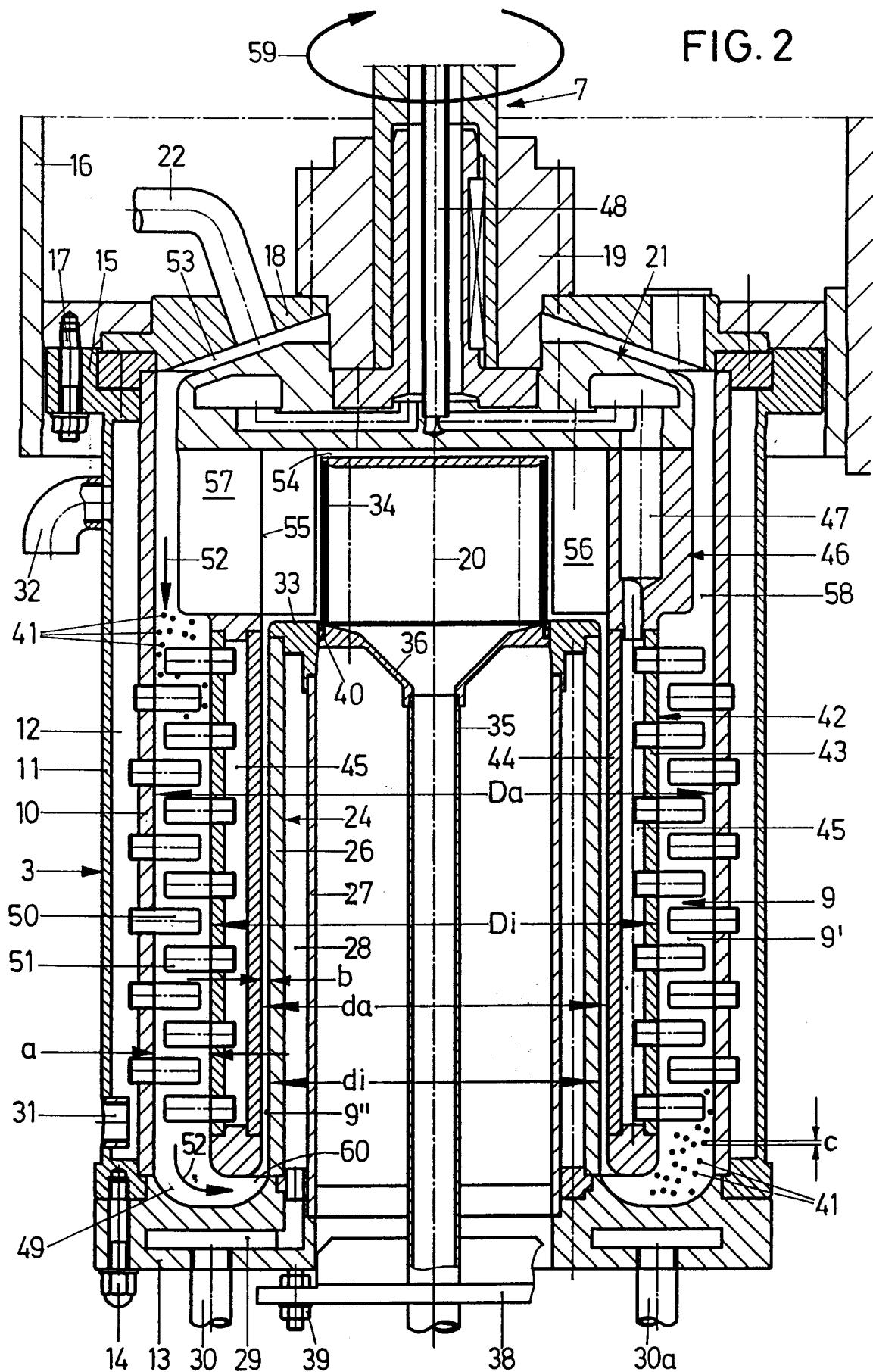
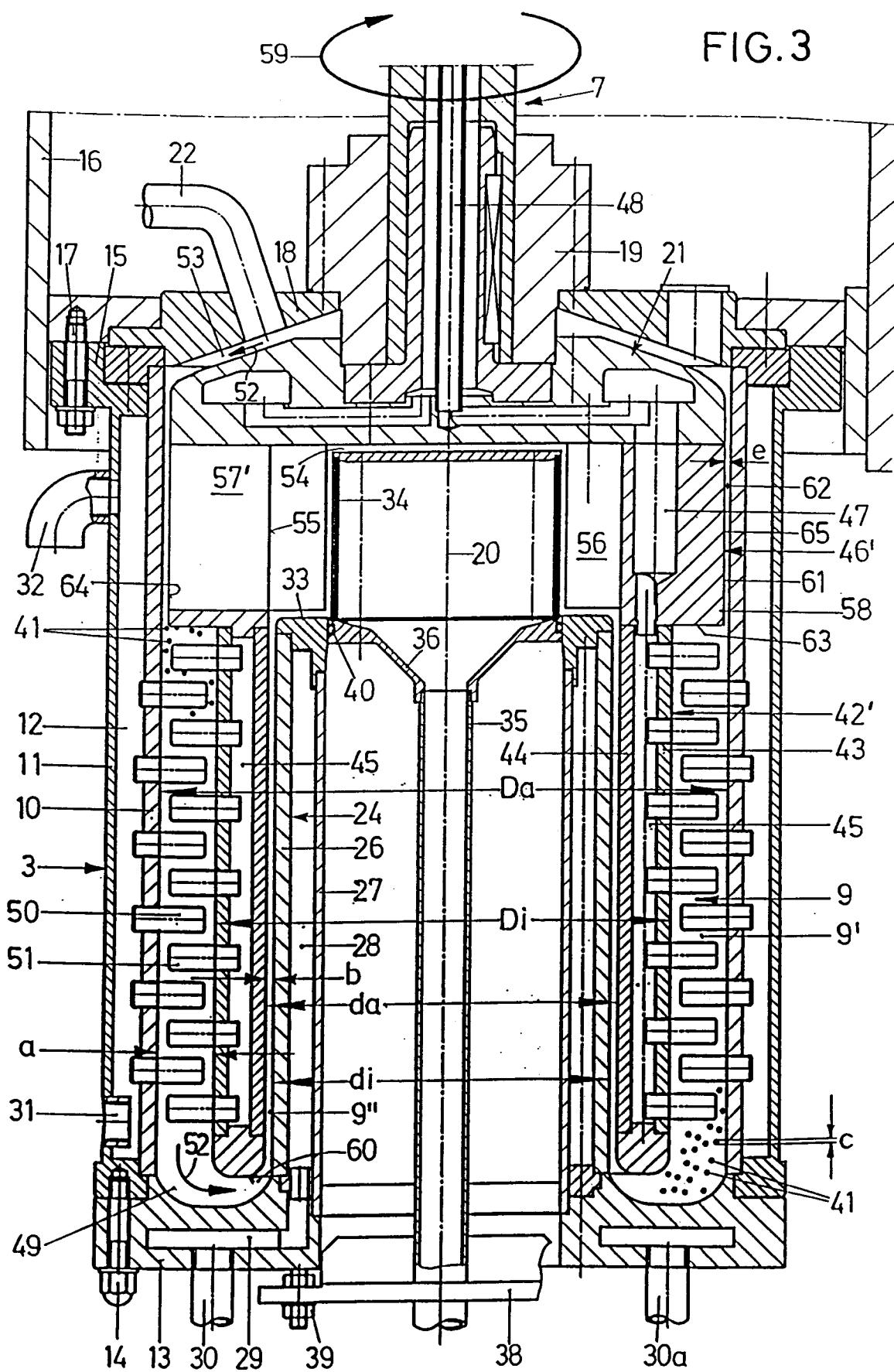


FIG. 3





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 98 11 9177

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 004, 30. April 1996 & JP 07 328405 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 19. Dezember 1995 * Zusammenfassung *	1, 2, 11	B02C17/16
Y A	---	12, 13 3-10, 14-16	
Y, P, D A	EP 0 824 964 A (DRAISWERKE GMBH) 25. Februar 1998 * Ansprüche 1-10; Abbildung 2 *	12, 13 3-10, 14-16	
Y	---		
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 010, 31. Oktober 1996 & JP 08 164342 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 25. Juni 1996 * Zusammenfassung *	1, 2, 11	
Y	---		
A	DE 40 10 926 A (FRYMA MASCH AG) 10. Oktober 1991 * Anspruch 1; Abbildung 3 *	1, 2, 11	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)
A	---	1	B02C
A, D	EP 0 184 992 A (FRYMA MASCH AG) 18. Juni 1986 * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	
A, D	---		
A, D	US 5 062 577 A (SCHMITT PHILIPP ET AL) 5. November 1991 * Zusammenfassung; Abbildungen 2, 3 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	3. Februar 1999	Verdonck, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 11 9177

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-02-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0824964 A	25-02-1998	DE 19632757 A CN 1176850 A JP 10076172 A	19-02-1998 25-03-1998 24-03-1998
DE 4010926 A	10-10-1991	KEINE	
EP 0184992 A	18-06-1986	DE 3444575 A DK 563085 A, B, JP 61136447 A US 4715547 A	12-06-1986 07-06-1986 24-06-1986 29-12-1987
US 5062577 A	05-11-1991	DE 3716587 C AU 616412 B AU 1792088 A CA 1295980 A CN 1039740 A, B DE 3876628 A DK 579789 A, B, WO 8809212 A EP 0370022 A IN 168654 A JP 6028745 B JP 2504360 T KR 9507586 B MX 167682 B SU 1782176 A	11-02-1993 31-10-1991 21-12-1988 18-02-1992 21-02-1990 21-01-1993 17-11-1989 01-12-1988 30-05-1990 18-05-1991 20-04-1994 13-12-1990 12-07-1995 05-04-1993 15-12-1992