



⑤ Int. Cl.⁵: B 02 C 17/16
G 01 L 9/00
B 02 C 17/18

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 3053/88

⑥² Teilgesuch von: 5945/83

②② Anmeldungsdatum: 03.11.1983

③① Priorität(en): 10.12.1982 DE 3245825

②④ Patent erteilt: 15.10.1992

④ Patentschrift
veröffentlicht: 15.10.1992

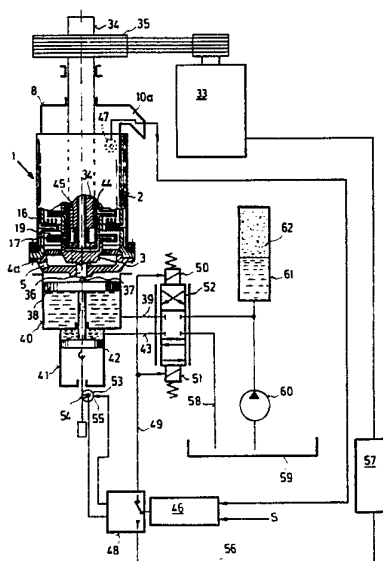
73 Inhaber:
Gebrüder Bühler AG, Uzwil

72) Erfinder:
Geiger, Armin, Bichwil

⑤4 Rührwerksmühle.

⑤7 Zum Steuern und/oder Regeln einer Rührwerksmühle

(1) ist vorgesehen, den im Mahlbehälter (2) der Rührwerksmühle (1) herrschenden Druck mittels eines Drucksensors (47) zu messen und eine Vergleichsmässigung des Mahlkörperdruckes im Mahlraum in Abhängigkeit vom gemessenen Druck mittels einer Auswerteeinrichtung (46, 48 - 57) vorzunehmen. Zum Vergleichsmässigen des Mahlkörperdruckes sind Mittel (16, 17, 19, 37 - 45) vorgesehen, die eine Verschiebung der Mahlkörper im Mahlgutstrom verhindern.



CH 680 652 A5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Rührwerksmühle nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

In bekannten Rührwerksmühlen (siehe z.B. CH-PS 392 222) wird das Mahlgut im allgemeinen in Form einer Suspension über eine Einlass-Trenneinrichtung in den Mahlbehälter eingebracht, den es während des Rühr- und Mahlvorganges im wesentlichen axial durchströmt, um ihn am anderen Ende über eine Auslass-Trenneinrichtung zu verlassen. Die Strömung wirkt auch auf die im Mahlbehälter vorgesehenen Mahlkörper, im allgemeinen Kugeln, ein. Selbst bei vertikaler Anordnung der Rührwerksmühle, bei der das Mahlgut den Mahlbehälter von unten nach oben und damit entgegengesetzt zur Schwerkraft der Mahlkörper durchströmt, werden die Mahlkörper von der Strömung (bei entsprechender Stärke derselben auf Grund einer höheren Durchsatzgeschwindigkeit) mitgerissen, da die Schwerkraft nicht ausreicht, die Mahlkörper zurückzuhalten. Um der damit verbundenen ungleichförmigen Druckverteilung zu begegnen, sind die Bauhöhen der Mahlbehälter bereits verkürzt worden, damit im Mahlbehälter möglichst gleiche Druckverhältnisse vorliegen. Durch diese den betreffenden Nachteil nur mildernde aber nicht behebbende Massnahme wird jedoch das Volumen und die Mahlleistung der Rührwerksmühle erheblich herabgesetzt.

Zur Erzielung gleichmässigerer Druckverhältnisse ist es auch schon bekanntgeworden (FR-PS 2 015 544), konische Mahlbehälter zu verwenden, was jedoch relativ aufwendig ist und vor allem in nachteiliger Weise dazu führt, dass das Mahlgut infolge unterschiedlicher Verweilzeit der Mahlgutteilchen im Mahlbehälter ungleichförmig bearbeitet wird.

Bei einer anderen bekannten Rührwerksmühle (DE-AS 1 507 653, DE-OS 2 026 733) wird als Gegendruckeinrichtung eine Art Förderschnecke verwendet, die in der Mitte des Mahlbehälters einen abwärts gerichteten Förderstrom erzeugt. Durch diesen Förderstrom werden zwar die Mahlkörper nahe der Welle nach unten bewegt, doch strömt an der Aussenseite der Schneckenwindung das suspendierte Mahlgut nach oben, so dass sich ein ungleichmässiges Verweilzeitspektrum ergibt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, das Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass auch bei in axialer Richtung relativ langen Mahlbehältern und unterschiedlichsten Betriebsbedingungen über die Länge des Mahlbehälters eine gleichmässige Mahlkörperdruckverteilung erzielt wird, ohne dass ein verschlechtertes Mahlergebnis in Kauf genommen werden muss.

Zur Lösung der Aufgabe sind die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale vorgesehen.

Der Grundgedanke der Erfindung ist demnach u.a. darin zu sehen, dass über den an wenigen, insbesondere einer einzigen Messstelle vorherrschenden Druck Aufschluss über die gesamte Mahlkörperdruckverteilung längs des Mahlbehälters bzw. Mahlraumes erhalten und demnach unmittel-

telbar in Abhängigkeit vom gemessenen Druckwert für einen Ausgleich der ungleichmässigen Druckverteilung gesorgt wird. Hierbei wird insbesondere auch von der Erkenntnis ausgegangen, dass die Mahlkörper bei einer unzureichenden Gegensteuerung die Tendenz aufweisen, mit der Strömung der Mahlgutsuspension zur Auslass-Trenneinrichtung hin zu wandern und sich der Druck dort entsprechend erhöht.

Zur Vergleichsmässigung des Mahlkörperdruckes wird vorzugsweise die Drehzahl des Rührwerksrotors in Abhängigkeit vom gemessenen Druck verändert. Da dadurch gleichzeitig die auf die Mahlkörper einwirkenden Fliehkräfte variiert werden, kann je nach Bedarf insbesondere einem Druckanstieg zum Bereich der Auslasstrenneinrichtung hin entgegengewirkt und damit für eine gleichmässige Druckverteilung gesorgt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Rührwerksmühle, wobei drei verschiedene Ausführungen der Rührwerkzeuge dargestellt sind, und zwar einerseits im oberen Teil und andererseits jeweils zu beiden Seiten der Mittellinie des unteren Teiles,

Fig. 2 die Rührwerksmühle nach Fig. 1, in einem als Blockschaltbild dargestellten Regelsystem,

Fig. 3 und 4 jeweils eine teilweise geschnittene Seitenansicht zweier weiterer Ausführungsformen der Rührwerksmühle, bei denen die Mahlbehälter an einer Karussellwelle drehbar aufgehängt sind und

Fig. 5 eine weitere Ausführungsform der Rührwerkskugelmühle mit einer als Blockschaltbild dargestellten Steuerschaltung zur Beeinflussung einer auf die Mahlkörper wirkenden Magnetanordnung

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemässen Rührwerksmühle in einem Längsschnitt, wozu die

Fig. 7A, 7B zwei mögliche Relativstellungen von Rotor und Stator bzw. Mahlbehälter im Detail veranschaulichen; und die

Fig. 8 und 9 zwei weitere Abwandlungen der Rotor- und Statorgeometrie zur Erzielung ähnlicher Effekte, wie bei der Ausführung nach Fig. 6.

Nach Fig. 1 weist eine Rührwerksmühle 1 einen Mahlbehälter 2 auf, in dem ein Rührwerksrotor 3 um eine Vertikalachse drehbar gelagert ist. Der Antrieb des Rührwerksrotors 3 erfolgt in nicht dargestellter Weise von der Oberseite her. Unterhalb des Mahlbehälters 2 befindet sich ein Einlassgehäuse 4 mit einer Einlassbohrung 5, über die suspendiertes Mahlgut in das Innere des Mahlbehälters 2 hineingepumpt wird. An der Unterseite des Rührwerksrotors 3 ist eine Einlass-Trenneinrichtung vorgesehen, die aus einem zwischen dem Rührwerksrotor 3 und einer ringförmigen Trennplatte 7 ausgebildeten Trennspace 6 besteht. Dadurch werden die im Inneren des Mahlbehälters 2 befindlichen Mahlkörper, insbesondere Mahlkugeln, daran gehindert, in das Einlassgehäuse 4 zu gelangen.

An der Oberseite des Mahlbehälters 2 ist ein Mahlgutauslassgehäuse 8 mittels Schrauben befe-

stigt, das eine von einer Mahlgutauslasskammer 9 wegführende Auslassbohrung 10 aufweist. Der Mahlbehälter 2 und der Rührwerksrotor 3 sind jeweils doppelwandig ausgeführt, um die beim Mahlen entstehende Reibungswärme abführen zu können. Hierzu ist für den Mahlbehälter 2 ein Kühlmittelleinlass 11 und ein Kühlmittelauslass 12 vorgesehen, wogegen das Kühlmittel für den Rührwerksrotor 3 über eine doppelt hohle Welle entsprechend den Pfeilen 13 zugeführt und axial entsprechend dem Pfeil 14 abtransportiert wird.

Von den im Inneren des Mahlbehälters 2 befindlichen Mahlkörpern bzw. Mahlkugeln 15 sind nur einige in Fig. 1 eingezeichnet. Aufgrund der Strömung der Mahlgutsuspension haben die Mahlkugeln 15 die Tendenz, mit der Strömung nach oben zu wandern, wobei sich normalerweise der Druck der Mahlkugeln 15 gerade im Bereich des Überganges vom Oberteil des Mahlbehälters 2 in das Mahlgutauslassgehäuse 8 in unerwünschter Weise verstärken würde. Um diese nachteilige Wirkung nicht auftreten zu lassen, wird die im folgenden beschriebene Anordnung verwendet. Als Statorscheiben 16 ausgebildete Statorwerkzeuge und Rotorscheiben 17 sind jeweils als einstückige Halbkreisringe in den Mahlbehälter 2 eingesetzt bzw. an den Rührwerksrotor 3 angesetzt.

Die innerhalb des Mahlbehälters 2 vorgesehenen Rühr- und Statorwerkzeuge sind im wesentlichen ringscheibenförmig ausgebildet. Am Mahlbehälter 2 sind hohle Statorscheiben 16 befestigt, die den Rührwerksrotor 3 mit Abstand umgeben, wogegen von der Aussenseite des Rührwerksrotors 3 jeweils zwischen den Statorscheiben 16 ebenfalls hohle Rotorscheiben 17 vorgesehen sind. Gemäss Fig. 1 ist jeweils unterhalb der Statorscheiben 16 und oberhalb der Rotorscheiben 17 nur ein schmaler Mahlgutstrom-Abschnitt 19 vorgesehen, der jedoch etwas breiter bemessen ist als der Durchmesser der Mahlkugeln 15. Wie anhand des Pfeiles 18 zu ersehen ist, wird der Mahlgutstrom-Abschnitt 19 vom Mahlgut aufgrund des Pumpendruckes radial einwärts durchströmt. Die Mahlkugeln 15 werden jedoch aufgrund der vom Rührwerksrotor 3 und den Rotorscheiben 17 ausgeübten Fliehkraft in Gegenrichtung radial nach aussen getrieben. Daher sammeln sich die Mahlkugeln 15 unter der Wirkung der Fliehkraft an der Innenwand des Mahlbehälters 2.

Nach der oberen Hälfte der Fig. 1 steht knapp unterhalb der Rotorscheiben 17 von der Mahlbehälterwandung eine Statorplatte 20 radial nach innen ab, die den Rührwerksrotor 3 umschliesst und an ihrem Aussenumfang in Abständen Öffnungen 21 in Form von Schlitzten oder kreisrunden Löchern besitzt. Die unter dem Druck der Fliehkraft stehenden Mahlkugeln 15 gelangen daher zum Teil durch diese Öffnung 21 hindurch in einen darunterliegenden, einen Beruhigungsraum darstellenden Mahlgutstrom-Abschnitt 22. Der Mahlgutstrom-Abschnitt 22 ist einerseits von der Statorplatte 20 und andererseits von der darunterliegenden Statorscheibe 16 begrenzt, so dass die Mahlkugeln 15 bis zur Aussenmantelfläche des Rührwerksrotors 3 gelangen können, der ihnen zwar wiederum eine radial nach aussen gerichtete Bewegung entsprechend dem

Mahlgutstrom 23 zu erteilen vermag, doch ist einerseits die Oberflächengeschwindigkeit des Rührwerksrotors 3 an dieser Stelle geringer als am Umfang der Rotorscheiben 17, während andererseits die Mahlkugeln 15 durch die von oben nachdrängenden Mahlkugeln aufgehalten werden, so dass sich insgesamt ihre Bewegung etwas beruhigt. Es ist daher möglich, dass die Mahlkugeln 15 durch die zwischen den Statorscheiben 16 und der Aussenmantelfläche des Rührwerksrotors 3 gebildeten axialen Öffnungen 24 in den darunter gelegenen schmalen Mahlgutstrom-Abschnitt 19 gelangen, wo sie wiederum im Gegenstrom zum Mahlgut nach aussen geschleudert werden.

Die Beruhigung und Abbremsung der Bewegung der Kugeln kann auch auf andere Weise erfolgen. Als alternative Ausführung sind die Statorscheiben 16 nach dem unteren Teil der Fig. 1 mit Bremsstäben versehen, während eine Statorplatte 20 wie im oberen Teil der Fig. 1 nicht vorgesehen ist.

Durch die enge Bemessung der Mahlgutstrom-Abschnitte 19 ist in diesem Bereich eine besonders hohe Reibungswärme abzuführen. Zu diesem Zweck sind im Inneren der hohlen Statorscheiben 16 ringförmige Trennlamellen 26 vorgesehen, die eine Innenwand bilden und das Kühlwasser zwingen, das Innere der Statorscheiben 16 vollständig zu durchfliessen. Diese Trennlamellen 26 sind einerseits an Wandungsvorsprüngen 27 befestigt, insbesondere verlötet, und können sich zur Sicherung eines gleichmässigen Abstandes im Inneren der Statorscheiben 16 mit Hilfe warzenförmiger Vorsprünge 28 abstützen. Nach Fig. 1 ist eine ähnliche Anordnung bei den Rotorscheiben 17 vorgesehen.

Alternativ kann die Ausbildung entsprechend der rechten unteren Seite in Fig. 1 sein, wobei die Innenwand mahlbehälterseitig mit Nuten 29 versehen ist, in die die Lamellen 26 eingesetzt und dort durch Kleben oder Löten befestigt sind. Ebenso sind Nuten 29 am Aussenumfang des Rührwerksrotors 3 vorgesehen, in die die Trennlamellen 26 des Rotors in zwei Sektoren eingesetzt und dort ebenso befestigt sind.

Die in Fig. 1 dargestellte Auslass-Trenneinrichtung ist von einem Zellenrad 30 gebildet, welches im Auslassgehäuse coaxial zum Oberteil des Rührwerksrotors 3 bzw. dessen Antriebswelle gelagert und mit Hilfe eines aufgekeilten Antriebsrades 31 unabhängig vom Rührwerksrotor 3 antreibbar ist. Der Antrieb erfolgt durch einen gesonderten Motor in nicht dargestellter Weise, doch ist es auch möglich, für den Antrieb des Rotors und des Rades 31 einen gemeinsamen Motor vorzusehen, wobei für den Antrieb des Zellenrades 30 ein entsprechendes Übersetzungsgetriebe vorzusehen wäre. Dadurch ist das Wellenrad 30 mit so hoher Geschwindigkeit antreibbar, dass die Mahlkugeln 15 entgegen dem Mahlgut, d.h. radial nach aussen, bewegt werden, von wo sie zweckmässig in einen darunterliegenden Beruhigungsraum 22a gelangen. Die Drehgeschwindigkeit des Zellenrades 30 ist wählbar, so dass sie leicht den Gegebenheiten angepasst werden kann. Dies kann wiederum durch ein entsprechendes Getriebe oder auf dem elektrischem Wege durch Wahl der Motorgeschwindigkeit bewerkstelligt werden. In

jedem Fall kann die Geschwindigkeit so eingestellt sein, dass die Mahlkugeln 15 zwar ausgeschleudert werden, jedoch durch den Mahlgutstrom dermassen verzögert an der Innenwandung des Mahlbehälters 2 auftreten, dass die bei Trennspalten üblicherweise auftretende Beanspruchung vermieden ist, die häufig in unerwünschter Weise zur Zerstörung der Mahlkugeln 15 führt. Um einen entsprechenden Bremsweg zu sichern kann – abweichend von der Darstellung gemäss Fig. 1 – der obere Mahlbehälterteil 32 einen erweiterten Durchmesser besitzen. Um aber zu vermeiden, dass der Mahlbehälter einen stufenförmig sich erweiternden Raum im Bereich des Gehäuses 32 bildet und sich dann dort die Mahlkugeln sammeln, ist zweckmässig dieser obere Mahlbehälterteil 32 im Inneren nach unten zu konisch sich verengend und damit trichterförmig ausgebildet, so dass die an seiner Wand auftreffenden Mahlkugeln nach unten gegen den Beruhigungsraum 22a geleitet werden.

Bei häufigem Wechsel des Mahlgutes kann es erwünscht sein, die dem Mahlkörperdruck an der Oberseite entgegenwirkende Anordnung entsprechend den Gegebenheiten zu verändern. Als Einflussgrössen sind die Zähigkeit, die Strömungsgeschwindigkeit bzw. der Druck der Mahlgutsuspension, aber auch die Grösse der Mahlkugeln anzusehen.

Zur Wirksamkeit der in Fig. 1 dargestellten Ausbildung, d.h. zur Veränderung der auf die Mahlkugeln 15 wirkenden Fliehkräfte, kann sowohl eine Regelung der Drehzahl des Rührwerksrotors 3 als auch eine Veränderung der Abstände der Stator- und Rotorscheiben 16 bzw. 17 vorgesehen sein. Eine Variation der Abstände zwischen den Stator- und Rotorscheiben 16 bzw. 17 ist allerdings nur bis zu einer Mindestgrösse der Mahlgutstrom-Abschnitte 19 möglich, die annähernd dem Durchmesser der Mahlkugeln 15 entspricht. Ausgehend von dieser Extremstellung kann die jedoch die Grösse der auf die Mahlkugeln 15 wirkenden Fliehkraft durch eine Verbreiterung der Mahlgutstrom-Abschnitte 19 mittels einer Vergrösserung der Abstände der diese Mahlgutstrom-Abschnitte begrenzenden Statorscheiben 16 und Rotorscheiben 17 verringert werden. An sich kann dies auch von Hand aus mit Hilfe einer Vorrichtung geschehen, wie dies später anhand der Fig. 4 beschrieben wird.

Vorzugsweise ist jedoch der nachfolgend anhand von Fig. 2 beschriebene Regelkreis vorgesehen.

In Fig. 2 sind nur jene Teile der Rührwerksmühle 1 im einzelnen dargestellt, die für eine Beschreibung der Funktionsweise des Regelkreises von Bedeutung sind.

Ein Antriebsmotor 33, das von im angetriebene und auf einer Antriebswelle 34 sitzende Antriebsrad 35 sowie das Mahlgutauslassgehäuse 8 mit dem Auslass 10a sind lediglich schematisch dargestellt.

Gegenüber der Darstellung nach Fig. 1 ist das Einlassgehäuse 4a insofern etwas abgewandelt, als der Einlass 5 seitlich angeordnet und der untere Wellenstummel 36 des Rührwerksrotors 3 von aussen her axial gelagert ist. Dies ist durch eine Lager spitze 37 angedeutet.

Die Lagerspitze 37 sitzt an der Aussenseite ei-

nes Kolbens 38, der von unten her durch Zulauf einer hydraulischen Flüssigkeit über eine Leitung 39 innerhalb seines Zylinders 40 hebbar ist. Andererseits ist die Bewegung in Gegenrichtung dadurch zu erzielen, dass in einem zweiten Zylinder 41 ein Kolben 42 über eine Leitung 43 mit hydraulischer Flüssigkeit belastet wird. Diese Anordnung dient nur als Beispiel zur Veranschaulichung der Erzielung einer Axialbewegung des Rührwerksrotors 3. Beispielsweise kann einfach eine Schraubenspindel mit Hilfe eines z.B. über eine Wheatston'sche Brücke angesteuerten Motors bewegt werden, oder es ist nur ein einziger, doppelt wirkender Kolben in einem Zylinder mit zwei an gegenüberliegenden Seiten des Kolbens angeordneten Druckkammern vorgesehen, an dessen Kolbenstange die Spurlagerung bzw. Lagerspitze 37 angeordnet ist. Im Falle der Wheatston'sche Brücke befindet sich in einem Zweig derselben ein Messwiderstand für den Mahlkörperdruck. Es sind jedoch auch andere Vergleichsschaltungen denkbar.

Um den Rührwerksrotor 3 relativ zu Antriebswelle 34 axial verschieben zu können, ist die Antriebswelle 34 in der gezeigten Weise bis in das Innere des hohlen Rührwerksrotors 3 verlängert und mit ihm dreh schlüssig, jedoch axial verschiebbar beispielsweise durch Zähne oder andere Vorsprünge 44 verbunden. Dementsprechend besitzt der Rührwerksrotor 3 an seiner Innenseite zwischen die Vorsprünge 44 eingreifende Gegenvorsprünge 45.

Zur Verstellung der Höhe der Mahlgutstrom-Abschnitte 19 ist eine Regelstufe 46 vorgesehen, die als Grundbaustein einen Differenzverstärker enthalten kann. Dieser Regelstufe 46 wird einerseits über einen nicht dargestellten, beispielsweise von Hand aus einstellbaren, Sollwertgeber ein Sollwert S zugeführt, wogegen am anderen Eingang der Regelstufe 46 das Ausgangssignal eines den Druck der Mahlkörper bzw. Mahlkugeln 15 abführenden Drucksensors 47 zugeführt wird, der beispielsweise einen piezoelektrischen Kristall umfasst.

Das Ausgangssignal der Regelstufe 46 kann im einfachsten Fall einem Stellglied entweder für die Bewegung des Kolbens 38 oder für die Verstellung der Drehzahl des Antriebsmotors 33 zugeführt werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist jedoch am Ausgang der Regelstufe 46 eine Schaltstufe 48 vorgesehen, an die einerseits eine Ausgangsleitung 49 angeschlossen ist, durch die zwei Elektromagnete 50, 51 zur Verstellung eines Ventils 52 erregbar sind. Zu diesem Zweck weist die Regelstufe 46 einen Schwellwertschalter mit verhältnismässig grosser, gegebenenfalls einstellbarer Hysterese auf, so dass bei Überschreiten eines vorbestimmten ersten Schwellwertes der Elektromagnet 50, bei Unterschreiten eines vorbestimmten zweiten Schwellwertes der Elektromagnet 51, erregt wird, wogegen im Hysteresebereich das Ventil 52 die dargestellte Mittelstellung einnimmt.

In dieser Stellung der Schaltstufe 48 wird somit durch das Ausgangssignal der Regelstufe 46 die Bewegung des Kolbens 38 und damit des Rührwerksrotors 3 gesteuert. Dabei ist der Kolben 42 mit einer Rolle 53 bewegungsschlüssig verbunden, welche ausser einem Mittenkontakt auch noch ei-

nen Endkontaktstreifen 54 aufweist, der so angeordnet ist, dass er in jeder Relativstellung des Rührwerksrotors 3 zum Mahlbehälter 2 einem Schleifkontakt 55 gegenüberliegt, in der die Mahlgutstrom-Abschnitte 19 die kleinstmögliche Höhe entsprechend der obigen Beschreibung besitzen. Liegt nun der Endkontaktstreifen 54 dem Schleifer 55 gegenüber, so ist der Stromkreis zum Mittenkontakt geschlossen. Die Schaltstufe 48 erhält einen Impuls, der bewirkt, dass das Ausgangssignal der Regelstufe 46 so lange einer Ausgangsleitung 56 zugeführt wird, bis sich der Stromkreis durch den Endkontaktstreifen 54 und den Schleifer 55 wieder öffnet.

Über die Ausgangsleitung 56 erhält eine Regel- und Steuerstufe 57 für die Geschwindigkeit des Antriebsmotors 33 das Ausgangssignal der Regelstufe 46, so dass bei dieser Anordnung die Regelung durch Verschiebung des Rührwerksrotors 3 Priorität hat. In der Tat ist es meist auch erwünscht, die Drehzahl des Rührwerksrotors 3 annähernd konstant zu halten. Für spezielle Ausführungen kann jedoch auch der Regelung der Drehzahl des Antriebsmotors 33 der Vorrang eingeräumt werden, wobei in diesem Falle die Verstellung des Kolbens 38 erst dann eingeleitet wird, wenn die Kontakte 54, 55 geschlossen sind.

Die Funktionsweise des Ventils 52 ist aus den dargestellten Symbolen ersichtlich. Das Ventil 52 steht über eine Auslassleitung 58 mit einem Flüssigkeitsreservoir 59 in Verbindung, aus dem mit Hilfe einer Pumpe 60 das Fluid in einen Druckspeicher 61 eingebracht werden kann. In diesem Druckspeicher 61 befindet sich ein zweites Druckmedium, beispielsweise ein Gas 62, das zweckmässig gegenüber der Flüssigkeit in nicht dargestellter Weise durch einen Kolben oder durch eine elastische Membran abgedichtet ist. Je nach der von der dargestellten Mittel-lage abweichenden Extremstellung des Ventils 52 wird Flüssigkeit aus dem Druckspeicher 61 über die Leitung 39 oder die Leitung 43 einem der beiden Zylinder 40 bzw. 41 zugeführt, wogegen gleichzeitig der andere Zylinder mit der Auslassleitung 58 verbunden ist. Anstelle einer automatischen Regelung ist auch eine manuelle Verstellung in der Art der später beschriebenen Fig. 4 möglich. Der Druckgeber bzw. -sensor 47 kann auch entsprechend Fig. 5 einfach mit einem Anzeigegerät 63 verbunden sein, entsprechend dessen Ausschlag eine Bedienungsperson die Verstellung des Ventils 52 (Fig. 2) bzw. die Nachregelung der Drehzahl des Antriebsmotors 33 vornimmt.

Aus der vorstehenden Beschreibung ergibt sich, dass die Mahlkörper bzw. Mahlkugeln 15 mit Hilfe der praktisch selektiv nur auf sie sich auswirkenden Fliehkraft im Gegenstrom zur Mahlgutsuspension gegen die Einlassseite hin gedrückt werden. Eine andere Verwirklichung dieses Prinzips ist in Fig. 3 dargestellt. Dabei sind zwei zylindrische Rührwerksmühlen 1a an gegenüberliegenden Seiten einer Karussellwelle 64 angeordnet. Zweckmässig sind an der Karussellwelle 64 noch mehr als zwei Rührwerksmühlen derart gleichmässig über deren Umfang verteilt angeordnet, dass sich im wesentlichen eine Auswuchtung ergibt. Die Karussellwelle 64 ist

an einem Traggestell 65 in einem Gleitlager 66 gelagert, das einen Tisch 67 mittig durchsetzt. An der Oberseite ist die Karussellwelle 64 mit zwei Armen 68 eines Karussellwagens 69 verbunden, der mittels Wälzlager 70 am Tisch 67 abgestützt ist.

Der Rührwerksrotor 3a jeder Rührwerksmühle 1a besitzt an der der Karussellwelle 64 zugekehrten Seite seiner Antriebswelle 34a ein Kegelrad 71. Sämtliche Kegelräder 71 stehen mit einem am Gleitlager 66 aussen aufgekeilten Kronenrad 72 in Eingriff, so dass die Kegelräder 71 bei Drehung der Karussellwelle 64 am Kronenrad 72 abrollen und somit eine Planetenbewegung ausführen.

Durch diese Planetenbewegung der Kegelräder 71 erhält der jeweilige Rührwerksrotor 3a seinen Antrieb. Deshalb steht die Drehzahl der Rührwerksrotoren 3a in einem festen Verhältnis zur Drehzahl der Karussellwelle 64, welches nur durch einen Austausch der Kegelräder 71, 72 verändert werden kann.

Die Karussellwelle 64 weist in ihrem Inneren eine einerseits von unten bis fast zur Oberseite reichende Bohrung 73 auf, die über eine Dreheinführung 74 mit einem Zufuhrrohr 75 zur Zufuhr von Mahlgutsuspension mit Hilfe einer (nicht dargestellten) Pumpe verbunden ist. Das obere Ende des Zufuhrkanals 73 in der Karussellwelle 64 endet in einer Querbohrung 76, an die Einlassrohre 77 für die radial aussenliegende Einlassseite der Rührwerksmühle 1a angeschlossen sind.

Im obersten Abschnitt der Karussellwelle 64 ist ein Auslasskanal 78 vorgesehen, der in eine Drehverbindungs-vorrichtung 79 mündet, von wo das fertig gemahlene Mahlgut über eine Leitung 80 abführbar ist. Das untere Ende des Auslasskanals 78 steht mit einer Querbohrung 81 in Verbindung, an die Auslassrohre 82 angeschlossen sind. Diese Auslassrohre 82 stehen jeweils mit dem Auslass 10 der zugehörigen Rührwerksmühle 1a in Verbindung. Auf diese Weise können sämtliche mit der Karussellwelle 64 verbundenen Rührwerksmühlen 1a parallel betrieben werden. Es ist aber ebenso möglich, die Rührwerksmühlen 1a in Serie zu schalten, so dass das Mahlgut die Mühlen nacheinander durchläuft. Zu diesem Zwecke ist eine Verbindungsleitung 83 vorgesehen, die durch Handräder 84, 85 in und ausser Betrieb setzbar ist. Dabei wird durch das Handrad 84 eine Verbindung von der Leitung 82 zur Leitung 83 geschaffen, wogegen die Verbindung zur Querbohrung 81 unterbrochen wird. Umgekehrt ist dann auch durch das Handrad 85 die Verbindung der Leitung 77 zur Querbohrung 76 zu unterbrechen und zur Leitung 83 herzustellen. Zweckmässig werden die Handräder 84, 85 durch eine Einrichtung ersetzt, die es gestatten, mit einem einzigen Handgriff beide Ventile im gleichen Sinne zu verstellen, um so Irrtümer auszuschliessen. Dies kann beispielsweise mit Hilfe entsprechend geschalteter Magnetventile geschehen.

Für den Antrieb des Karussells 64, 69 ist an der Unterseite der Karussellwelle 64 ein Schneckenrad 86 befestigt, das mit einer Antriebsschnecke 87 an der Welle eines Antriebsmotors 88 in Eingriff steht. Es kann auch jede andere Getriebeübertragung der Motordrehung vorgesehen sein. Insbesondere

kann es zweckmässig sein, zwischen dem Antriebsmotor 88 und der Karussellwelle 64 ein, gegebenenfalls stufenlos, verstellbares Gebtriebe vorzusehen.

Durch die Anordnung der Rührwerksmühlen 1a auf einem Karussell 64, 69 stellt die Zufuhr eines Kühlmittels ein gewisses Problem dar. Dieses Problem lässt sich in herkömmlicher Weise durch Anordnung mehrerer zueinander konzentrischer Hohlwellen mit entsprechenden Dreheinführungen bzw. Drehverbindungsrichtungen bewältigen. Fig. 3 zeigt jedoch eine konstruktiv einfachere Lösung, bei der oberhalb der Drehebene der Rührwerksmühlen 1a die Mündung 89 einer Wasserzufuhrleitung 90 vorgesehen ist. Die Mündung 89 liegt über einer ringförmig angeordneten Wasserrinne 91, von der Wasserzufuhrrohre 92 zu den Wassereinlassöffnungen 11 der Rührwerksmühlen 1a führen. Von dort verteilt sich das Wasser ohne weiteres unter dem Einfluss der Fliehkraft, weshalb es zur Vermeidung eines zu schnellen Abfließens des Kühlwassers vorteilhaft ist, in an sich bekannter Weise schraubenförmige Kühlkanäle 93 vorzusehen. Der Kühlmittelauslass 12a ist dann zweckmässig parallel zur Rotorwelle 34a bzw. senkrecht zur Karussellwelle 64 angeordnet, so dass das Kühlwasser wiederum unter Fliehkraftwirkung austritt. Dabei kann das abfließende Kühlwasser in einer Auffangrinne 94 aufgefangen werden, die das Karussell 64, 69 rundum umgibt. Aus dieser Auffangrinne 94 kann dann das Kühlwasser über eine Abflussleitung 95 entweder einfach abfließen oder mit Hilfe einer Pumpe wiederum in die Zufuhrleitung 90 eingebracht werden. Das so komplettierte Karussell ist zweckmässig von einem in Fig. 3 nur angedeuteten Sicherheitsgitter 96 umgeben.

Eine Ausführungsvariante, bei der Teile gleicher Funktion dieselben Bezugszeichen (allenfalls mit einem zusätzlichen Kleinbuchstaben versehen) aufweisen wie in Fig. 3, ist der Fig. 4 zu entnehmen. In diesem Falle ist die Karussellwelle 64 innerhalb einer Lagerbuchse 661 mit Hilfe von Wälzlager in radialer Richtung gelagert, wobei die Axiallagerung nicht dargestellt ist.

An ihrer Oberseite weist die Karussellwelle 64 Gabelarme 98 an einander gegenüberliegenden Seiten auf, wobei der Karussellwagen 69a mittels Bolzen 99 in den Gabelausnehmungen der Gabelarme 98 radial (relativ zur Karussellwelle 64) verschiebbar gehalten ist. Somit ist der Karussellwagen 69a mit der Karussellwelle 64 zwar dreh-schlüssig verbunden, doch lässt er sich (bezogen auf Fig. 4) geringfügig nach links oder rechts bewegen, wobei jeweils eine von zwei Federn 100 zusammenge-drückt bzw. entlastet wird. Der Zweck dieser Anordnung, die praktisch eine Taumelbewegung des Karussellwagens 69a zulässt, wird später noch beschrieben.

Am Karussellwagen 69a ist einerseits ein Antriebsmotor 33a für wenigstens eine Rührwerksmühle 1b vorgesehen. Die Anordnung ist dabei wiederum so getroffen, dass sich durch möglichst gleichmässige Verteilung über den Umfang der Karussellwelle 64 eine gewisse Auswuchtung ergibt. Zweckmässig dient jedoch der Motor 33a zum An-

trieb mehrerer Rührwerksmühlen 1b, in den er mit einem Antriebskegelrad 71a ein drehbar an der Lagerbuchse 661 gelagertes Kronenrad 72a und über dieses das Antriebskegelrad 71 für die Rührwerksmühle 1b antreibt. Um möglichst viele Rührwerksmühlen platzsparend am Karussell 64, 69a unterzubringen, können die Rührwerksmühlen in der dargestellten Weise konisch ausgebildet sein, wobei zweckmässig die Erzeugenden 101 des Konus einander in der Karussellachse 102 schneiden. Diese konische Ausbildung hat auch Vorteile hinsichtlich der Verringerung des Mahlkörperdrucks im Bereich der Auslass-Trenneinrichtung, die als Sieb 30a ausgebildet ist.

Der Gefahr der Ausbildung eines Wirbeltorus kann in allen Fällen (also nicht nur bei konischen Mahlbehältern) entgegengewirkt werden, indem die Rotorscheiben 17a bis knapp an die Innenwandung des Mahlbehälters 2a und die Statorscheiben 16a bis knapp an die Aussenmantelfläche des Rührwerksrotors 3b verlängert werden. Dadurch werden die Wirbel gestört und so an ihrer Ausbildung gehindert.

Wie anhand einiger in Fig. 4 dargestellter Mahlkugeln 15 ersichtlich ist, ist der zwischen den Rotorscheiben 17a und der Innenwand des Mahlbehälters 2a verbliebene Spalt kleiner als der Durchmesser der Mahlkugeln 15. Das gleiche gilt für den Spalt zwischen den freien Enden der Statorstäbe 16a und der Aussenmantelfläche des Rührwerksrotors 3b. Zur Veränderung dieses Spalts ist der Wellenstummel 36a in einem Spurlager 103 gelagert, das innerhalb einer Büchse 104 mit Hilfe einer Verstelleerschraube 105 axial verstellbar ist. Dazu ist die Antriebswelle 34b gegen die Rührwerksmühle 1b abgesetzt, d.h. mit einem geringeren Durchmesser versehen, wogegen der Rührwerksrotor 3b mit einem Hohlwellenstummel 106 verbunden ist, der auf dem verschmälerten Ende der Antriebswelle 34b teleskopisch geführt ist. Zur dreh-schlüssigen Verbindung sind wiederum ineinandergreifende Zähne vorgesehen, von denen ein Zahn 44a angedeutet ist.

Da der Karussellwagen 69a radial relativ zur Karussellwelle 64 verschiebbar ist, ist es auch notwendig, den Abschnitt grösseren Durchmessers der Antriebswelle 34b als Teleskopführung auszubilden. Dieser Abschnitt ist demnach hohl und nimmt in seinem Inneren eine gesonderte Kegelradwelle 107 auf, mit der er in nicht dargestellter Weise dreh-schlüssig, jedoch axial verschiebbar verbunden ist. Auf diese Weise kann die Kegelradwelle 107 in an seitlichen Fortsätzen der Karussellwelle 64 befestigten Spurlagern 108 gelagert sein und axial unverschieblich gehalten werden.

Der Karussellwagen 69a ist radial relativ zur Karussellwelle 64 gegen den Druck von Federn 100 verschiebbar. Diese Art der Lagerung des Karussellwagens 69a dient dazu, eine Selbstauswuchtung zu ermöglichen. Hierzu ist eine Gegenkopplungseinrichtung mit einem hier nur schematisch dargestellten Ausgleichsgewicht 97 vorgesehen, das mit einer Hülse 109 verbunden ist. Die Hülse 109 ist auf einer von einem Träger 110 abstehenden Stange 111 teleskopisch verschiebbar und liegt unter dem Druck einer Feder 112 mit einem Taststift 113 am Aus-

senumfang der Karussellwelle 64 an. Ergibt sich daher – etwa infolge verschiedener Füllungsgrade der Rührwerksmühle 1b – ein Übergewicht auf der Seite des Antriebsmotors 33a, so wird der Karussellwagen 69a im Verlauf seiner Drehung auf dem Tisch 67a (bezogen auf Fig. 4) nach rechts, d.h. auf die Seite des grösseren Gewichts gezogen. Dadurch aber wird der Stift 113 entgegen der Wirkung der Feder 112 nach links bewegt, so dass das Gewicht 97 radial weiter aussen zu liegen kommt und so an der linken Seite das Drehmoment vergrössert, so dass sich ein automatischer Ausgleich der Unwucht ergibt.

Da aber nun der Karussellwagen 69a wenigstens einen Antriebsmotor 33a trägt und nicht nur drehbar, sondern auch verschiebbar ist, muss die Stromversorgung dieses Motors konstruktiv gelöst werden. Von den nur schematisch angedeuteten Motorklemmen 114 verlaufen daher die Zufuhrleitungen 115 wenigstens teilweise in Schraubenlinienform, um einen Ausgleich bei Lageverschiebungen des Karussellwagens 69a zu gewährleisten. Die Leitungen 115 verlaufen zu einem Verteiler 116 und von dort zu an Schleifringen 117 anliegenden Schleifkontakten 118. Die Schleifringe 117 sind über feuchtigkeitsisolierte Kabel in nicht dargestellter Weise an das Stromnetz angeschlossen. Ferner sind zur Ermöglichung der Bewegung des Karussellwagens 69a die Rohrleitungen 77, 82 mit dem Einlass 5 bzw. dem Auslass 10 über Schlauchstücke 77a bzw. 82a verbunden. Zweckmässig sind die Leitungen 77, 82 an einer Wandung 121 (in nicht dargestellter Weise) befestigt.

Die Kühlung der Rührwerksmühle 1b kann grundsätzlich in der in Fig. 3 dargestellten Weise gelöst sein. Gemäss der Ausführungsvariante nach Fig. 4 ist hingegen die Mündung 89 der Wasserzuführungsleitung 90 oberhalb eines Verteilerkegels 119 angeordnet, von dem aus das zugeführte Wasser über Rohre oder Rinnen 120 verteilt wird. Vorzugsweise ist der Kegel 119 samt der bzw. den Rinnen 120 mit der Karussellwelle 64 zu gemeinsamer Drehung verbunden, um so eine optimale Kühlwirkung zu gewährleisten. Dabei befindet sich die jeweilige Rinne 120 über der zugeordneten Rührwerksmühle 1b. Das aus der Mündung 89 austretende Wasser fliesst den Verteilerkegel 119 hinunter und gelangt dann schon aufgrund der Fliehkraft bis auf den radial äusseren Rand der jeweiligen Rinne 120. In dieser Rinne sind in Abständen Lochdüsen 122 vorgesehen, über die das Wasser nach unten auf den Aussenmantel der Rührwerksmühle 1b strömen kann. Die Rührwerksmühle 1b ist am Karussellwagen 69a auf einem Lagerbock 123 gelagert, der im Querschnitt etwa halbkreisförmig ausgebildet ist und sich damit dem Umfang der Rührwerksmühle 1b anpasst, d.h., der Durchmesser dieses Halbkreises oder Bogens nimmt entsprechend der Konizität des Mahlbehälters der Rührwerksmühle 1b gegen die Karussellwelle 64 zu ab. Der Lagerblock 123 ist jedoch nicht vollkommen kreisbogenförmig ausgebildet, sondern besitzt einerseits bogenförmige Nuten 124, über die das am Aussenumfang der Rührwerksmühle 1b herabströmende Wasser weiter herabströmen kann. Diese Nuten, die nach oben zu gegeben-

nenfalls trichterförmig ausgebildet sein können, münden an der Unterseite der Rührwerksmühle 1b in eine aus der Kreisbogenform des Lagerbockes 123 herausgeformte Wasserrinne 125, von wo aus das Wasser entweder frei verströmen kann oder entsprechend der Konstruktion nach Fig. 3 in eine hier nicht dargestellte Auffangrinne 94 abfließt. Auch für die Rinne 120 ist zweckmässig eine Stütze vorgesehen, wie dies durch die Stützwand 121 angedeutet ist; je nach den konstruktiven Gegebenheiten ist diese Stütze möglichst weit radial auswärts angeordnet, um Schwingungen zu vermeiden.

Während bei den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen die im wesentlichen selektiv auf die Mahlkörper bzw. Mahlkugeln einwirkende Kraft jeweils die Fliehkraft war, werden bei der Ausführungsvariante gemäss Fig. 5 die Mahlkugeln mit Hilfe von Magneten 135 bewegt. Die Ausübung einer selektiv nur auf die Mahlkugeln wirkenden Kraft ist an sich aus der US-PS 4 134 557 bekannt, wobei die in der vorliegenden Fig. 5 dargestellte Anordnung der Magnete im wesentlichen der Darstellung der Fig. 9 dieser US-PS entspricht. Während jedoch bei der bekannten Vorrichtung die aus magnetisch beeinflussbarem Material bestehenden Mahlkugeln mittels der Magnete in eine Umlaufbahn um den Rührwerksrotor gebracht werden, ist die Schaltung beim Ausführungsbeispiel gemäss der vorliegenden Fig. 5 derart ausgelegt, dass die Mahlkugeln entgegen der Strömungsrichtung der Mahlgutsuspension magnetisch belastet bzw. bewegt werden.

Nach Fig. 5 ist ein Mahldruckfühler bzw. Drucksensor 47 mit einem an diesen angeschlossenen Anzeigergerät 63 vorgesehen. Ein- und Auslass des Mahlgutes erfolgen zentral über Dreheinführungen an der Rotorantriebswelle, wie dies prinzipiell aus der CH-PS 132 086 bekannt ist. Dabei kann jedoch im Gegensatz zur bekannten Anordnung die Einlass-Trenneinrichtung dadurch gebildet sein, dass das Einlassrohr 136 für das Mahlgut bis knapp an den Boden 137 des Mahlbehälters 2d reicht und dort einen so schmalen Spalt bildet, dass einerseits die Mahlkugeln bereits aufgrund ihres grösseren Durchmessers nicht hindurchtreten können, einem solchen Hindurchtreten andererseits aber auch die aufgrund des schmalen Spaltes austretende starke Strömung entgegenwirkt. Gegebenenfalls kann als zusätzliche Massnahme wenigstens der Boden 137 etwa in der Weise angetrieben werden, wie dies aus der FR-PS 2 014 753 oder der DE-OS 3 015 631 bekannt ist, wobei sich dann im Zusammenhang mit der dargestellten Anordnung des Rohres 136 ein zusätzlicher Trenneffekt aufgrund der Fliehkraft ergibt. Schliesslich haben die Mahlkugeln infolge der Anordnung der Magnete 135 an der Aussenfläche an sich schon die Tendenz, gegen die Innenmantelfläche des Mahlbehälters 2d zu wandern.

Um die Magnete 135 derart zu erregen, dass sie die Mahlkugeln von oben nach unten und damit entgegengesetzt zum nach oben fliessenden Mahlgutstrom belasten bzw. bewegen, ist an einem Oszillator 138 eine Verteil- bzw. Zählstufe 139 angeschlossen. Somit gelangen die vom Oszillator 138 gelieferten Impulse nacheinander an die Zählerausgänge n1 bis n9. An der Rührwerksmühle 1d kann auch eine

andere Anzahl von Magneten 135 von oben nach unten vorgesehen sein, wobei jeder Reihe von Magneten ein Ausgang der Zählstufe 139 zugeordnet ist. Auf diese Weise werden die Magnete 135 nacheinander von oben nach unten erregt und ziehen nach Art eines Linearmotors die frei beweglichen Mahlkugeln nach unten.

Je nach dem am Messinstrument 63 ablesbaren Druck sind in dem in Fig. 5 dargestellten Stromkreis verschiedene Möglichkeiten zur Veränderung der Wirksamkeit der Magnete 135 vorgesehen. So kann beispielsweise zwischen dem Oszillator 138 und der Zählstufe 139 ein Operationsverstärker 140 vorgesehen sein, dessen Verstärkungsgrad mittels einer als Verstellwiderstand dargestellten, an sich beliebigen Verstelleinrichtung 141 justierbar ist. Eine weitere Verstellmöglichkeit besteht darin, die Frequenz des Oszillators 138 zu erhöhen, um so die Mahlkugeln pro Zeiteinheit häufiger mit Hilfe der magnetischen Impulse zu belasten. Eine derartige Verstelleinrichtung ist durch einen Verstellknopf 142 angedeutet.

Analog zur Darstellung gemäss Fig. 2 können die Verstelleinrichtungen 141, 142 auch in einem geschlossenen Regelkreis angeordnet sein, wobei diese Verstelleinrichtungen 141, 142 in diesem Fall aufgrund des Ausgangssignals der Regelstufe 46 verstellt werden. Falls dabei einer Regelung der Vorzug gegeben werden soll, wird man im allgemeinen zuerst die Stärke der Magnetimpulse über die Verstelleinrichtungen 141 einstellen, bevor die Sequenz des Oszillators 138 geändert wird. Gegebenenfalls können auch beide Massnahmen – ebenso wie beim Regelkreis nach Fig. 2 – gleichzeitig vorgesehen sein.

Solange jedoch der durch den Drucksensor 47 gemessene Mahlkörperdruck ein zulässiges Mass nicht übersteigt, kann der Oszillator 138 mittels eines Schalters 143 von der Zählstufe 139 abgekoppelt werden. In diesem Fall kann es auch zweckmässig sein, den Schalter 143 in die Stromversorgung des Oszillators 138 zu verlegen bzw. dort einen zusätzlichen Unterbrecher vorzusehen, um die Anordnung beispielsweise dann ausser Betrieb zu setzen, wenn Mahlkugeln aus nichtmagnetischem Werkstoff verwendet werden.

Fig. 6 zeigt eine funktionsmässig ähnliche Ausführung wie Fig. 1, jedoch mit geänderter Geometrie von Rotor und Mahlbehälter. Auch hier ist zweckmässig der Rotor relativ zum Stator wiederum in ähnlicher Weise verschiebbar, wie dies an Hand der Fig. 2 beschrieben worden ist. Hierzu kann das Antriebsrad 35 über zahnartige Vorsprünge 44a der Welle 34 mit dieser axial verschiebbar, jedoch drehfest gekuppelt sein, so dass die Stellung des Rades 35 für den Rotorantrieb trotz Verschiebung der Welle 34 stets unverändert bleibt. Hierfür ist eine Spurlagerung 250 vorgesehen.

Ebenso wie bei Fig. 1 ergeben sich je nach der Stellung des Rotors 3n gegenüber der Innenseite des Mahlbehälters 2n enge Räume, in denen die Mahlkörper einer erhöhten Fliehkraft ausgesetzt sind, und darunterliegende Beruhigungsräume 22. In den Räumen 19 wirken daher die Fliehkraft entgegen der Richtung des Mahlgutstromes, der wieder-

um an der Unterseite am Einlass 5 zugeführt wird und durch einen Trennspace 6 in den Raum zwischen Mahlbehälter 2n und Rotor 3n strömt.

Wie ersichtlich, mag es wiederum zweckmässig sein, die miteinander zusammenwirkenden Flächen von Mahlbehälter 2n und Rotor 3n aus einzelnen Ringen, insbesondere aus Hartmetall, aufzubauen, die in der aus Fig. 1 ersichtlichen Weise mit ineinandergreifenden Vorsprüngen versehen sind. Ähnlich wie bei der Ausführung nach Fig. 1 mag eine Befestigungsschraube zum Zusammenspannen der einzelnen Ringe vorgesehen sein, wie dies an sich bekannt und deshalb im einzelnen hier nicht dargestellt ist. Ferner wird es vorteilhaft sein, zur Umlenkung des Kühlmittelstromes im Inneren des Rotors 3n Umlenkkörper vorzusehen, die beispielsweise als Doppelkonusse ausgebildet sein können, im einfachsten Fall aber in der aus Fig. 6 ersichtlichen Weise von Scheiben 26n gebildet sind. Auch der Mahlbehälter kann in seinem Mantelteil derartige Scheiben 26a aufweisen, die jedoch dort bei der dargestellten Ausführungsform eine zusätzliche Abstützfunktion für die einzelnen Ringe besitzen. Hierzu greifen die Scheiben 26a mit radialen Armen 26b an den Statorringen 16n an, wobei sie jeweils eine Öffnung 21n für den Durchtritt des Kühlmittelstromes freilassen. Wie ersichtlich, sind diese Öffnungen 21n an einander benachbarten Scheiben 26a gegeneinander versetzt, um das Kühlmittel zu einer Umlenkung zu zwingen und daher den Wirkungsgrad der Kühlung zu verbessern. Es versteht sich, dass ein derartiger Aufbau auch für die Rotorscheiben 26n denkbar ist.

Die Verstellung des Rotors erfolgt in ähnlicher Weise wie bei der Ausführung nach Fig. 2 und beinhaltet gegebenenfalls auch den Drucksensor 47. Der Sollwert kann dem Regelkreis 46, beispielsweise über ein Verstellrädchen S', eingegeben werden. Der Ausgang des Regelkreises 46 wird dann wiederum einem Stellglied 52n zugeführt, das selbstverständlich nicht nur dem Steuerventil 52 der Fig. 2 entspricht, sondern auch die übrigen Teile 58 bis 62 umfassen kann.

Der Vorteil der Ausführung gemäss Fig. 6 liegt darin, dass der Aussendurchmesser des Rotors 3n nur geringfügig kleiner ist als der engste Innendurchmesser des Mahlbehälters 2n, wobei die Differenz gegebenenfalls gerade der Grösse eines Mahlkörpers entspricht. Je nach der Anwendung, kann es jedoch auch vorteilhaft sein, einen noch geringeren Durchmesserunterschied vorzusehen. Durch diese Bemessung ist es möglich, den Stator 2n unmittelbar von der mit ihm über nicht dargestellte Verbindungseinrichtungen, wie Schraubbolzen oder dgl. verbundenen Produktauslasskammer 8 bzw. 9 zu lösen und vom Rotor 3n abzuziehen, ohne dass dieser wie bei der Ausführung nach Fig. 1 zerlegt werden muss. Da aber der Durchmesserunterschied zwischen Rotor und Stator sehr gering ist, ist es vorteilhaft, wenn der Stator 2n dabei an einer Geradföhrung, beispielsweise in Form einer ortsfesten Föhrungssäule 251 geföhrte ist. Gegebenenfalls können auch an dem ortsfesten, die Lager und das Produktauslassgehäuse 8 umfassenden Teil Verbindungsansätze zum Ein- oder Aufstrecken

von säulenähnlichen Stangen vorgesehen sein, die die Führungsaugen 252 durchsetzen.

Es versteht sich, dass ausser einer im Längsschnitt wellenförmigen Ausbildung, deren Wellen zu beiden Seiten einer strichpunktirten Linie verlaufen, auch eine einfachkonische oder doppelkonische vorgesehen sein kann, etwa mit einer Doppelkonusform, wie dies in der US-PS 4 175 871 für einen Mischer beschrieben ist. Es ergeben sich dabei ähnliche Strömungen, wie dies aus dieser US-PS bekanntgeworden ist, insbesondere auch dann, wenn zwischen Mahlbehälter und Rotor ein Potential angelegt ist.

Ein weiterer Vorteil der anhand der Fig. 6 beschriebenen Ausführung ergibt sich aus der Gegenüberstellung der Fig. 7A und 7B. Hierbei sind Rotor und Stator einer horizontal angeordneten Rührwerksmühle dargestellt. Zur Regelung der Weite der Räume 19 und 22 kann der Rotor gegenüber dem Stator (oder umgekehrt) aus der mit vollen Linien dargestellten Lage in eine strichpunktirt dargestellte Stellung 3n' gebracht werden, in der der enge Raum 19 gerade so gross ist, dass die Mahlkörper 15 hindurchtreten können. In dieser Stellung sind die Mahlkörper 15 im Raum 19 selbstverständlich einer besonders hohen Fliehkraftwirkung ausgesetzt und werden so in den Beruhigungsraum 22 entgegen der Strömung des Mahlproduktes geschleudert. Der Regelschub aus der Mittellage in die strichpunktirt gezeichnete 3n' entspricht dem Weg s1.

Gerade aber bei einer Ausführung gemäss Fig. 6 ist eine weitere Regelmöglichkeit gegeben, indem Rotor 3n bzw. Mahlbehälter 2n gemäss Fig. 7B aus der Stellung 3n' über den Hub s1 hinaus noch um einen Hub s2 verschoben werden, wobei sie miteinander einzelne Kammern bilden. Vorteilhaft ist für eine derartige Anwendung der Zwischenraum i zwischen dem maximalen Aussendurchmesser des Rotors 3n und dem minimalen Innendurchmesser des Mahlbehälters 2n kleiner gewählt, als dem Durchmesser der Mahlkörper 15 entspricht, so dass zwischen den einzelnen Kammern 22n Trennspalte mit dem Abstand i entstehen. Da gerade an diesen Stellen dann die Abnützung von Rotor und Stator besonders hoch sein wird, ist die Ausführung aus Hartmetallringen gemäss Fig. 6 hier besonders vorteilhaft. Die Unterteilung des Mahlraumes in einzelne Kammern 22n bringt aber den Vorteil mit sich, dass der ausgangsseitig wirkende Mahlkörperdruck jeweils nur entsprechend dem Mahlkörpervolumen einer Kammer 22n relativ gering ist. Durch Relativverschiebung von Mahlbehälter 2n und Rotor 3n entsprechend dem Hub s2 kann dabei eine Regelwirkung erzielt werden.

Aus der obigen Erläuterung ergibt sich, dass durch eine derartige Mahlraumgeometrie der Anwendungsbereich einer Rührwerksmühle vergrössert wird, denn es ist sowohl möglich, beginnend aus der mit vollen Linien in Fig. 7A dargestellten Lage bis in die mit vollen Linien gemäss Fig. 7B zu regeln und dabei aus einer Anlaufphase des Betriebes, in der der Mahlkörperdruck noch gering ist, in den Normalbetrieb zu gelangen, als auch einen Betrieb vorzusehen, bei dem die einzelnen Kam-

mern 22n mit Mahlkugeln unterschiedlicher Grösse (bezogen auf einander benachbarte Kammern 22n) gefüllt werden. Hierzu kann jede Kammer 22n eine gesonderte Mahlkörper-Einlass-Öffnung besitzen, und es kann sogar ein Umlaufbetrieb für die Mahlkugeln vorgesehen werden, bei dem für jede Kammer die Mahlkörper ausserhalb ihrer Kammer 22n vom Produkt getrennt werden. So wird eine stufenweise Vermahlung erzielt, wie dies bereits an sich vorgeschlagen wurde. Ein allenfalls dabei angewandter Regelhub gemäss Fig. 7B darf sich dabei allerdings nur so weit erstrecken, dass nicht die Mahlkörper einer Kammer in die benachbarte Kammer 22n gelangen können. Welche der Regelungsarten gemäss Fig. 7A und/oder Fig. 7B angewandt wird, hängt im wesentlichen vom zu vermahlenden Produkt ab.

Die Fig. 8 und 9 veranschaulichen Abwandlungen der Mahlraumgeometrie, wobei gemäss Fig. 8 der Mahlbehälter 20 und der Rotor 30 jeweils aus einzelnen Konen aufgebaut ist. Daraus ergeben sich wiederum Räume 19 bzw. 22, wobei während des Anlaufbetriebes gewünschtenfalls der Rotor 30 soweit abgesenkt sein kann, dass die Weite des Raumes 22 geringer ist als die des Raumes 19. Durch diese Massnahme sowie gegebenenfalls durch an der Rotorwelle 34 angeordnete Rührwerkszeuge 160 werden die am Boden des Mahlbehälters 20 im Bereich der, beispielsweise von einem Sieb abgedeckten Einlassöffnung 5 angesammelten Kugeln aufgewirbelt und rascher im gesamten Mahlraum verteilt. Dadurch kann die Anlaufphase verkürzt werden. Während des Normalbetriebes wird dann die Breite der Räume 19 in der oben geschilderten Weise geregelt.

Wenn auch in den Fig. 8 und 9 die einzelnen Teile nur grob schematisch dargestellt sind, um lediglich die Geometrie des Mahlraumes zu veranschaulichen, so versteht es sich doch, dass in analoger Weise zu den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen zweckmässig eine Kühlung für Mahlbehälter und Rotor vorgesehen ist, wobei in der ange deuteten Weise Mahlbehälter und Rotor aus einzelnen, untereinander gleichartigen Ringen (160' und 160'' in Fig. 8) aufgebaut sein können. Eine durchgehende Befestigungsschraube 253 mag dann von einem Deckel 254 bis zu einem (aufgrund der Verschiebebewegung) verhältnismässig breiten Trennring 30a reichen und dort verschraubt sein.

In Weiterbildung der aus Fig. 7B ersichtlichen Idee der Regelung des Druckes durch Unterteilung in Kammern, schliesst sich die Ausführung gemäss Fig. 9 an, wobei hier durch die gestufte Konusform eine doppelte Wirkung erzielt wird. Durch Anheben des Rotors 3p in die mit vollen Linien dargestellte Lage kann nämlich für das Anlaufen der Maschine das Mahlraumvolumen vergrössert und so in bekannter Weise die Rührwerksleistung konstant gehalten werden. Mit dem Übergang in den Normalbetrieb steigt auch der Druck der Mahlkörper im oberen Bereich des schematisch angedeuteten Mahlbehälters 2p, was durch einen Drucksensor 47 wiederum angezeigt werden kann. In bekannter Weise können zusätzlich auch andere Betriebsparameter den Regel- und Stellkreis 46p beeinflussen. Da-

durch kann der Rotor 3p bis in die strich-punktiert angedeutete Stellung abgesenkt werden, in der sich wiederum eine Unterteilung in einzelne Kammern 22n ergibt. Da dabei die Kanten der einzelnen Ringe des Rotors 3p bzw. des Mahlbehälters 2p einer besonderen Abnutzung unterliegen, können sie (wie beim Rotor 3p angedeutet) als verschleissfeste Ringe 179p ausgebildet sein.

Bei einer Ausbildung gemäss Fig. 9 mag das Anlaufstadium der Maschine insofern gegebenenfalls schwieriger sein, als bei der dargestellten Konfiguration der unterste Ring des Rotors 3p in einen engen Raum eintaucht, in dem sich die Mahlkörper sammeln. Hier mag einerseits die Verwendung eines Schwanenhalsrohres als Einlasstrennvorrichtung eine Erleichterung bringen und ebenso die Anordnung von axial vorragenden Rührwerkzeugen 22' an der Unterseite des Rotors 3p. Da aber, wie vorher anhand der Fig. 8 erläutert, die dort dargestellte Mahlraumgeometrie dem Anlaufen besonders dienlich ist, wird eine Kombination beider Ausführungen in den meisten Fällen ein Optimum erbringen, wobei an einem Rotor 3p gemäss Fig. 9 der unterste Ring oder die untersten Ringe entsprechend Fig. 8 als Konen ausgebildet sind. Ebenso wie eine Kombination verschiedener Ausführungen durch Austausch einzelner Merkmale gemäss den Fig. 8 und 9 möglich ist, können auch selbstverständlich Kombinationen mit anderen dargestellten und beschriebenen Ausführungsformen angewandt werden.

Falls gemäss Fig. 9 die Einlassöffnung 6 an der Unterseite des Mahlbehälters 2p angeordnet ist bzw. der Rotor 3p in diesem Bereich Rührwerkzeuge 22' aufweist, mag eine Verstellung des Rotors mit Hilfe einer an einer Spurlagerung 250p der Rotorwelle 34 angreifenden Verstellvorrichtung 256 als vorteilhaft erweisen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich dabei um eine Zahnstange 257, in die ein von einem Elektromotor 258 angetriebenes Motorritzel 259 eingreift. Es mag vorteilhaft sein, hierbei eine symmetrische Anordnung vorzusehen, wobei der Motor 258 zu beiden Seiten der Welle 34 je ein Ritzel 259 für eine Zahnstange 257 antreibt. Auch kann es für die Verstellmechanismen gemäss den Fig. 2 und 6 bis 9 vorteilhaft sein, wenn sie eine gewisse Elastizität aufweisen, etwa um den Mahlkörpern 15 beim Übergang einer Regelung nach Fig. 7A in die nach 7B ein Ausweichen zu ermöglichen. Eine derartige Elastizität kann vor allem durch die Federwirkung des Gases 62 erreicht werden, gegebenenfalls können im mechanischen Teil des Übertragungsweges entsprechende Federungen vorgesehen sein bzw. kann anstelle einer hydraulischen Verstellung eine pneumatische Verstellung Vorteile bringen.

Falls zusätzlich zur Rotorverstellung gemäss Fig. 2 eine Kolbenverstellung zur Veränderung der Mahlkörperdichte vorgesehen sein soll, können zwei Zylinder-Kolben-Aggregate hintereinandergeschaltet werden, wobei beispielsweise die Kolbenstange des das Mahlraumvolumen ändernden Kolbens als Hohlstange die Kolbenstange für die Rotorverschiebung umfasst. Obwohl die Kammerbildung gemäss Fig. 9 ohne die Ausnützung von Fliehkraft zur Verminderung des Mahlkörperdruckes funktio-

niert, ist sie aus den geschilderten Gründen als Anordnung zur Verminderung des Mahlkörperdruckes zu betrachten.

Im Rahmen der Erfindung sind zahlreiche verschiedene Ausführungsvarianten denkbar; beispielsweise sind die verschiedensten Kombinationen einzelner Merkmale aus den oben beschriebenen Figuren denkbar. So kann jeweils ein Verstärker 140 (Fig. 5) zusätzlich oder alternativ in den Ausgangsleitungen der Zählstufe 139 vorgesehen sein.

In Fig. 4 ist die Leitung 80 der Einfachheit halber in gleicher Weise dargestellt, wie in Fig. 3. Tatsächlich aber sind die Verhältnisse durch den Verteilerkegel 119 etwas komplizierter. Hier sind aber zahllose Lösungen denkbar: So kann der Verteilerkegel 119 entlang der strichpunktierten Linie 174 geteilt sein, wobei der obere Teil den unteren überlappt. Auch kann die Dreheinführung 79 unterhalb des Verteilerkegels 119 oder oberhalb vorgesehen sein, in welchem letzterem Falle das Kühlwasser über deren obere Fläche strömt. Ferner kann statt des Kegels 119 eine Verteilerschale mit Auslasslöchern an ihrem Umfang angeordnet werden, und es kann gewünschtenfalls die Rinne 120 ortsfest gehalten sein, in welchem Falle der Motor 33a samt den Leitungen entsprechend abzudecken ist.

Bei der Ausführung nach Fig. 2 ist der Wellenstummel 36 unter dem Eigengewicht des Rotors 3 in Anlage an der Lagerspitze 37 gehalten. Falls dies erforderlich ist, kann auch eine Belastungseinrichtung hydraulischer oder pneumatischer Art bzw. durch Federn gebildet vorgesehen sein, es ist aber auch möglich, eine formschlüssige Verbindung zwischen Rotor 3 und Kolben 38 vorzusehen.

Patentansprüche

1. Rührwerksmühle mit mindestens einem Mahlbehälter (2) und einem in diesem angeordneten Rührwerksrotor (3), wobei ein Mahlgutstrom durch eine Öffnung einer Einlasstrenneinrichtung in den Mahlbehälter eingebracht ist und am anderen Ende über eine Öffnung einer Auslasstrenneinrichtung des Mahlkörpers enthaltenden Mahlbehälters strömt, in dem das Mahlgut mit Hilfe der mittels des Rührwerksrotors bewegten Mahlkörper vermahlbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Drucksensor (47) für den im Mahlbehälter (2) herrschenden Druck vorgesehen ist und dass die Signale des Drucksensors (47) einer Auswerteeinrichtung (46, 48-57, 63) zugeführt sind, welche Einrichtung mit Hilfe mindestens eines Mittels (16-22, 24, 30, 32, 37-45, 64, 69, 71, 72, 105, 135, 138-140, 2n, 3n, 22n, 256) zur Verminderung der Verlagerung der Mahlkörper in Richtung wenigstens einer der genannten Öffnungen eine Vergleichsmässigung des Mahlkörperdruckes erzielt.

2. Rührwerksmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung zur Vergleichsmässigung des Mahlkörperdruckes einen geschlossenen Regelkreis (46, 48-57) umfasst.

3. Rührwerksmühle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der geschlossene Regelkreis (46, 48-57) eine Regelstufe (57) zur Veränderung

der Drehzahl eines Motors (33) für den Antrieb des Rührwerksrotors (3) umfasst.

4. Rührwerksmühle nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der geschlossene Regelkreis (46, 48–57) eine Regelstufe (49–55) zur Beaufschlagung eines den Mahlkörperdruck bestimmenden Kolbens (38) umfasst.

5

5. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verstell-einrichtung (38, 105) für den Mahlkörperdruck bestimmenden Abstand zwischen Statorwerkzeug-Flächen und relativ dazu bewegten Gegenflächen, insbesondere für den axialen Abstand von Statorwerkzeugen (16) und Rotorscheiben (17) vorgesehen ist.

10

6. Rührwerksmühle nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (38) zur Herbeiführung einer Relativverschiebung zwischen dem Rührwerksrotor (3) und dem Mahlbehälter (2) den Rührwerksrotor (3) beaufschlagt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

11

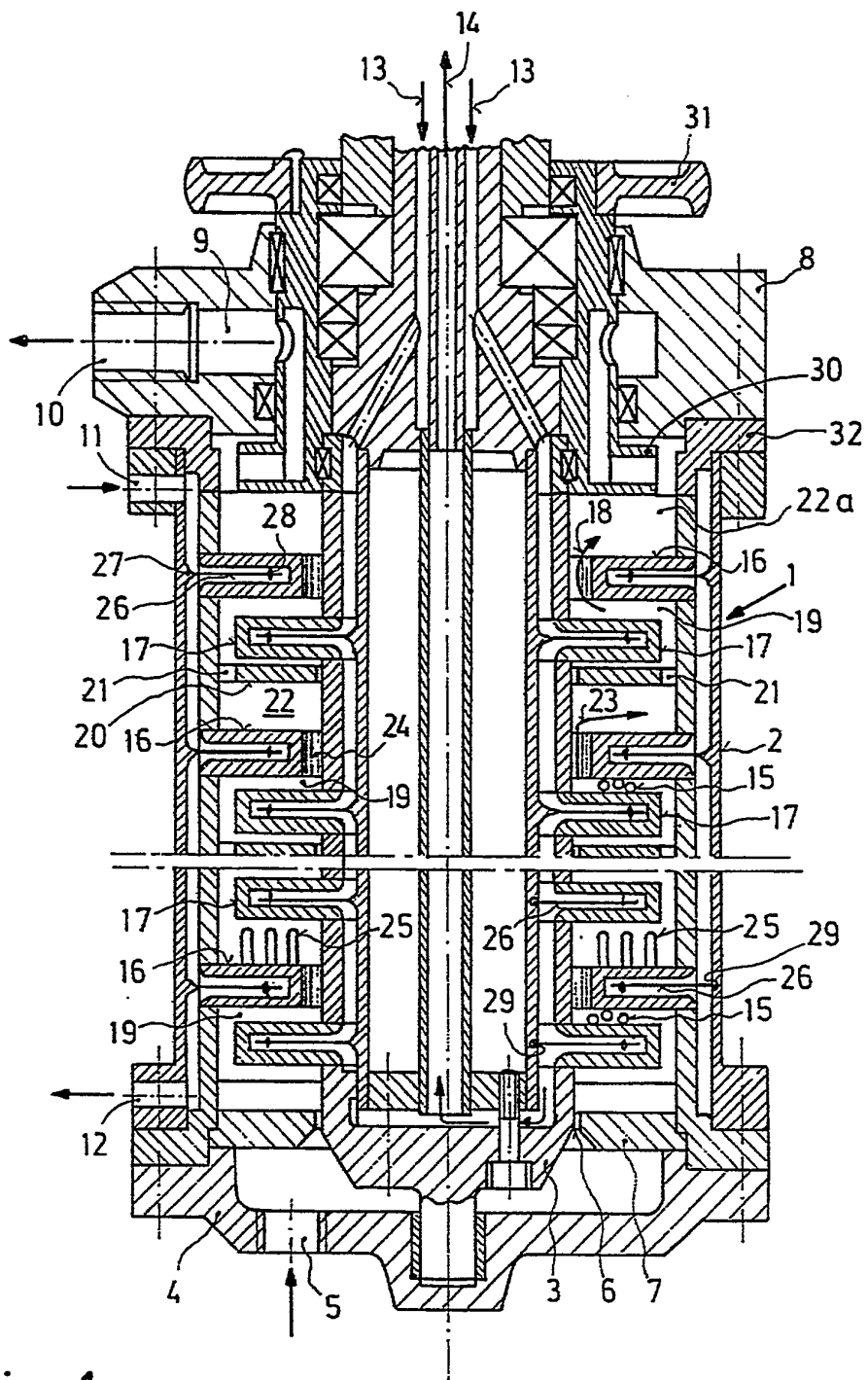


Fig. 1

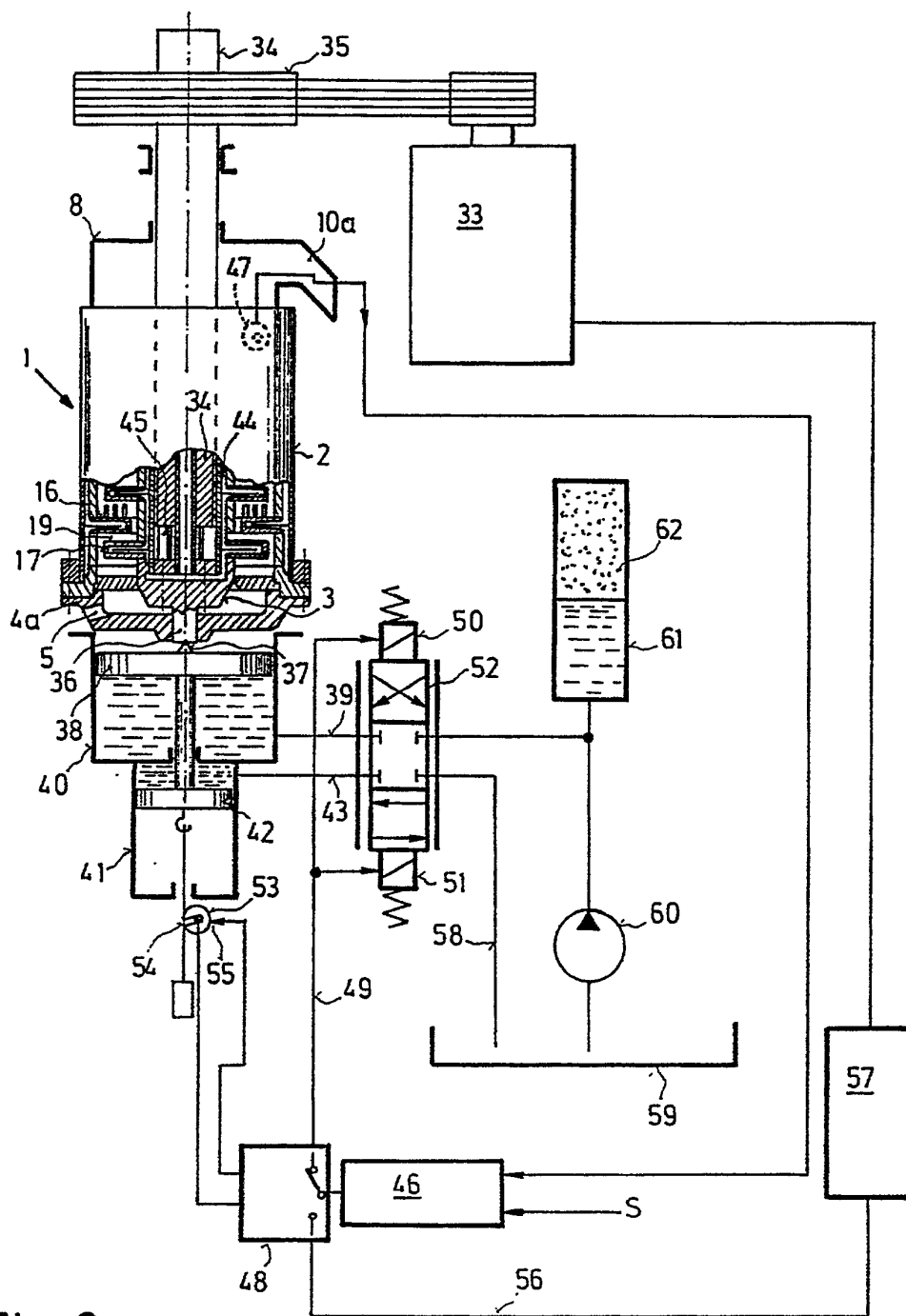


Fig. 2

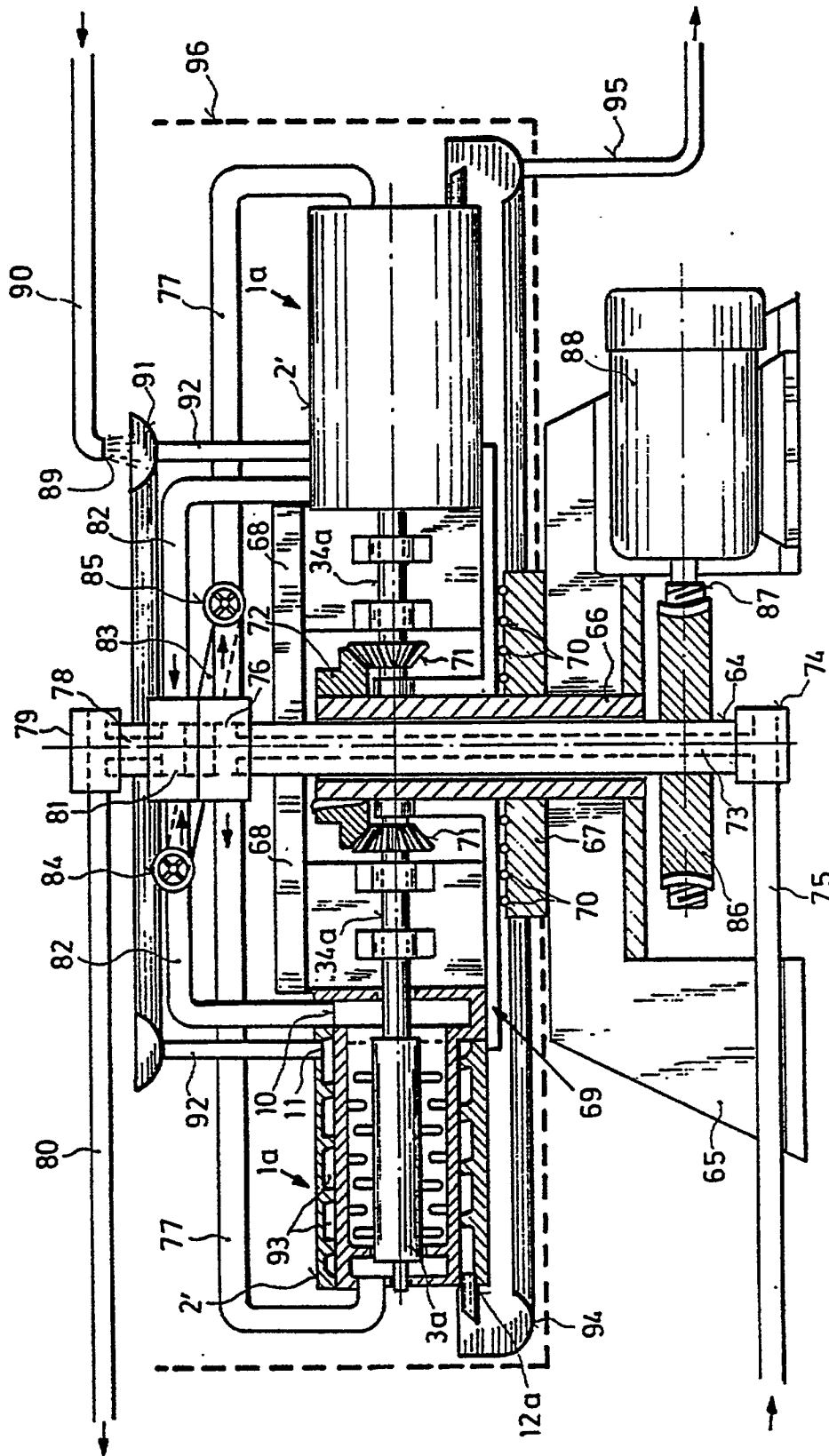


Fig. 3

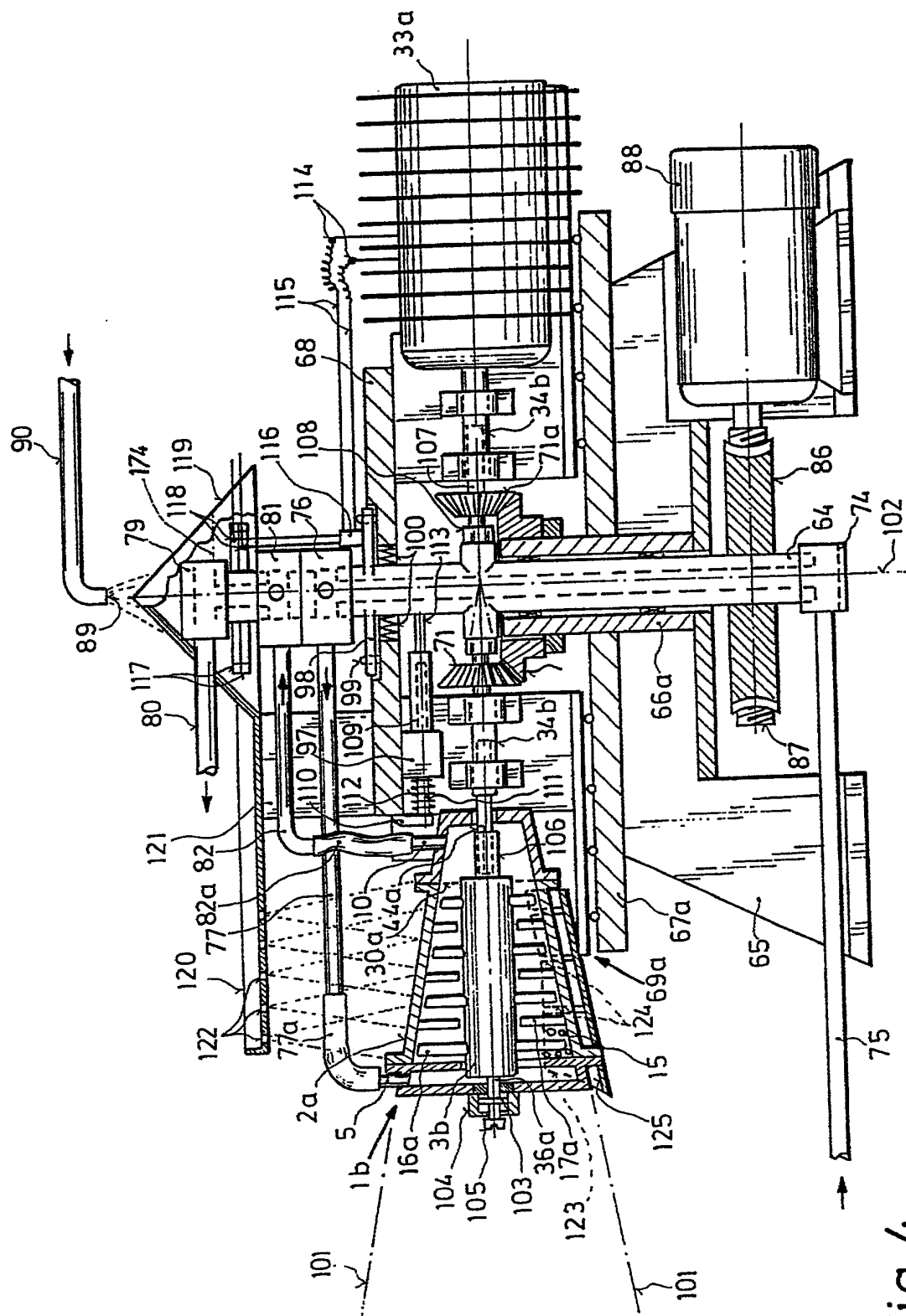


Fig. 4

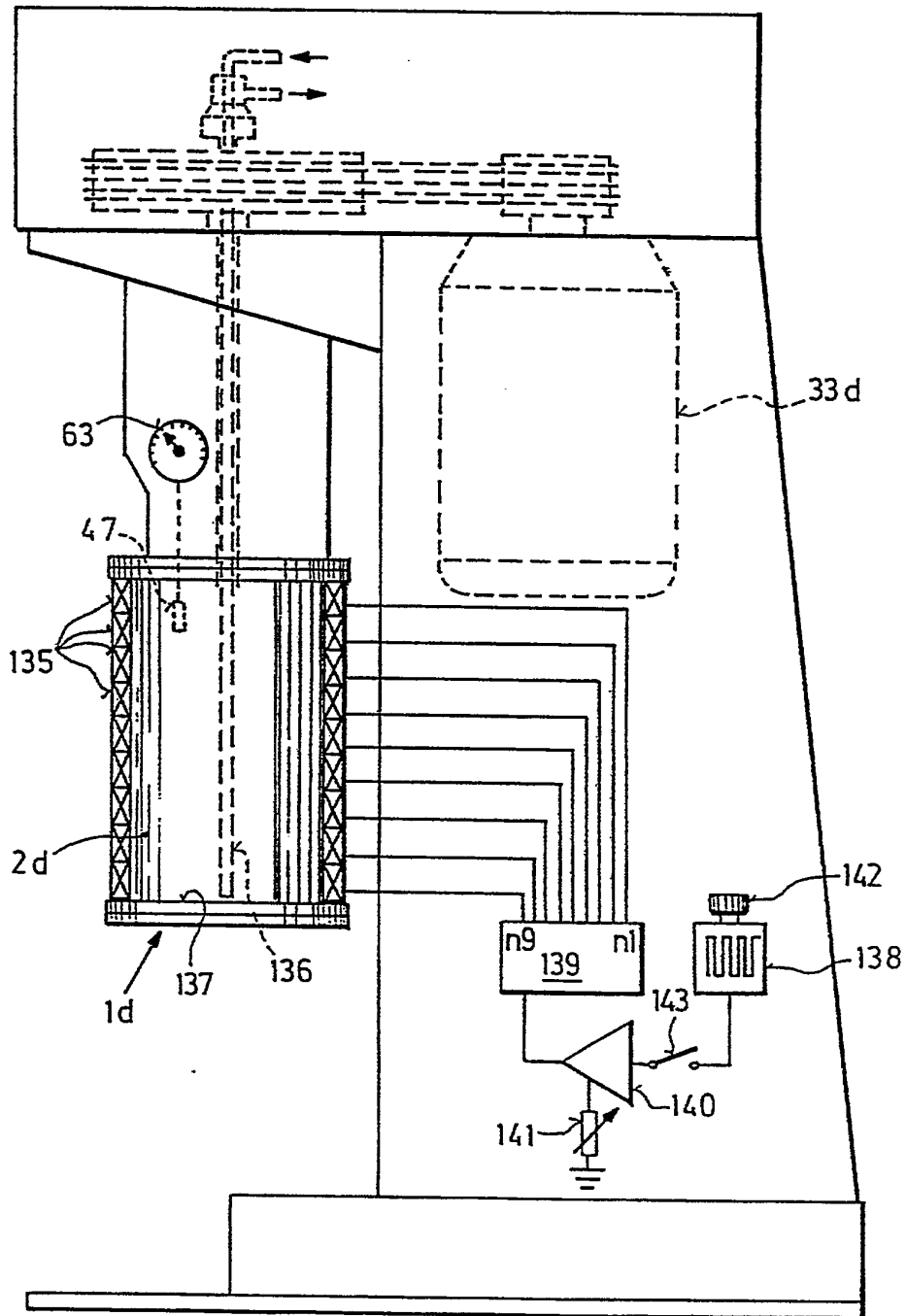


Fig. 5

FIG. 6

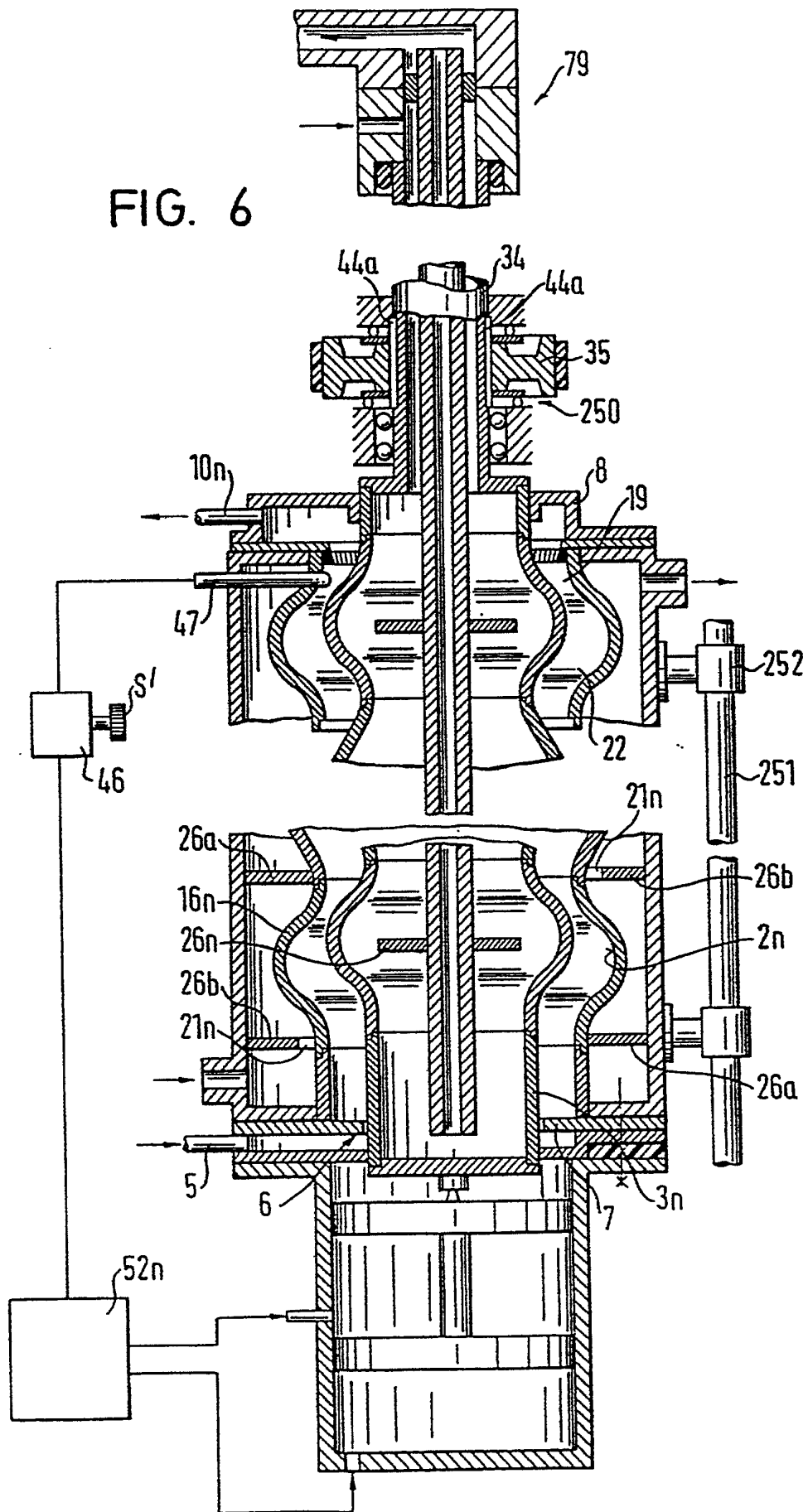


FIG. 7A

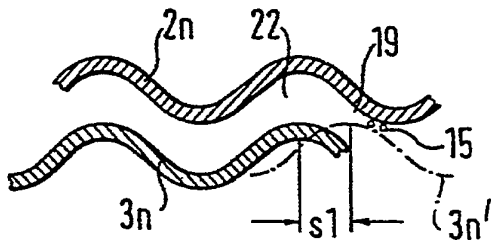


FIG. 7B

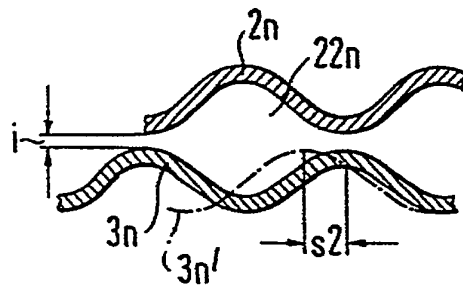


FIG. 8

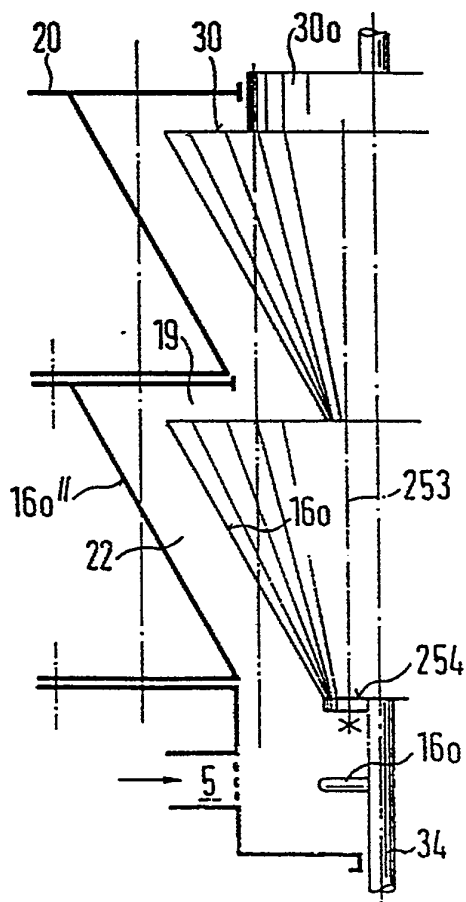


FIG. 9

