



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1  
Patentgesetz(19) **DD** (11) **248 065 B 1**

4(51) B 02 C 17/16

## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP B 02 C / 289 066 7	(22)	14. 04. 86	(45)	01. 11. 89
				(44)	29. 07. 87

(71)	VEB Papierfabrik Penig, Werk Bad Muskau, Bad Muskau, 7582, DD
(72)	Smolenski, Hans-Joachim, Dipl.-Chem.; Lehnigk, Horst, DD

(54)	<b>Rührwerkskugelmühle</b>
------	----------------------------

(57) Die Erfindung betrifft eine Rührwerkskugelmühle zur selektiven Mahlung von Faserstoffpartikeln in Dispersionen, insbesondere für Farben, Lacke und Streichmassen. Ziel der Erfindung ist die Intensivierung des Mahlprozesses bei gleichzeitig besserer Mahlkörperabtrennung. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Zuführung der Dispersion in den Mahlpalt zu verbessern, die ablaufende Mahlung zu intensivieren sowie eine unkomplizierte und weitestgehend vollkommene Trennung der gemahlten Dispersion von den Mahlkörpern zu erreichen. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Rührwerkskugelmühle, bestehend aus einem stehend angeordneten, temperierbaren, zylindrischen Mahlbehälter, einen zweigeteilten Rotor enthält, wobei zwischen Behälter- und Rotoroberfläche ein teilweise mit Mahlkörpern gefüllter Mahlpalt als Mahlraum angeordnet ist, die Mahlgutzuführung über einen Einlaufboden mit kreisringförmigen Strömungsschlitz erfolgt und die Abtrennung der gemahlten Partikel der Dispersion von den Mahlkörpern mittels einer sich automatisch nachstellenden Trennlippe erfolgt. Der zweigeteilte Rotor besteht aus einem oberen und unteren Rotor, die mit unterschiedlichen Drehzahlen und/oder Drehrichtungen betreibbar sind und verschiedene Formen aufweisen können.

### Patentanspruch:

1. Rührwerkskugelmühle, bestehend aus einem stehend angeordneten, hohlzylindrischen, temperierbaren Mahlbehälter (5) und einem darin befindlichen Rotor, wobei zwischen den Oberflächen des Mahlbehälters (5) und Rotors ein teilweise mit Mahlkörpern gefüllter Mahlraum (9) gebildet wird, sowie aus einer Mahlgutzuführung, die über kreisringförmige Strömungsschlitze vorgenommen wird, und einer Trenneinrichtung zur Trennung von gemahlenem Mahlgut und Mahlkörpern, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rotor in einen oberen (7) und einen unteren Rotor (6) geteilt ist, die mit unterschiedlichen Drehzahlen und/oder Drehrichtungen betrieben werden, und die Abtrennung von gemahlenem Mahlgut und Mahlkörpern mittels einer sich automatisch nachstellenden Trennlippe (13), die dem oberen Rotor zugeordnet ist, erfolgt.
2. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der obere Rotor (7) eine zylindrische Form aufweist, die wirksame Zylinderhöhe, die den Mahlraum (9) bildet, mindestens das 5fache des Mahlkörperdurchmessers beträgt, und die der Trennlippe (13) zugeordnete Stirnfläche gerade oder geneigt ist, wobei der Neigungswinkel vorzugsweise 45°–90° beträgt.
3. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dem oberen Rotor (7) zugewandte Fläche der Trennlippe (13) den gleichen Neigungswinkel wie die Stirnfläche des oberen Rotors (7) aufweist, ein Abstandsnocken (16) im Stillstand einen Spalt von etwa 0,5 mm Breite zum oberen Rotor (7) fixiert, wobei sich der Durchsatz des Mahlgutes durch den Flüssigkeitsdruck und die oberhalb der Trennlippe (13) angeordneten Federn (15) automatisch einstellt.
4. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der untere Rotor (6) unterschiedlich geformt sein kann, wie z. B. zylindrisch, mit einem vieleckigen Querschnitt oder kegelstumpfförmig.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Rührwerkskugelmühle zur selektiven Mahlung von Feststoffpartikeln in Dispersionen, insbesondere für Farben, Lacke und Streichmassen.

### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Rührwerkskugelmühlen, die mit einem Ringspalt als Mahlraum arbeiten, haben sich gegenüber älteren Bauarten, bei denen eine Rührerwelle stäbchen- oder scheibenförmige Rührelemente trägt durchgesetzt. Dies liegt in der Hauptsache darin begründet, daß in dem als Ringspalt ausgebildeten Mahlraum eine schnellere vollständigere und spezifischere Mahlung der Partikelteilchen von Dispersionen möglich ist.

So wird in der DE-OS 2848479 eine Rührwerkskugelmühle beschrieben, bei der das Mahlgut von unten in einen stehenden Mahlbehälter eingegeben wird und durch an der Unterseite des Rührers angeordnete radiale Schaufeln in den Ringspalt befördert wird. Die Vorteile der Mahlung im Ringspalt werden mit den größeren und gleichmäßigeren Scherströmungen infolge des geringen Abstandes zwischen Behälterwand und Rühreroberfläche erklärt, wobei die im Ringspalt vorherrschenden stetigen Strömungsgradienten zwischen Behälterwand und Rührermantelfläche zu guten Mahlwirkungen beitragen.

Es erfolgt eine intensivere Zerkleinerung des Mahlgutes bei geringer Streuung der Mahlfinheit, wobei der Verschleiß an Behälterwand und Rührermantelfläche verringert wird.

Nachteilig ist, daß die Mahlkörper den Ringspalt verlassen können bzw. sich vor der Trenneinrichtung stauen und eine Rückströmung durch die geringere Breite des Ringspaltes nicht in erforderlichem Maße eintritt. So muß man bei höheren Viskositäten der Suspension des Mahlgutes Mahlkugeln mit größerem Durchmesser wählen, obwohl eine höhere Mahlleistung bei kleinerem Mahlkugeldurchmesser erreicht wird. Die DE-OS 3 106062 schlägt deshalb einen fest installierten Rücklaufkanal vor, um die den ringförmigen Mahlspace verlassenden Mahlkörper wieder dem Mahlprozeß zuzuführen. Der Rücklaufkanal ist dabei vor einer Trennvorrichtung, die als Ringspalt am Auslauf ausgebildet ist, angeordnet und mündet in den Zulauf. Es wird angezweifelt, daß diese Rührwerkskugelmühle in der angegebenen Weise funktionstüchtig ist. Wenn man davon ausgeht, daß das Mahlgut bestrebt ist, den Weg des geringsten Widerstandes zu gehen, dürfte der mit Mahlkugeln gefüllte Mahlraum in Verbindung mit der als Ringspalt ausgebildeten Trenneinrichtung dem Mahlgut einen größeren Widerstand entgegensetzen, als der Rücklaufkanal. Eine merkliche Saugwirkung durch den Zulauf wird auf den Rücklaufkanal erst dann auftreten, wenn die Strömungsgeschwindigkeit des Mahlgutes im Zulaufkanal eine entsprechende Höhe erreicht. Selbst wenn dann die im Rücklaufkanal befindlichen Mahlkörper wieder in den Mahlspace gelangen sollten, würde ein zu schneller Durchlauf des Mahlgutes einschließlich Mahlkörper durch den Mahlspace bewirkt werden, was zu einer unvollkommenen und nicht selektiven Mahlung führen würde. Bei einer geringen Strömungsgeschwindigkeit des Mahlguts dürfte es zum Zusetzen des

Mahlgutzulaufkanals mit Mahlkörpern kommen, da die Energie, um die Mahlkörper in den Ringspalt zu befördern, zu gering wäre. Damit dürfte das ungemahlene Mahlgut trotz Verschließen der Verstellelemente über den Rücklaufkanal ablaufen. Diese Rührwerksmühle dürfte nur bei geschlossenem Rücklaufkanal funktionsfähig sein.

### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Schaffung einer Rührwerkskugelmühle, die eine intensivere Mahlung von Partikeln einer Dispersion bei gleichzeitig besserer Mahlkörperabtrennung ermöglicht.

### Wesen der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung einer Rührwerkskugelmühle, die gegenüber vorbekannten Mühlen, die mit einem Ringspalt als Mahlraum arbeiten, eine Intensivierung des Mahlprozesses von Partikeln einer Dispersion erreicht und gleichzeitig eine möglichst vollkommene und unkomplizierte Abtrennung von gemahlene Partikeln und Mahlkörpern ermöglicht, wobei das Mahlgut gleichmäßig in den Mahlraum befördert und ein Austritt von Mahlkörpern in den Zulauf verhindert wird. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Rührwerkskugelmühle, bestehend aus einem stehend angeordneten Mahlbehälter, einen zweigeteilten Rotor enthält, wobei zwischen Rotoroberfläche und Wandung des Mahlbehälters ein teilweise mit Mahlkörpern gefüllter enger Mahlspace als Mahlraum angeordnet ist, und die zu mahlende Dispersion über einen Einlaufboden mit Strömungsschlitzen in den Mahlraum gelenkt und nach der Mahlung über eine sich automatisch nachstellende Trennlippe die Dispersion von den Mahlkörpern getrennt wird.

Der zweigeteilte Rotor besteht aus einem unteren Rotor, der mit einer Innenwelle verbunden und durch eine Gleitscheibe von einem darüber befindlichen oberen Rotor, der mit einer die Innenwelle nicht kraftschlüssig umschließenden Hohlwelle verbunden ist, getrennt wird, wobei beide Wellen separat angetrieben und sowohl ihre Drehzahl als auch Drehrichtung verändert werden können.

Der Vorteil besteht darin, daß der Mahlprozeß intensiviert werden kann, weil sich nach der gleichmäßigen Mahlung im Mahlspace des unteren Rotors sich eine intensive Mahlung im Übergangsbereich zum oberen Rotor erzielen läßt, indem eine Wirbelzone zwischen den Rotoren durch ihre unterschiedliche bzw. gegenläufige Bewegung erzeugt wird, wobei die automatisch nachstellbare Trennlippe auf einfache und sichere Weise, unterstützt durch die vom oberen Rotor ausgehenden, im, zwischen oberen Rotor und Trennlippe befindlichen, Trennspace wirkenden Zentrifugalkräfte, eine Trennung von gemahlener Dispersion und Mahlkörpern ermöglicht. Das zeigt sich in der Verbesserung der Qualität des erhaltenen Mahlgutes, der Verkürzung der Mahldauer und in der damit schneller erreichbaren engen Partikelgrößenverteilung der Dispersion. Bei der erfindungsgemäßen Ausführung sind zusätzliche Einbauten von Sieben oder Rücklaufkanäle zur Abtrennung bzw. Rückführung von Mahlkörpern nicht erforderlich. Der einfache Aufbau ermöglicht weiterhin eine gute und problemlose Reinigung der Rührwerkskugelmühle nach der Benutzung.

### Ausführungsbeispiel

Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1: eine Rührwerkskugelmühle im Axialschnitt

Fig. 2: eine abgewandelte Ausführung gegenüber Fig. 1

Fig. 3: eine abgewandelte Ausführung des unteren Rotors im Längs- und Querschnitt

Die in Fig. 1 dargestellte Rührwerkskugelmühle besitzt einen stehend angeordneten, zylindrischen Mahlbehälter 5, der einen Kühlmantel 19 aufweist, um das Mahlgut zu kühlen oder zu beheizen. Im Mahlbehälter 5 ist der zweigeteilte Rotor angebracht, der aus dem zylindrischen unteren Rotor 6 und dem zylindrischen oberen Rotor 7 besteht. Die Rotoren sind durch die Gleitscheibe 8 getrennt und werden über die innere Rotorwelle 11 bzw. Rotorhohlwelle 12 angetrieben. Die Distanz 10 bestimmt den Abstand des unteren Rotors 6 zum Einlaufboden 4.

Zwischen der Oberfläche der Rotoren 6 und 7 sowie Mahlbehälter 5 befindet sich der Mahlraum 9, der in diesem Falle die Form eines Ringspaltes besitzt und eine Breite von etwa 8 mm bis etwa 30 mm besitzt. Gefüllt ist der Mahlraum bis zu 80% des Fassungsvermögens mit Mahlkörpern, die vorrangig aus Mahlkugeln mit einem Durchmesser von etwa 1,5 mm bis etwa 3 mm bestehen.

Der Einlaufboden 4 ist eben und enthält kreisringförmige Strömungsschlitze, die eine Breite von 0,5 mm bis zur Hälfte des Mahlkugeldurchmessers aufweisen.

Über dem oberen Rotor 7 befindet sich die sich automatisch nachstellende Trennlippe 13 mit dem Ablaufkanal 14, die über Druckfedern 15 an die obere Stirnfläche des Rotors 7 gedrückt wird, wobei Abstandsnocken 16 im Ruhezustand der Rührwerkskugelmühle einen Spalt von etwa 0,5 mm Breite zwischen Trennlippe 13 und oberer Stirnfläche des Rotors 7 einstellt.

Der Behälterboden 2 enthält den Zulauf 1, ein Distanzring 3 fixiert den Einlaufboden 4 zum Zulauf 1. Der Mahlbehälter wird mit einem Deckel 17 verschlossen.

In Fig. 2 ist eine weitere Ausführungsform einer Rührwerkskugelmühle dargestellt, die sich von der in Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform durch eine höhere Form des unteren Rotors 6 sowie flachere Form des oberen Rotors 7 auszeichnet, dabei besitzt sein Oberteil eine kegelstumpfförmige Form, wobei die obere Stirnfläche des Rotors 7 sowie die dieser gegenüberliegende Fläche der Trennlippe 13 einen Neigungswinkel von etwa 60° aufweisen.

Die Fig. 3 zeigt eine weitere mögliche Ausführungsform des unteren Rotors 7, die die Form eines Sechsecks mit abgerundeten Ecken im Querschnitt und eine hohe gerade Form im Längsschnitt aufweist.

Die Wirkungsweise der Rührwerkskugelmühle ist wie folgt. Durch den Zulauf 1 wird die zu mahlende Dispersion bzw. das Mahlgut mittels einer nicht dargestellten Pumpe über einen durch den Distanzring 3 bestimmten Zwischenraum zum Einlaufboden 4 befördert, gelangt über die im Einlaufboden 4 befindlichen, kreisringförmig angeordneten, Strömungsschlitze in den mit Mahlkugeln teilweise gefüllten Mahlraum 9 und strömt nach dem Mahlprozeß durch den Spalt zwischen Stirnfläche des oberen Rotors 7 und Trennlippe 13 und den seitlichen Ablaufkanal 14 in den Ablauf 18.

Der Einlaufboden 4 mit den kreisringförmigen Strömungsschlitzen sorgt dafür, daß das Mahlgut gleichmäßig in den Mahlraum 9 gelangt und verhindert, daß Mahlkugeln in den Zulauf zurückfließen können. Gegenüber herkömmlich verwendeten Siebböden tritt ein nur sehr geringer Verschleiß ein, da die Strömungsschlitze kreisringförmig angeordnet sind und den in Drehrichtung des unteren Rotors 6 bewegten Mahlkugeln keinen größeren Widerstand als die Einlaufbodenoberfläche entgegensetzen. Die Anzahl der Strömungsschlitze richtet sich nach der Schlitzbreite in Abhängigkeit von dem verwendeten Mahlkugeldurchmesser und der notwendigen Durchsatzmenge an Mahlgut.

Wenn der Mahlraum 9 mit dem Mahlgut gefüllt ist, kann der zweigeteilte Rotor eingeschaltet werden. Dabei gibt es folgende Möglichkeiten ihrer Fahrweise:

- unterer Rotor 6 und oberer Rotor 7 entgegengesetzte Drehrichtung, gleiche oder unterschiedliche Drehzahl
- unterer Rotor 6 und oberer Rotor 7 gleiche Drehrichtung, unterschiedliche Drehzahl

Dabei liegt die für den Mahlprozeß günstigste Umfangsgeschwindigkeit des unteren Rotors 6 bei etwa 15 m/s.

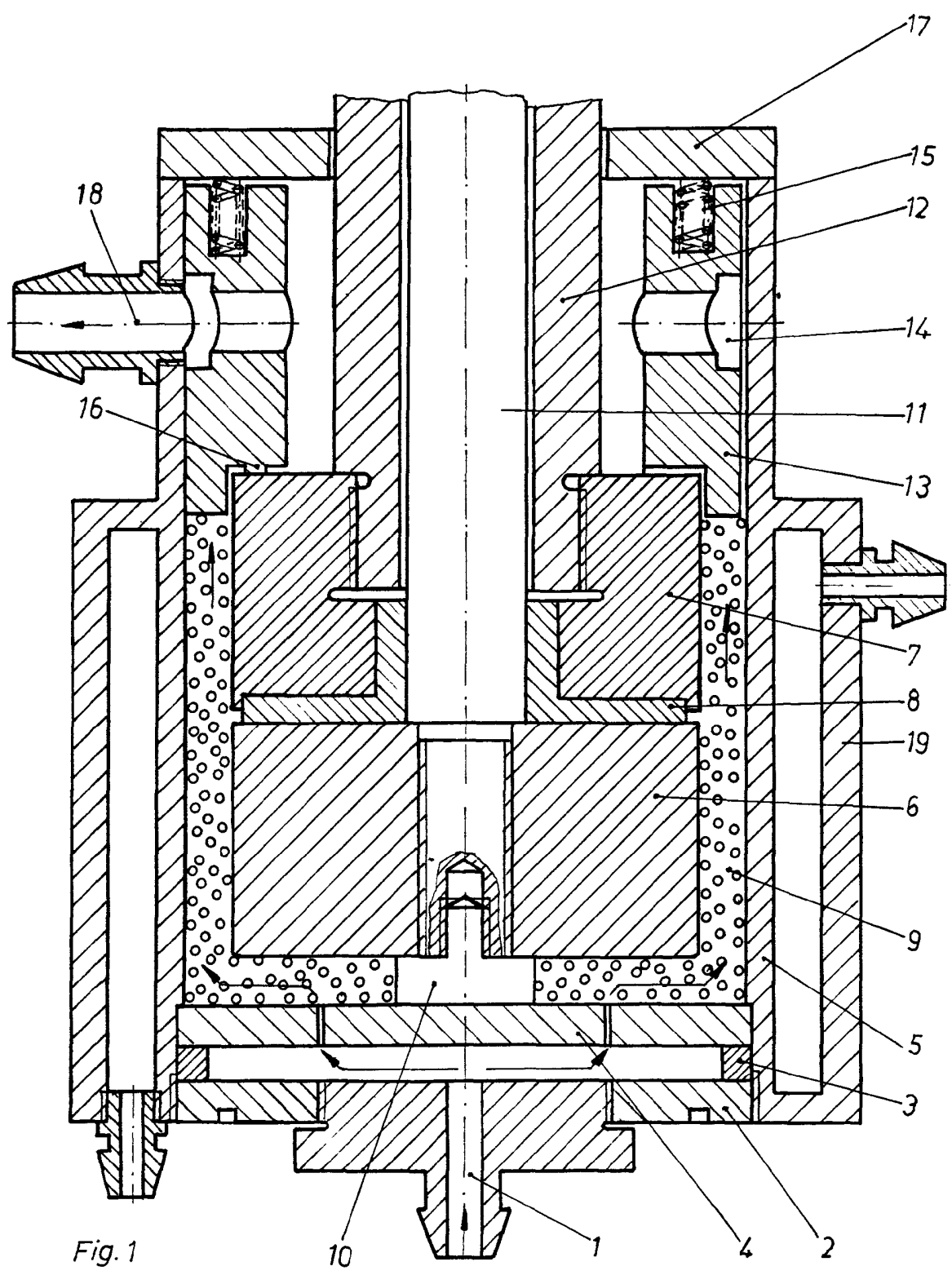
Mit der Form des unteren Rotors 6 läßt sich wesentlich der Mahlprozeß beeinflussen. Je nach gewünschter Selektivität des Mahlprozesses in Abhängigkeit vom Mahlgut kann man unterschiedliche Bauformen wählen. So weist der Rotor 6 der Fig. 2 eine höhere Bauform als der Rotor 6 der Fig. 1 und der Rotor 6 der Fig. 3 einen sechseckförmigen Querschnitt auf.

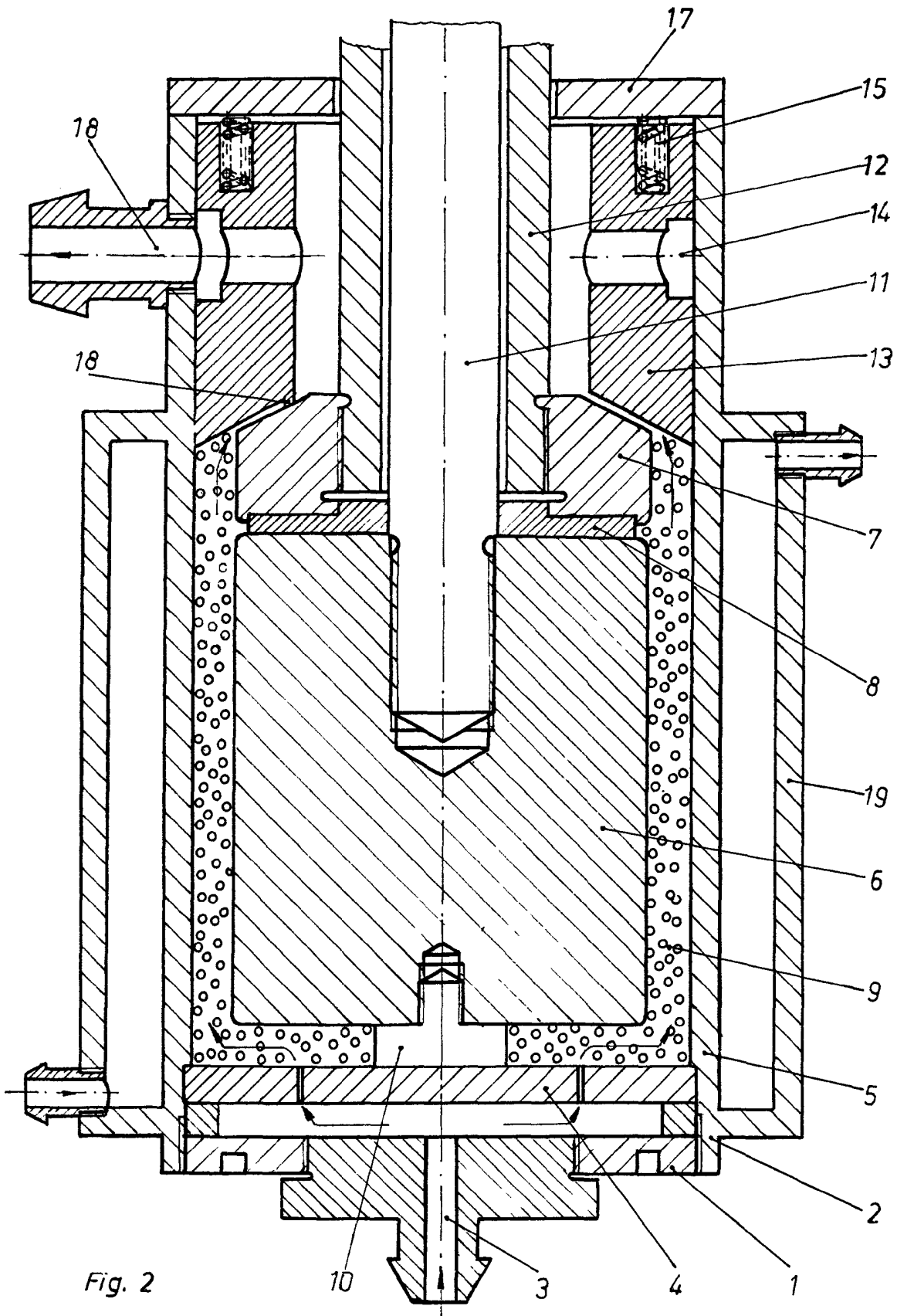
Es sind dabei noch andere Ausführungen des Rotors 6 möglich, wie z. B. im Querschnitt mehreckige oder kegelstumpfförmige Bauformen, auf die aber nicht näher eingegangen werden soll. In Abhängigkeit von der Rotorform weist damit der Mahlraum 9 ebenfalls unterschiedliche Formen auf, nämlich Ringspalt, sich verjüngender Ringspalt, eckiger Ringspalt usw.

Der obere Rotor 7 der vom unteren Rotor 6 durch eine Gleitscheibe 8 getrennt ist, beeinflußt zum einen wesentlich das Mahlergebnis, indem sich im Grenzbereich zum unteren Rotor 6 eine intensive Wirbelzone durch unterschiedliche Geschwindigkeiten der Mahlkörper einstellen läßt, und bewirkt zum anderen durch die im Spalt zur Trennlippe 13 auftretenden Zentrifugalkräfte eine Trennung des Mahlgutes von den Mahlkörpern, wobei die sich automatisch nachstellende Trennlippe 13 mit ihren Druckfedern 15 in Abhängigkeit vom vorgelegten Pumpenwerk die Breite des Trennspaltes einstellt. Die Umfangsgeschwindigkeit des oberen Rotors 7 sollte im Mahlprozeß mind. 10 m/s betragen. Es erweist sich als vorteilhaft, wenn die Umfangsgeschwindigkeit des oberen Rotors 7 größer ist als die des unteren Rotors 6, da damit eine bessere Abtrennung der Mahlkörper erreicht wird.

Die wirksame Zylinderhöhe des oberen Rotors 7, die den oberen Mahlraum bildet, sollte mindestens das 5fache des verwendeten Mahlkugeldurchmessers betragen, damit sich einmal eine stabile Wirbelzone ausbilden kann und zum anderen die Wirbelzone ausreichend von der Trennlippe 13 entfernt ist.

Eine Verkürzung der Mahldauer, Intensivierung des Mahlprozesses und Verbesserung der Qualität des erhaltenen Mahlgutes wird dadurch erreicht, daß sich nach einer gleichmäßigen Mahlung im spaltförmigen Mahlraum im Bereich des unteren Rotors 6, in dem die Partikel der Dispersion bei ihrer spiralförmigen Aufwärtsbewegung durch die intensive und gleichmäßige Bewegung der Mahlkörper einer gleichbleibenden Scherbeanspruchung unterworfen werden, eine Wirbelzone im Übergangsbereich zum oberen Rotor 7 anschließt, die durch die eine gegenläufige oder schnellere Rotation des oberen Rotors 7 hervorgerufen wird und das bis dahin gleichmäßig zerkleinerte Mahlgut einem intensiven Zerkleinerungsprozeß unterwirft. Neben der Klassifizierung des Mahlguts im Mahlspace des unteren Rotors 6, die dadurch gekennzeichnet ist, daß kleinere Partikel der Dispersion sich schneller aufwärts bewegen als noch ungemahlene Partikel, findet im Spalt zur Trennlippe 13 durch die vom oberen Rotor 7 ausgehenden Zentrifugalkräfte eine weitere Klassifizierung statt, indem nicht genügend gemahlene und damit größere Partikel wieder in den Mahlspace bzw. die Wirbelzone befördert werden. Die Mahlleistung kann dadurch soweit gesteigert werden, daß in den meisten Fällen nur noch ein Durchgang der Dispersion durch den Mahlspace notwendig ist, um die erforderliche Zerkleinerung der Partikel zu erreichen.





6

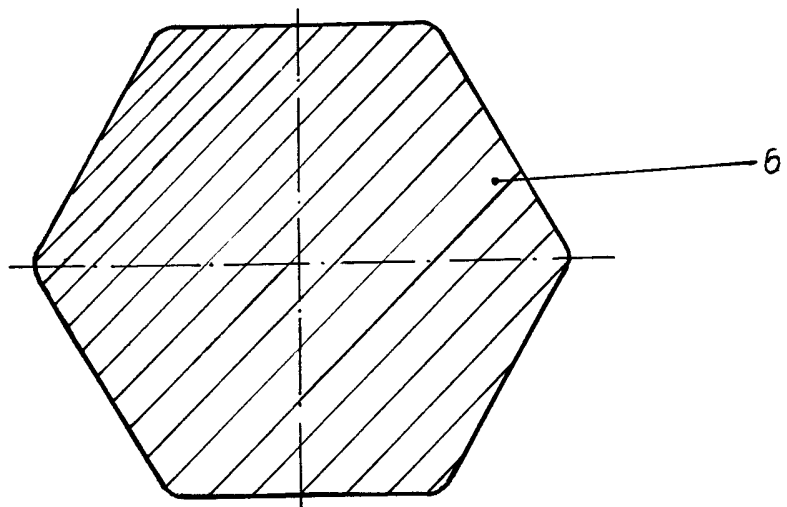
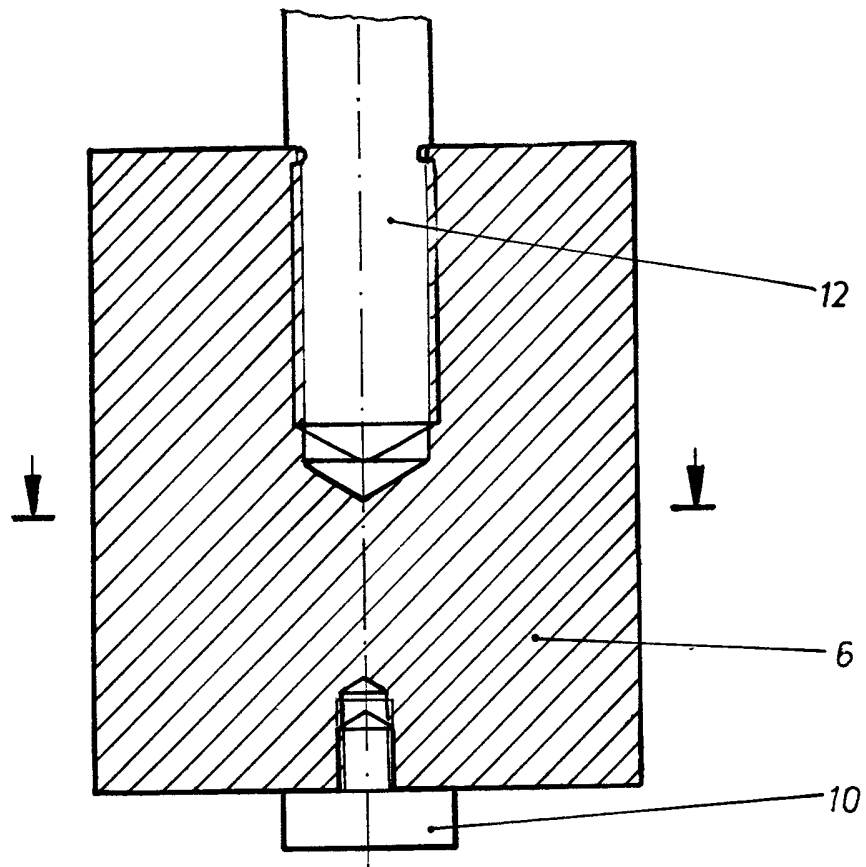


Fig. 3