



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 236 462 A5

4(51) B 02 C 17/16

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

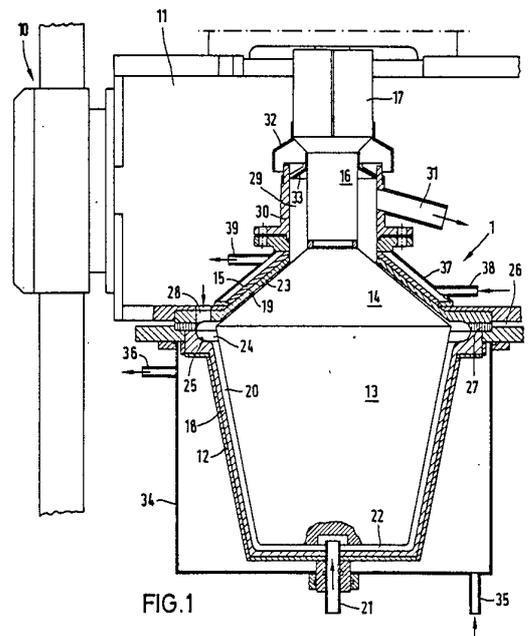
In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP B 02 C / 280 020 8	(22)	27.08.85	(44)	11.06.86
(31)	P3431636.1	(32)	29.08.84	(33)	DE

(71) siehe (73)
 (72) Hoffmann, Karl-Heinz; Fabian, Peter, DE
 (73) Reibold & Strick GmbH & Co., 5000 Köln 91, DE

(54) Ringspalt-Kugelmühle

(57) Die Erfindung betrifft eine Ringspalt-Kugelmühle (1) zum kontinuierlichen Feinstzerkleinern insbesondere von mineralischen Hartstoffen mit einem von einem Deckel (15) verschlossenen, stehenden Mahlbehälter (12), in dem ein Rotor (13) angeordnet ist, dessen kegelförmige Außenfläche mit der kegelförmigen Innenfläche des Mahlbehälters (12) einen Mahlspace (20) begrenzt, der mit einer Speiseöffnung (21) verbunden ist und der Mahlperlen enthält, wobei der Rotor (13) ein Oberteil (14) aufweist, dessen Form der Innenfläche des Deckels (15) angeglichen ist und in dessen Bereich eine Auslaßöffnung (31) angeordnet ist. Die Ringspalt-Kugelmühle (1) zeichnet sich dadurch aus, daß das Oberteil (14) des Rotors (13) kegelförmig gestaltet ist und mit dem kegelförmigen Deckel (15) einen ringförmigen Auslaufspalt (23) begrenzt, dessen unteres Ende größten Durchmessers in eine ringförmige Kammer (24) am offenen oberen Ende des Mahlspace (20) mündet. Ein Absinken der Mahlperlen im Mahlspace (20) wird verhindert und der Mahlspace (20) 100%ig für den Mahlvorgang ausgenutzt, so daß sich die für die Feinstzerkleinerung mineralischer Hartstoffe erforderliche Verweilzeit verkürzt. Fig. 1



Erfindungsanspruch:

1. Ringspalt-Kugelmühle zum kontinuierlichen Feinstzerkleinern insbesondere von mineralischen Hartstoffen mit einem von einem Deckel verschlossenen, stehenden Mahlbehälter, in dem ein Rotor angeordnet ist, dessen kegelförmige Außenfläche mit der kegelförmigen Innenfläche des Mahlbehälters einen Mahlspace begrenzt, der mit einer Speiseöffnung verbunden ist und der Mahlperlen enthält, wobei der Rotor ein Oberteil aufweist, dessen Form der Innenfläche des Deckels angeglichen ist und in dessen Bereich eine Auslaßöffnung angeordnet ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Oberteil (14; 14 a; 14 b; 14 c) des Rotors (13; 13 a; 13 b; 13 c) und der Deckel (15) kegelförmig gestaltet sind und einen ringförmigen Auslaufspalt (23; 23 a; 23 b; 23 c) begrenzen, dessen unteres Ende größten Durchmessers in eine ringförmige Kammer (24) am offenen oberen Ende größten Durchmessers des Mahlspace (20; 20 a; 20 b; 20 c) mündet.
2. Ringspalt-Kugelmühle nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Oberteil (14; 14 a; 14 b; 14 c) und die Innenfläche des Deckels (15) Kegelstumpfform aufweisen.
3. Ringspalt-Kugelmühle nach Punkt 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Mahlspace (20) und der Auslaufspalt (23) jeweils parallelförmig ausgebildet sind und daß der Mahlspace (20) breiter ist als der Auslaufspalt (23).
4. Ringspalt-Kugelmühle nach Punkt 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Mahlspace (20 a) sich nach oben verbreitert und daß der Auslaufspalt (23 a) parallelförmig ist.
5. Ringspalt-Kugelmühle nach Punkt 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Mahlspace (20 b) und der Auslaufspalt (23 b) sich jeweils nach oben verbreitern.
6. Ringspalt-Kugelmühle nach Punkt 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Mahlspace (20 c) sich nach oben verbreitert und daß der Auslaufspalt (23 c) sich nach oben verengt.
7. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Punkte 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß die ringförmige Kammer (24) sich im Bereich der Teilungsfuge (26) von Mahlbehälter (12) und Deckel (15) befindet.
8. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Punkte 1 bis 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß die ringförmige Kammer (24) mindestens eine Öffnung nach (28) zum Einlaß von Mahlperlen aufweist.
9. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Punkte 1 bis 8, **gekennzeichnet dadurch**, daß die ringförmige Kammer (24) im wesentlichen parallelwandig und an ihrer umfangsmäßigen Stirnfläche (25) konvex abgerundet ist.
10. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Punkte 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verhältnis der Höhe des Oberteils (14; 14 a; 14 b; 14 c) zur Gesamthöhe von Rotor (13; 13 a; 13 b; 13 c) und Oberteil (14; 14 a; 14 b; 14 c) 0,2 bis 0,5 : 1 beträgt.
11. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Punkte 1 bis 10, **gekennzeichnet dadurch**, daß die konische Außenfläche des Rotors (13; 13 a; 13 b; 13 c) unter einem Winkel von 40° bis 85°, vorzugsweise 60° bis 80°, insbesondere 70° bis 80° zur Senkrechten verläuft.
12. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Punkte 1 bis 11, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Innenfläche des Mahlbehälters (12) und des Deckels (15) sowie die Außenfläche des Rotors (13; 13 a; 13 b; 13 c) und seines Oberteils (14; 14 a; 14 b; 14 c) feinraue Oberfläche aufweisen.
13. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Punkte 1 bis 12, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Auslaufspalt (23) an seinem oberen Ende in eine Austragkammer (29) mündet, an die die Auslaßöffnung (31) angeschlossen ist.
14. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Punkte 1 bis 13, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Mahlbehälter (12) und der Deckel (15) von einem Kühlfüssigkeitsmantel umgeben sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Ringspalt-Kugelmühle zum kontinuierlichen Feinstzerkleinern insbesondere von mineralischen Hartstoffen mit einem von einem Deckel verschlossenen, stehenden Mahlbehälter, in dem ein Rotor angeordnet ist, dessen kegelförmige Außenfläche mit der kegelförmigen Innenfläche des Mahlbehälters einen Mahlspace begrenzt, der mit einer Speiseöffnung verbunden ist und der Mahlperlen enthält, wobei der Rotor ein Oberteil aufweist, dessen Form der Innenfläche des Deckels angeglichen ist und in dessen Bereich eine Auslaßöffnung angeordnet ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Mineralische Hartstoffe (Mohssche Härte >5), wie Korund, Zirkoniumdioxid, Aluminiumoxid, Siliciumcarbid und ähnliche Stoffe, werden bisher vorwiegend in Kugelmühlen mit Eisenkugeln feinstzerkleinert. Hierbei sind beträchtliche Verweilzeiten des Gutes im Mahlraum erforderlich, und alle mit dem Mahlgut und den Eisenkugeln in Berührung kommenden Teile unterliegen sehr starkem Verschleiß. Außerdem ist der Mahlvorgang mit störender Geräusentwicklung verbunden. Ein weiterer Nachteil solcher Kugelmühlen besteht darin, daß der Abrieb der Eisenkugeln in das Mahlgut gelangt und in chemischen Waschprozessen auf komplizierte aufwendige Weise herausgewaschen werden muß.

Ringspalt-Kugelmühlen der eingangs erwähnten Art (DE-OS 2848479) sollen zwar gegenüber den herkömmlichen Kugelmühlen eine Verbesserung darstellen, sind zum Feinstzerkleinern von mineralischen Hartstoffen aber wenig geeignet und nur bei der Zerkleinerung von sehr viel weicheren Stoffen, z. B. Kreide und dergleichen, wirtschaftlich. Dies ist vor allem auf das Verhalten der Mahlkugeln oder Mahlperlen in dem Mahlspace zurückzuführen. Die zusammen mit dem Mahlgut durch die Speiseöffnung von unten oder durch eine Hohlwelle des Rotors von oben in den Mahlspace eingepumpten Mahlperlen bewegen sich zwar zunächst durch den Druck der Speisepumpe, mit der die Mahlgutsuspension in die Ringspalt-Kugelmühle gedrückt wird, sowie

durch die Rotationsbewegung des Rotors in dem Mahlspace nach oben, sacken jedoch bei Nachlassen des Pumpendruckes durch Schwerkraft nach unten und lassen einen Mahlvorgang im oberen Teil des Mahlspace gar nicht stattfinden. Will man dies verhindern, muß der Speisepumpendruck bzw. der Mahlgutdurchfluß derart erhöht werden, daß zwar die Mahlperlen auch im oberen Teil des Mahlspace gehalten werden; dann besteht aber die Gefahr, daß die Mahlperlen zusammen mit dem Mahlgut ausgetragen werden, was wiederum die Mahlleistung reduziert. Erfahrungsgemäß wird daher bei einer mittleren Durchflußgeschwindigkeit des Mahlgutes nur etwa die untere Hälfte des Mahlspace für den Mahlvorgang ausgenutzt, und die theoretisch erzielbare Mahlleistung ist demgemäß nur etwa zur Hälfte realisiert. Außerdem bewirkt die hohe Packungsdichte der Mahlperlen im unteren Teil des Mahlspace einen hohen Abrieb an der Oberfläche des Rotors und des Mahlbehälters, und es kann, insbesondere nach einer kurzen Stillstandszeit des Rotors oder der Speisepumpe, sogar zu Blockierungen des Rotors kommen. Dieses Risiko soll bei der vorgenannten Ringspalt-Kugelmühle dadurch reduziert werden, daß der Rotor an seinem unteren Ende mit einem Flügelumpenrad versehen ist. Das Flügelumpenrad verstärkt jedoch nur einen weiteren Nachteil dieser Ringspalt-Kugelmühle, der darin besteht, daß Mahlperlen, die nicht nach unten sacken, mit dem Mahlgut verstärkt zur Auslaßöffnung gepumpt werden und auch dadurch für den Mahlvorgang verloren sind. Überdies unterliegt das Flügelumpenrad einem starken Verschleiß durch Mahlperlen und Mahlgut. Bisweilen werden zur Zurückhaltung der Mahlperlen in dem Mahlspace Siebe benutzt, die jedoch den Mahlgutaustrag behindern und sogar verhindern können, wenn sie mit Mahlgut und Mahlperlen zugesetzt sind.

Für eine einheitliche Mahlgutströmung durch den Mahlraum soll bei der erwähnten Ringspalt-Kugelmühle ein verhältnismäßig hoher Sammelraum über dem Rotor sorgen, der durch die konvex gekrümmte Stirnfläche des Oberteiles des Rotors und die entsprechend konvex gekrümmte Innenfläche des Deckels des Mahlbehälters begrenzt wird und mit dem die Auslaßöffnung direkt verbunden ist. Zur Zurückhaltung der Mahlperlen im Mahlspace kann dieser Sammelraum keinen Beitrag leisten.

Die durch Verdichtung der Mahlperlen an unteren Ende eines zur Senkrechten schräg gerichteten, ringförmigen Mahlspace bewirkte Erschwerung des Anfahrens des Rotors und das Einschleifen von Verschleißmarkierungen an Rotor und Mahlbehälter sollen bei einer anderen Ringspalt-Kugelmühle (DE-OS 3022809) dadurch verhindert werden, daß Rotor und Mahlbehälter im Bedarfsfalle zur Verbreiterung des Mahlspace axial auseinandergesogen werden. Zu diesem Zweck sind komplizierte technische Vorkehrungen nötig, die die Ringspalt-Kugelmühle verteuern. Eine Erhöhung der Leistung der Mahlperlen in dem Mahlspace, d. h. die Ausnutzung der gesamten Mahlspacehöhe für den Mahlvorgang, wird jedoch hiermit nur in geringem Umfang erzielt; denn die in dem abwärts/auswärts gerichteten Mahlspace befindlichen Mahlperlen folgen dem Mahlgutstrom und wirken nicht, wie in dem aufwärts gerichteten Mahlspace, diesem entgegen, so daß in diesem Teil des Mahlspace nur geringe Arbeit geleistet wird.

Eine andere bekannte Ringspalt-Kugelmühle (DE-OS 2811899) weist einen Mahlgutbehälter auf, dessen Innenfläche einen Mahlraum begrenzt, in den ein kegelförmiger Mitnahmekörper eintaucht, wobei die Innenflächen des Mahlgutbehälters und der Verdrängungskörper als ringförmige Doppelkegel ausgebildet sind. Als eventuelle weitere Ausführungsform können die den Mahlraum begrenzenden Flächen mit Aufräuhungen bzw. Erhebungen oder Vertiefungen, wie Rippen, Rillen, Stiften und dergleichen versehen sein, doch würde dies gerade beim Mahlen von Hartstoffen zu einem untragbaren Verschleiß führen. Weder die Ringspalt-Kugelmühle selbst noch diese spezielle Ausführungsart sind somit zur Feinzerkleinerung von mineralischen Hartstoffen geeignet.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Gebrauchswerteigenschaften von Ringspalt-Kugelmühlen auf kostengünstige Weise zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Ringspalt-Kugelmühle der eingangs erwähnten Art so zu verbessern, daß sie durch Erhöhung der Leistung der Mahlperlen in dem Mahlspace eine technisch optimale Feinzerkleinerung auch von mineralischen Hartstoffen ermöglicht.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das Oberteil des Rotors und der Deckel kegelförmig gestaltet sind und einen ringförmigen Auslaufspalt begrenzen, dessen unteres Ende größten Durchmessers in eine ringförmige Kammer am offenen oberen Ende größten Durchmessers des Mahlspace mündet.

Mit einer in dieser Weise ausgebildeten Ringspalt-Kugelmühle kann beliebiges mineralisches Hartmaterial, wie Korund, Zirkoniumdioxid, Aluminiumoxid, Siliciumcarbid und dergleichen wirtschaftlich feinstzermahlen werden, weil die gesamte Höhe des Mahlspace für den aktiven Mahlvorgang der Mahlperlen ausgenutzt wird. Dies ist darauf zurückzuführen, daß Hydrodynamik und Zentrifugalkraft als Folge der konischen Ausbildung des Rotors und seines Oberteils eine Saugkraft erzeugen, die der Schwerkraft der Mahlperlen entgegenwirkt und deren Absinken in den Mahlspace verhindert. Der Mahlspace wird 100%ig für den Mahlvorgang ausgenutzt, weil er sogar bei langsam rotierendem Rotor in seiner gesamten Höhe und Breite von Mahlperlen durchsetzt ist und weil eine Austragung von Mahlperlen mit dem Mahlgut durch die Auslaßöffnung und damit eine Reduzierung der Mahlperlenmenge bzw. der Mahlwirkung wirksam verhindert wird. Letzteres ist darauf zurückzuführen, daß ein vorgegebener Mahlperlenüberschuß sich in der radialen ringförmigen Kammer am oberen Ende des Mahlspace, d. h. im Bereich des größten Rotordurchmessers, sammelt und dort eine schwimmende Sperrschicht bildet, die die aktiven Mahlperlen im Mahlspace zurückhält, ohne nach der Art eines Siebes oder dergleichen den Austritt des feinstgemahlten Stoffes aus dem Mahlspace in Richtung der Auslaßöffnung zu behindern. Das nach der ringförmigen Kammer durch den schmalen Auslaufspalt zwischen Rotoroberteil und Deckel nach oben zur Auslaßöffnung bewegte Mahlgut enthält praktisch keine Mahlperlen, so daß eine nachträgliche Trennung von Mahlperlen und Mahlgut entfällt. Selbst wenn die Breite des Auslaufspales größer ist als der Mahlperlendurchmesser, werden die Mahlperlen nicht durch den Auslaufspalt nach oben gefördert, weil sie durch die Schwerkraft bzw. Zentrifugalkraft in der radialen ringförmigen Kammer zurückgehalten werden. Bei der erfindungsgemäßen Ringspalt-Kugelmühle ergeben sich verlängerte Verweilzeiten, weil mit niedrigeren Umfangsgeschwindigkeiten des Rotors und

geringerer Speisepumpenleistung gearbeitet werden kann. Das Mahlgut zwischen den Mahlperlen bewegt sich entsprechend ganz langsam nach oben, und es ergibt sich ein enges Kornspektrum des Mahlgutes. Die erfindungsgemäße Ringspalt-Kugelmühle arbeitet außerordentlich gut mit Mahlperlen verschiedener Größe, wobei die groben, schwereren Mahlperlen unten im Mahlspace vorzugsweise grobe Teile des Mahlgutes vermahlen und die feinen, leichteren Mahlperlen oben im Mahlspace vorzugsweise feinere Teile vermahlen, weil die Zentrifugalkraft und damit der Auftrieb der leichteren Partikel nach oben zunimmt. Bei nunmehr ausreichend langer Verweilzeit des Gutes in dem Mahlspace wird das Hartmaterial in kurzer Zeit in Pulver gewünschter Feinheit zermahlen und in kontinuierlichem Strom ausgetragen. Entsprechend der höheren Füllung im Mahlspace ist auch die Ausnutzung der dem Rotor zugeführten Energie größer und der Betrieb der Ringspalt-Kugelmühle wirtschaftlicher. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Oberteil und die Innenfläche des Deckels kegelförmig aufweisen.

Es hat sich als optimal erwiesen, daß Mahlspace und Auslaufspace jeweils parallelförmig ausgebildet sind und daß der Mahlspace breiter ist als der Auslaufspace. Weitere Ausgestaltungen des Mahlspace und des Auslaufspace können jedoch zur Anpassung an den zu mahlenden mineralischen Hartstoff zweckmäßig sein. Es kann sich der Mahlspace nach oben verbreitern, während der Auslaufspace parallelförmig ist. Auch ist es möglich, daß der Mahlspace und der Auslaufspace sich jeweils nach oben verbreitern. Ferner kann der Mahlspace sich nach oben verbreitern, während der Auslaufspace sich nach oben verengt. In allen Fällen ist die ringförmige Kammer vorhanden, die in Verbindung mit dem gegenläufigen Konus des Rotoroberteiles die Sperrschicht von Mahlperlen aufnimmt und den Austrag von aktiven Mahlperlen aus dem Mahlspace verhindert.

Vorteilhafterweise befindet sich die ringförmige Kammer im Bereich der Teilungsfuge von Mahlbehälter und Deckel, so daß nach Abnahme des Deckels die Mahlperlen aus der offenen Hälfte der Kammer herausgenommen werden können. Die ringförmige Kammer ist mit mindestens einer Öffnung zum Einlaß von Mahlperlen ausgestattet, so daß diese separat dem in den Mahlspace eingeführten Mahlgut von oben zugegeben werden. Hierdurch wird die Verhinderung des Absackens der Mahlperlen auf den Boden des Mahlbehälters unterstützt. Außerdem wird eine Erleichterung bei der Beschickung der Ringspalt-Kugelmühle mit dem zu zerkleinernden Gut erzielt, weil dieses nicht, wie bisher nötig, erst mit den Mahlperlen vermischt und dann mit diesen gemeinsam eingespeist werden muß.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, daß die ringförmige Kammer im wesentlichen parallelwandig und an ihrer umfangsmäßigen Stirnfläche konvex abgerundet ist. Diese Form der Kammer bietet eine Anpassung an die Kugelform der Mahlperlen derart, daß deren Abrieb minimiert wird. Das Verhältnis der Höhe des Oberteiles zur Gesamthöhe von Rotor und Oberteil beträgt 0,2 bis 0,5 : 1. Das Oberteil ist also kürzer als der Rotor. Zweckmäßigerweise verläuft die konische Außenfläche des Rotors unter dem Winkel von 40° bis 85°, vorzugsweise 60° bis 80°, insbesondere 70° bis 80° zur Senkrechten. Die Konusneigung des Rotors wird der Art des zu zerkleinernden Hartstoffes angepaßt, und die Konusneigung des Oberteiles ergibt sich durch das Verhältnis seiner Höhe zur Gesamthöhe entsprechend.

Die Innenfläche des Mahlbehälters und des Deckels sowie die Außenfläche des Rotors und seines Oberteiles weisen feinraue Oberflächen auf. Dies bedeutet, daß sie keinesfalls besonders glatt sein dürfen, aber auch nicht besonders rauh sein sollten. Die Feinrauhigkeit kann durch eine geeignete Beschichtung der Oberfläche, beispielsweise mit Polyurethan, erzielt werden, die als Korrosions- und Verschleißschutzschicht dient. Zur Vermeidung von Wärmestaus kann der Rotor innen belüftet sein. Außerdem können der Mahlbehälter und der Deckel von einem Kühlflüssigkeitsmantel umgeben sein.

Ausführungsbeispiel

Die erfindungsgemäße Lösung soll nachfolgend in mehreren Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1: einen Längsschnitt einer Ringspalt-Kugelmühle;

Fig. 2; 3; und 4: Längsschnitte von Ringspalt-Kugelmühlen mit anderen Gestaltungen des Mahlspace und des Auslaufspace.

An einem beliebigen Gestell 10 ist über einen Arm 11 eine Ringspalt-Kugelmühle 1 aufgehängt, die im wesentlichen aus einem stillstehenden kegelförmigen Mahlbehälter 12 und einem kegelförmigen Rotor 13 besteht, der an seinem breiten oberen Ende bündig mit dem breiten unteren Ende eines kegelförmigen Oberteiles 14 zusammengesetzt ist, dessen Höhe geringer als die Höhe des Rotors 13 ist. Das Oberteil 14 wird mit geringem Abstand von einem Deckel 15 abgedeckt, der lösbar auf dem Mahlbehälter 12 befestigt und der konischen Schrägneigung des Oberteiles 14 angepaßt ist. Das obere Ende des Oberteiles 14 greift an eine senkrechte Welle 16 an, die Rotor 13 und Oberteil 14 freiliegend in dem Mahlbehälter 12 lagert und den Antrieb eines Motors 17 auf Oberteil 14 und Rotor 13 überträgt. Die gesamte Innenfläche des Mahlbehälters 12 und des Deckels 15 ist mit einer verschleiß- und korrosionsfesten Auskleidung 18; 19 versehen, die eine feinraue Oberfläche hat und z. B. aus Polyurethan bestehen kann. Die Außenfläche des Rotors 13 und seines Oberteiles 14 ist mit einer entsprechend feinrauen Oberfläche ausgestattet, die der Deutlichkeit halber nicht gezeichnet ist.

Zwischen der Außenfläche des Rotors 13 und der Innenfläche des Mahlbehälters 12 ist ein parallelwandiger ringförmiger Mahlspace 20 vorgesehen, der über einen waagerechten Zwischenraum 22 zwischen den ebenen Böden des Mahlbehälters 12 und des Rotors 13 mit einer unteren Speiseöffnung 21 für das Mahlgut in Verbindung steht. Zwischen dem Oberteil 14 und dem Deckel 15 bzw. seiner Auskleidung 19 ist ein ebenfalls parallelförmiger Auslaufspace 23 vorhanden, dessen Breite geringer ist als die Breite des Mahlspace 20 und der sich über die ganze Höhe des Oberteiles 14 erstreckt. Das untere Ende des nach unten divergierenden Auslaufspace 23 und das obere Ende des nach oben divergierenden Mahlspace 20 münden in eine ringförmige Kammer 24, die im wesentlichen in den Auskleidungen 18 und 19 ausgearbeitet ist. Ihre obere und untere Wand sind eben und zueinander parallel; ihre äußere Stirnfläche 25 verläuft konvex gekrümmt. Da die Kammer 24 auf der Teilungsfuge zwischen Deckel 15 und Mahlbehälter 12 liegt, läßt sie sich durch Abnahme des Deckels 15 öffnen. In die Teilungsfuge 26 ist eine Distanzscheibe 27 eingesetzt, die gegen eine Distanzscheibe anderer Dicke ausgetauscht werden kann, um zur Änderung der Breite des Mahlspace 20 den Mahlbehälter 12 in bezug auf den Rotor 13 mehr oder weniger anzuheben oder abzusenken. Die Kammer 24 ist durch eine Öffnung 28 im Deckelflansch zugänglich. Durch diese Öffnung 28 werden Mahlperlen in den Mahlspace 20 eingeführt, wenn der Rotor 13 mit Oberteil 14 rotiert und durch die Speiseöffnung 21 zu zerkleinernde mineralische Hartstoffe von unten in den Mahlspace 20 eingebracht worden sind.

Die Welle 16 durchquert eine Austragkammer 29 in einem Stutzen 30, der an den Deckel 15 angeflanscht ist. In der Wand des Stutzens 30 befindet sich eine Auslaßöffnung 31 für das feingemahlene Gut, das aus dem Auslaufspalt 23 in die Austragkammer 29 hineingedrückt wird. Am oberen Ende des Stutzens 30 sind Leitbleche 32; 33 angeordnet, die Entlüftungsschlitze bilden. Der Mahlbehälter 12 wird von einem Gehäuse 34 umschlossen, das einen Kühlwasserzulauf 35 und einen Kühlwasserauslaß 36 aufweist. Auch der Deckel 15 ist von einem Gehäuse 37 umgeben, das mit einem Kühlwasserzulauf 38 und einem Kühlwasserauslaß 39 versehen ist.

Beim Betrieb der Ringspalt-Kugelmühle 1 versetzt zunächst der Motor 17 den Rotor 13 mit Oberteil 14 in Drehung, dann wird durch die Speiseöffnung 21 Mahlgut (Schlicker) in den Mahlspace 20 eingeführt, und anschließend werden durch die Öffnung 28 Mahlperlen zugegeben, die aus dem gleichen Material wie das zu zerkleinernde Gut bestehen können, damit der Abrieb der Mahlperlen das Mahlgut nicht verunreinigt und hochreine Stoffe erzeugt werden. Da durch die konische Ausbildung des Rotors 13 und seines Oberteils 14 am oberen Ende des Mahlspace 20 die höchste Umfangsgeschwindigkeit erreicht wird, ergibt sich ein nach oben gerichteter Saugeffekt, der ein Absinken der Mahlperlen 20 verhindert. Ein Überschuß an Mahlperlen wird in der Kammer 24 gesammelt, so daß eine schwimmende Sperrschicht entsteht, die einen Austritt von Mahlperlen aus dem Mahlspace 20 verhindert. Die im Mahlspace 20 befindlichen Mahlperlen füllen den Mahlspace 20 über seine ganze Höhe aus, so daß dieser 100%ig für den Mahlvorgang ausgenutzt wird und das Mahlgut während seiner Verweilzeit im Mahlspace 20 einem maximalen Mahlgriff ausgesetzt ist. Mahlperlen, die beispielsweise durch Abrieb so klein geworden sind, daß sie in den Auslaufspalt 23 passen, werden durch die Zentrifugalkraft in die Kammer 24 zurückgeführt, so daß das aus der Auslaßöffnung 31 austretende Pulver keine Mahlperlen enthält und ohne Nachbehandlung wie Waschen oder Sieben in seinem gewünschten Endzustand vorliegt.

Da die Mahlperlen zuverlässig an einer Sedimentation im Mahlspace gehindert werden, ist die Gefahr von Anlaufschwierigkeiten oder Blockierung des Rotors gebannt.

Der Verschleiß der Teile ist entsprechend gering. Mit geringer Energieaufnahme werden hohe Mahlleistungen bei mineralischen Hartstoffen erzielt, wobei die Länge der Verweilzeit des Gutes in dem Mahlspace durch passende Wahl der Umfangsgeschwindigkeit und der Breite des Mahlspace eingestellt werden kann. Der Zerkleinerungsgrad läßt sich durch die Größe der Mahlperlen beeinflussen, die gegebenenfalls unterschiedlich sein kann, wodurch eine stufenweise Zerkleinerung erreicht wird, weil grobe Mahlperlen im unteren Teil der Ringspalt-Kugelmühle vorzugsweise die groben Teile mahlen und feiner Mahlperlen im oberen Teil vorzugsweise die feineren Teile zerkleinern.

Bei den Beispielen der Fig. 2; 3 und 4 soll die Ausbildung der Ringspalt-Kugelmühlen 2; 3; 4 im wesentlichen der Konstruktion nach Fig. 1 entsprechen. Es sind lediglich mögliche Abwandlungen der Querschnitte von Mahlspace und Auslaufspalt im Schema dargestellt, die je nach der Art des zu zerkleinernden mineralischen Hartstoffes vorteilhaft sein können. In allen Fällen ist die ringförmige radiale Kammer 24 vorhanden, die die Mahlperlensperrschicht aufnimmt und sich am Übergang zwischen Mahlspace 20 a; 20 b; 20 c zum Auslaufspalt 23 a; 23 b; 23 c befindet. Dieser Übergang ist im wesentlichen identisch mit der Äquatorlinie zwischen Rotor 13 a; 13 b; 13 c und Oberteil 14 a; 14 b; 14 c.

Bei dem Beispiel der Fig. 2 verbreitert sich der Mahlspace 20 a nach oben, während der Auslaufspalt 23 a parallelflächig ist.

Gemäß Fig. 3 ist der Mahlspace 20 b oben breiter als unten und der Auslaufspalt 23 b verbreitert sich ebenfalls nach oben.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit, nach der der Mahlspace 20 c sich wie die Mahlspace 20 a und 20 b nach oben verbreitert, der Auslaufspalt 23 c jedoch nach oben enger wird und mit einem breiteren unteren Ende in die Kammer 24 mündet. Der Winkel der Abschrägung des Rotors 13; 13 a; 13 b; 13 c zur Senkrechten beträgt vorteilhafterweise 70° bis 80°. Bei dieser Neigung werden die besten Mahlergebnisse erreicht.

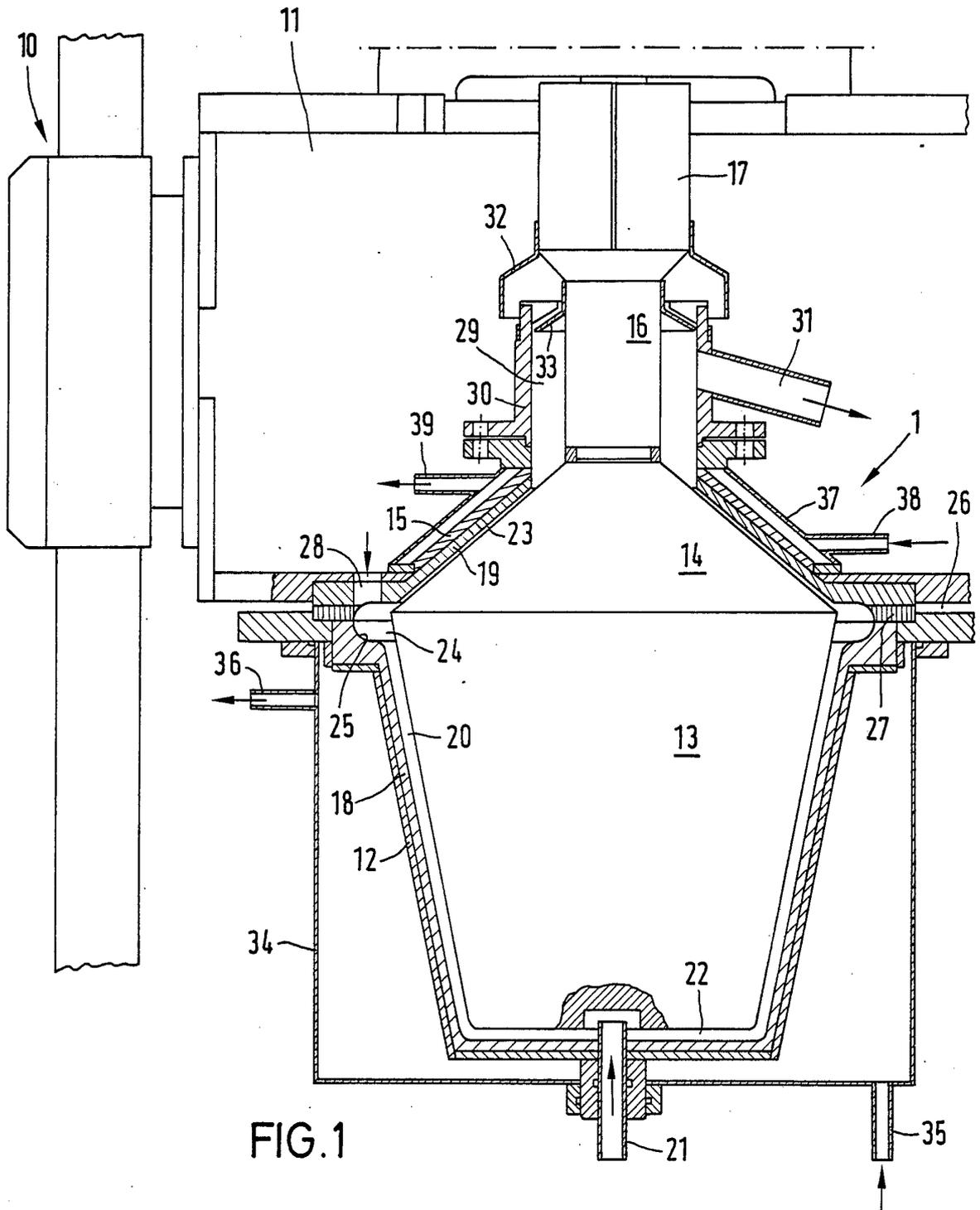


FIG. 1

27.8.85- 277995

