

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85110652.6

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: **B 02 C 17/16**

22 Anmeldetag: 24.08.85

30 Priorität: 29.08.84 DE 3431636

71 Anmelder: **Reibold & Strick GmbH & Co. KG,**  
Kunftstrasse 4, D-5000 Köln 91 (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 05.03.86  
Patentblatt 86/10

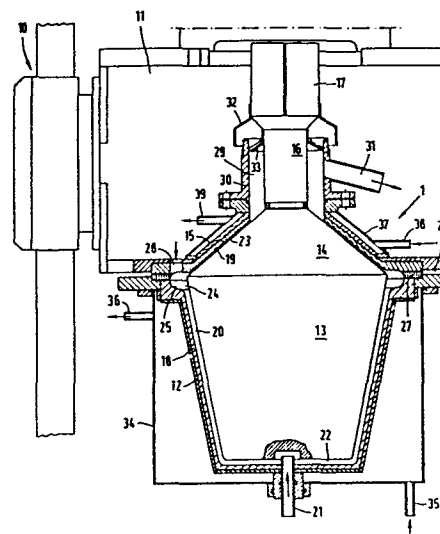
72 Erfinder: **Fabian, Peter, Am Jesultenhof 10, D-5300 Bonn (DE)**  
Erfinder: **Hoffmann, Karl-Heinz, Ückinghovener Strasse 71, D-4049 Rommerskirchen (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

74 Vertreter: **Keller, Johanna Carola et al, Deichmannhaus am Hauptbahnhof, D-5000 Köln 1 (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 Mahlspalt (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 Mahlspaltes (20) mündet. Ein Absinken der Mahlperlen im Mahlspalt (20) wird verhindert und der Mahlspalt (20) 100%ig für den Mahlvorgang ausgenutzt, so daß sich die für die Feinstzerkleinerung mineralischer Hartstoffe erforderliche Verweilzeit verkürzt.



Ringspalt-Kugelmühle

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 Ringspalt 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.

Mineralische Hartstoffe (Mohssche Härte  $> 5$ ), wie Korund, Zirkoniumdioxid, Aluminiumoxid, Siliciumcarbid und ähnliche Stoffe, werden bisher vorwiegend in Kugelmühlen mit Eisenkugeln feinzerkleinert. 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 Geräuschentwicklung 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-Kugelmöhlen der eingangs erwähnten Art (DE-OS 28 48 479) sollen zwar gegenüber den herkömmlichen Kugelmöhlen eine Verbesserung darstellen, sind zum Feinzerkleinern von mineralischen Hartstoffen aber wenig geeignet und nur bei der Zerkleinerung von sehr viel weiche-  
5 ren Stoffen, z.B. Kreide und dergleichen, wirtschaftlich. Dies ist vor allem auf das Verhalten der Mahlkugeln oder Mahlperlen in dem Mahlspalt zurückzuführen. Die zusammen mit dem Mahlgut durch die Speiseöffnung von unten oder durch eine Hohlwelle des Rotors von oben in den Mahlspalt 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  
10 Rotors in dem Mahlspalt nach oben, sacken jedoch bei Nachlassen des Pumpendruckes durch Schwerkraft nach unten und lassen einen Mahlvorgang im oberen Teil des Mahlspaltes 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 Mahlspaltes 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  
15 einer mittleren Durchflußgeschwindigkeit des Mahlgutes nur etwa die untere Hälfte des Mahlspaltes 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 Mahlspaltes einen hohen Abrieb an  
20 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 Flügelpumpenrad versehen ist. Das Flügelpumpenrad verstärkt jedoch  
5 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 Flügelpumpenrad  
10 einem starken Verschleiß durch Mahlperlen und Mahlgut. Bisweilen werden zur Zurückhaltung der Mahlperlen in dem Mahlspace Siebe benutzt, die jedoch den Mahlgutaus-  
trag behindern und sogar verhindern können, wenn sie mit Mahlgut und Mahlperlen zugesetzt sind.

15 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 Ober-  
20 teiles 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.

25 Die durch Verdichtung der Mahlperlen am unteren Ende eines zur Senkrechten schräg gerichteten, ringförmigen Mahlspace bewirkte Erschwerung des Anfahrens des Rotors und das Einschleifen von Verschleißmarkierungen an  
30 Rotor und Mahlbehälter sollen bei einer anderen Ringspalt-Kugelmühle (DE-OS 30 22 809) dadurch verhindert werden, daß Rotor und Mahlbehälter im Bedarfsfalle zur Verbreiterung des Mahlspace axial auseinandergezogen

werden. Zu diesem Zweck sind komplizierte technische Vorkehrungen nötig, die die Ringspalt-Kugelmühle verteuern. Eine Erhöhung der Leistung der Mahlperlen in dem Mahlpalt, d.h. die Ausnutzung der gesamten Mahlpal-  
5 spalthöhe für den Mahlvorgang, wird jedoch hiermit nur in geringem Umfang erzielt; denn die in dem abwärts/auswärts gerichteten Mahlpalt befindlichen Mahlperlen folgen dem Mahlgutstrom und wirken nicht, wie in dem aufwärts gerichteten Mahlpalt, diesem entgegen, so daß  
10 in diesem Teil des Mahlpaltes nur geringe Arbeit geleistet wird.

Eine andere bekannte Ringspalt-Kugelmühle (DE-OS - 28 11 899) weist einen Mahlgutbehälter auf, dessen Innen-  
15 fläche einen Mahlraum begrenzt, in den ein kegelförmiger Mitnahmekörper eintaucht, wobei die Innenfläche des Mahlgutbehälters und der Verdrängungskörper als ringförmige Doppelkegel ausgebildet sind. Als eventuelle weitere Ausführungsform können die den Mahlraum begrenzenden Flächen mit Aufrauungen 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 spezi-  
20 elle Ausführungsart sind somit zur Feinzerkleinerung von mineralischen Hartstoffen geeignet.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, eine Ringspalt-Kugelmühle der eingangs erwähnten Art so  
30 zu verbessern, daß sie durch Erhöhung der Leistung der Mahlperlen in dem Mahlpalt eine wirtschaftlich und technisch optimale Feinstzerkleinerung 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 Mahlspaltes 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 Mahlspaltes 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 Mahlspalt verhindert. Der Mahlspalt 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 Mahlspaltes, d.h. im Bereich des größten Rotordurchmessers, sammelt und dort eine schwimmende Sperrschicht bildet, die die aktiven Mahlperlen im Mahlspalt zurückhält, ohne nach der Art eines Siebes oder dergleichen den Austritt des feinstgemahlten Stoffes aus dem Mahlspalt in Richtung der Auslaßöffnung zu behindern. Das nach der ringförmigen

Kammer durch den schmalen Auslaufspalt zwischen Rotor-  
oberteil und Deckel nach oben zur Auslaßöffnung bewegte  
Mahlgut enthält praktisch keine Mahlperlen, so daß eine  
nachträgliche Trennung von Mahlperlen und Mahlgut ent-  
fällt. Selbst wenn die Breite des Auslaufspaltes größer  
5 ist als der Mahlperlendurchmesser, werden die Mahlper-  
len nicht durch den Auslaufspalt nach oben gefördert,  
weil sie durch die Schwerkraft bzw. Zentrifugalkraft in  
der radialen ringförmigen Kammer zurückgehalten werden.  
10 Bei der erfindungsgemäßen Ringspalt-Kugelmühle ergeben  
sich verlängerte Verweilzeiten, weil mit niedrigeren  
Umfangsgeschwindigkeiten des Rotors und geringerer Spei-  
sepumpenleistung gearbeitet werden kann. Das Mahlgut  
zwischen den Mahlperlen bewegt sich entsprechend ganz  
15 langsam nach oben, und es ergibt sich ein enges Korn-  
spektrum des Mahlgutes. Die erfindungsgemäße Ringspalt-  
Kugelmühle arbeitet außerordentlich gut mit Mahlperlen  
verschiedener Größe, wobei die groben, schwereren Mahl-  
perlen unten im Mahlspalt vorzugsweise grobe Teile des  
20 Mahlgutes vermahlen und die feinen, leichteren Mahlper-  
len oben im Mahlspalt vorzugsweise feinere Teile vermah-  
len, weil die Zentrifugalkraft und damit der Auftrieb  
der leichteren Partikel nach oben zunimmt. Bei nunmehr  
ausreichend langer Verweilzeit des Gutes in dem Mahl-  
25 spalt wird das Hartmaterial in kurzer Zeit in Pulver  
gewünschter Feinheit zermahlen und in kontinuierlichem  
Strom ausgetragen. Entsprechend der höheren Füllung im  
Mahlspalt ist auch die Ausnutzung der dem Rotor zuge-  
führten Energie größer und der Betrieb der Ringspalt-  
30 Kugelmühle wirtschaftlicher.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorge-  
sehen, daß das Oberteil und die Innenfläche des Deckels  
Kegelstumpfform aufweisen.

Es hat sich als optimal erwiesen, daß Mahlspalt und Auslaufspalt jeweils paralleelflächig ausgebildet sind und daß der Mahlspalt breiter ist als der Auslaufspalt. Weitere Ausgestaltungen des Mahlspaltes und des Auslaufspaltes können jedoch zur Anpassung an den zu mahlenden mineralischen Hartstoff zweckmäßig sein. Es kann sich der Mahlspalt nach oben verbreitern, während der Auslaufspalt paralleelflächig ist. Auch ist es möglich, daß der Mahlspalt und der Auslaufspalt sich jeweils nach oben verbreitern. Ferner kann der Mahlspalt sich nach oben verbreitern, während der Auslaufspalt sich nach oben verengt. In allen Fällen ist die ringförmige Kammer vorhanden, die in Verbindung mit dem gegenläufigen Konus des Rotoroberteils die Sperrschicht von Mahlperlen aufnimmt und den Austrag von aktiven Mahlperlen aus dem Mahlspalt 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 Mahlspalt 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 einem 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 feinrauhe 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 Oberflächen, beispielsweise mit Polyurethan, erzielt werden, die als Korrosions- und Verschleißschuttschicht dient. Zur Vermeidung von Wärmestaus kann der Rotor innen belüftet sein. Außerdem können der Mahlbehälter und der Deckel von einem Kühlflüssigkeitsmantel umgeben sein.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt einer Ringspalt-Kugelmühle, Fig. 2, 3 und 4 Längsschnitte von Ringspalt-Kugelmühlen mit anderen Gestaltungen des Mahlspaltes und des Auslaufspaltes.

5

An einem beliebigen Gestell 10 ist über einen Arm 11 eine Ringspalt-Kugelmühle 1 aufgehängt, die im wesentlichen aus einem stillstehenden kegelstumpfförmigen Mahlbehälter 12 und einem kegelstumpfförmigen Rotor 13 besteht, der an seinem breiten oberen Ende bündig mit dem breiten unteren Ende eines kegelstumpfförmigen 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 Oberteils 14 greift an eine senkrechte Welle 16 an, die Rotor 13 und Oberteil 14 freifliegend 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 feinrauhe Oberfläche hat und z.B. aus Polyurethan bestehen kann. Die Außenfläche des Rotors 13 und seines Oberteils 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 Mahlspalt 20 vorgesehen, der über einen waagerechten Zwischenraum 22 zwischen den ebenen Böden des Mahlbehälters 12 und des Rotors 13 mit einer unter-

30

ren zentralen Speiseöffnung 21 für das Mahlgut in Verbindung steht. Zwischen dem Oberteil 14 und dem Deckel 15 bzw. seiner Beschichtung 19 ist ein ebenfalls parallelförmiger Auslaufspalt 23 vorhanden, dessen Breite  
5 geringer ist als die Breite des Mahlspaltes 20 und der sich über die ganze Höhe des Oberteiles 14 erstreckt. Das untere Ende des nach unten divergierenden Auslaufspaltes 23 und das obere Ende des nach oben divergierenden Mahlspaltes 20 münden in eine ringförmige Kammer  
10 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,  
15 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 Mahlspaltes 20 den Mahlbehälter 12 in bezug auf den  
20 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 Mahlspalt 20 eingeführt, wenn der Rotor 13 mit Oberteil 14 rotiert und durch die Speiseöffnung 21 zu zerkleinernde mineralische Hartstoffe von unten in den  
25 Mahlspalt 20 eingebracht worden sind.

Die Welle 16 durchquert eine Austragkammer 29 in einem Stutzen 30, der an den Deckel 15 angeflanscht ist. In  
30 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 im Mahlspace 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 Mahlangriff 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 Mahlpalt gehindert werden, ist die Gefahr von Anlaufschwierigkeiten oder Blockierung des Rotors gebannt. Der Verschleiß der Teile ist entsprechend gering. Mit  
5 geringer Energieaufnahme werden hohe Mahlleistungen bei mineralischen Hartstoffen erzielt, wobei die Länge der Verweilzeit des Gutes in dem Mahlpalt durch passende Wahl der Umfangsgeschwindigkeit und der Breite des Mahlpaltes eingestellt werden kann. Der Zerkleinerungsgrad  
10 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 feinere Mahlperlen im oberen Teile vorzugsweise die feineren Teile  
15 zerkleinern.

Bei den Beispielen der Figuren 2, 3 und 4 soll die Ausbildung der Ringspalt-Kugelmühlen 2,3,4 im wesentlichen  
20 der Konstruktion nach Fig. 1 entsprechen. Es sind lediglich mögliche Abwandlungen der Querschnitte von Mahlpalt und Auslaufspalt im Schema dargestellt, die je nach der Art des zu zerkleinernden mineralischen Hartstoffes vorteilhaft sein können. In allen Fällen ist  
25 die ringförmige radiale Kammer 24 vorhanden, die die Mahlperlenspererschicht aufnimmt und sich am Übergang zwischen Mahlpalt 20a, 20b, 20c zum Auslaufspalt 23a, 23b, 23c befindet. Dieser Übergang ist im wesentlichen identisch mit der Äquatorlinie zwischen Rotor 13a, 13b,  
30 13c und Oberteil 14a, 14b, 14c.

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

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

5 Fig. 4 zeigt eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit, nach der der Mahlspalt 20c sich wie die Mahlspalte 20a und 20b nach oben verbreitert, der Auslaufspalt 23c jedoch nach oben enger wird und mit einem breiteren unteren Ende in die Kammer 24 mündet.

10

Der Winkel der Abschrägung des Rotors 13, 13a, 13b, 13c zur Senkrechten beträgt vorteilhafterweise 70°bis 80°. Bei dieser Neigung werden die besten Mahlergebnisse erreicht.

15

20

25

30

A n s p r ü c h e

- 5           1. Ringspalt-Kugelmühle zum kontinuierlichen Feinstzer-  
            kleinern insbesondere von mineralischen Hartstoffen  
            mit einem von einem Deckel verschlossenen, stehen-  
            den Mahlbehälter, in dem ein Rotor angeordnet ist,  
            dessen kegelförmige Außenfläche mit der kegelförmi-  
10           gen Innenfläche des Mahlbehälters einen Mahlpalt  
            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  
15           eine Auslaßöffnung angeordnet ist, dadurch gekenn-  
            zeichnet, daß das Oberteil (14,14a,14b,14c) des  
            Rotors (13,13a,13b, 13c) und der Deckel (15) kegel-  
            förmig gestaltet sind und einen ringförmigen Aus-  
            laufspalt (23,23a,23b,23c) begrenzen, dessen unte-  
20           res Ende größten Durchmessers in eine ringförmige  
            Kammer (24) am offenen oberen Ende größten Durchmes-  
            sers des Mahlpaltes (20,20a, 20b,20c) mündet.
- 25           2. Ringspalt-Kugelmühle nach Anspruch 1, dadurch ge-  
            kennzeichnet, daß das Oberteil (14,14a,14b,14c)  
            und die Innenfläche des Deckels (15) Kegelstumpf-  
            form aufweisen.
- 30           3. Ringspalt-Kugelmühle nach Anspruch 1 oder 2, da-  
            durch gekennzeichnet, daß der Mahlpalt (20) und  
            der Auslaufspalt (23) jeweils parallelflächig aus-  
            gebildet sind und daß der Mahlpalt (20) breiter  
            ist als der Auslaufspalt (23).

4. Ringspalt-Kugelmühle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Mahlspalt (20a) sich nach oben verbreitert und daß der Auslaufspalt (23a) paralleelflächig ist.
- 5
5. Ringspalt-Kugelmühle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Mahlspalt (20b) und der Auslaufspalt (23b) sich jeweils nach oben verbreitern.
- 10
6. Ringspalt-Kugelmühle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Mahlspalt (20c) sich nach oben verbreitert und daß der Auslaufspalt (23c) sich nach oben verengt.
- 15
7. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmige Kammer (24) sich im Bereich der Teilungsfuge (26) von Mahlbehälter (12) und Deckel (15) befindet.
- 20
8. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmige Kammer (24) mindestens eine Öffnung (28) zum Einlaß von Mahlperlen aufweist.
- 25
9. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmige Kammer (24) im wesentlichen parallelwandig und an ihrer umfangsmäßigen Stirnfläche (25) konvex abgerundet ist.
- 30



10. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Höhe des Oberteiles (14,14a,14b,14c) zur Gesamthöhe von Rotor (13,13a,13b,13c) und Oberteil (14,14a,14b,14c) 0,2 bis 0,5 : 1 beträgt.
- 5
11. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die konische Außenfläche des Rotors (13,13a,13b,13c) unter einem Winkel von 40° bis 85°, vorzugsweise 60° bis 80°, insbesondere 70° bis 80° zur Senkrechten verläuft.
- 10
12. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenfläche des Mahlbehälters (12) und des Deckels (15) sowie die Außenfläche des Rotors (13,13a,13b,13c) und seines Oberteils (14, 14a,14b,14c) feinrauhe Oberflächen aufweisen.
- 15
13. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslaufspalt (23) an seinem oberen Ende in eine Austragkammer (29) mündet, an die die Auslaßöffnung (31) angeschlossen ist.
- 20
14. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Mahlbehälter (12) und der Deckel (15) von einem Kühlflüssigkeitsmantel umgeben sind.
- 25
- 30

