

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑳ Anmeldenummer: **88890208.7**

⑤① Int. Cl.4: **B 02 C 17/22**

㉑ Anmeldetag: **12.08.88**

③① Priorität: **20.08.87 AT 2084/87**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.02.89 Patentblatt 89/08

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE FR IT LI

⑦① Anmelder: **BÖHLER Gesellschaft m.b.H.**
Elisabethstrasse 12
A-1010 Wien (AT)

⑦② Erfinder: **Strobl, Rupert**
Albert Böhlergasse 11
A-8605 Kapfenberg (AT)

Scheucher, Franz
Roseggergasse 1
A-3250 Wieselburg (AT)

⑤④ **Mahlverfahren für Kugelrohmühlen, Kugelrohmühle und Mahlplatte.**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Mahlverfahren für Kugelrohmühlen sowie eine Kugelrohmühle. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß zur Verbesserung des Materialeinzuges und des Reibungsverhaltens in Trommellängsrichtung aufeinanderfolgende Kugeln zusätzlich zu ihrer entgegen der Drehrichtung der Trommel erfolgenden Umwälzbewegung einer gegenseitigen im wesentlichen radial zur Trommelachse verlaufenden Relativbewegung unterworfen werden, indem die Kugeln in radialer Richtung angehoben oder abgesenkt und wieder in ihre Ausgangslage rückgeführt werden. Dazu sind in den Mahlplatten (1) Rillen (2) mit sich längs des Trommelumfangs verändernder Tiefe vorgesehen.

EP 0 304 414 A2

Beschreibung

Mahlverfahren für Kugelrohmühlen, Kugelrohmühle und Mahlplatte

Die Erfindung betrifft ein Mahlverfahren für Kugelrohmühlen, deren Mahltrommel mit Mahlplatten ausgestattet ist, deren Mantelflächen Rillen für die das Mahlgut zerkleinernden Kugeln aufweisen. Ferner betrifft die Erfindung eine Kugelrohmühle, deren Trommel mit Mahlplatten ausgestattet ist, deren Mahlfächen im wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufende Rillen für die das Mahlgut zerkleinernden Kugeln und gegebenenfalls zwischen den Rillen liegende Stege aufweisen. Schließlich betrifft die Erfindung eine Mahlplatte für Kugelrohmühlen dieser Art.

Das Mahlen gehört zu den energieaufwendigsten Produktionsschritten in der Aufbereitungstechnik. Aus diesem Grund ist es ein wichtiges Ziel bei der Konstruktion von Kugelrohmühlen zu versuchen, den Mahlenergiebedarf so weit wie möglich zu verringern. Bei Kugelrohmühlen wird die Antriebsleistung über den Mantel bzw. die Trommel bzw. die darin befestigten Mahlplatten auf die Mahlkörperfüllung, d.h. die in der Mühle befindlichen Kugeln, übertragen. Da die tangentialen Kräfte an der Trommelwand für eine 100 %ige Mitnahme der Kugelfüllung nicht ausreichen, kommt es zu einer Relativbewegung, d.h. zu einem Schlupf der Mahlkörper auf den Mahlplatten.

Es sind z.B. aus der AT-PS 283 092 Mahlplatten bekannt, bei deren Konstruktion auf diesen Schlupf bewußt Rücksicht genommen wird, um diesen vorgesehenen Reibmechanismus an der Wand in verstärktem Maße zur Zerkleinerung des Mahlgutes heranzuziehen. Ferner ist es bekannt, daß bei Kugelrohmühlen die Grobmahlung einen spezifisch wesentlich höheren Energieaufwand je cm² erzeugter Oberfläche erfordert als die nachfolgende Feinmahlung. Der Grund dafür ist, daß die großen Körner des Aufgabegutes von einer dichten Kugelpackung der Mahlkörper nur schwer eingezogen werden können, da die Körner ausweichen; die Körner müssen daher mehrfach beansprucht und es muß mehrfach versucht werden, sie einzuziehen, wodurch sich der Energiebedarf erhöht. Besonders Kornverteilung des aufgegebenen Mahlgutes mit hohen d₈₀-Werten und gegebenenfalls hohen Mahlwiderständen ziehen für die bekannten Mühlenpanzerungen Sondermaßnahmen zur Vorzerkleinerung bzw. Gestaltung der Mahlplatten für den groben Mahlbereich nach sich. Eine solche Sondermaßnahme stellt die Kombination einer bekannten Rillenpanzerung (AT-PS 283 092) mit Mahlplatten mit wellenförmigen Rillen gleichbleibender Tiefe gemäß der AT-PS 379 762 dar. Die erwartete Verbesserung tritt jedoch, wenn überhaupt, nur in besonderen Mahlsituationen ein, da eine verstärkte Kataraktbeanspruchung auch einen erhöhten Leistungsbedarf des Mühlenantriebes bedingt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Kugelrohmühle zu erstellen bzw. deren Innenauskleidung derart zu gestalten, daß insbesondere im Bereich des Mühleneinlaufes, d.h. im Grobzerkleinerungsbereich, eine stufenweise Beeinflussung der Katarakt-

bewegung bzw. Auflockerung der Mahlkörperschüttung möglich ist, wodurch die Einzugsbedingungen für das Mahlgut mit beispielsweise hohen d₈₀-Werten zwischen die Kugeln sowie zwischen die Kugeln und die rillenprofilierten Mahlplatten verbessert werden. Unter einem d₈₀-Wert versteht man einen 80 %igen Siebdurchgang bei einer bestimmten Maschenweite; z.B. wenn der Durchgang eines Mühlenaufgabegutes durch ein Sieb mit 10 mm Maschenweite 80 % beträgt und somit 20 % der Körner größer als 10 mm sind. Dieser Wert wird zur Berechnung der Mahlenergie herangezogen. Derartige Mühlen dienen vor allem zur Mahlen von Mineralien, Zementklinker, Kalkstein, Erzen usw.

Erfindungsgemäß ist ein Mahlverfahren der eingangs genannten Art dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung des Materialeinzuges und des Reibungsverhaltens in Trommellängsrichtung aufeinanderfolgende Kugeln bzw. in Trommellängsrichtung aufeinanderfolgende sich in Umfangsrichtung erstreckende Kugelreihen bzw. in Trommellängsrichtung aufeinanderfolgende, durch übereinanderliegende Kugeln bzw. Kugelreihen gebildete Kugelschichten während ihrer entgegen der Drehrichtung der Trommel erfolgenden Umwälzbewegung einer gegenseitigen Relativbewegung unterworfen werden, indem insbesondere zueinander in der Trommel unterschiedliche Umfangslage aufweisende Kugeln, Kugelreihen bzw. Kugelschichten in radialer Richtung angehoben oder abgesenkt und wieder in ihre Ausgangslage rückgeführt werden.

Eine erfindungsgemäße Kugelrohmühle ist dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise im Mühleneinlauf, insbesondere im Bereich der Grobzerkleinerung, zur Verbesserung der Einzugsbedingungen für das zu mahlende Material in den Mahlplatten Rillen mit sich längs des Trommelumfangs verändernden, insbesondere abnehmender, Tiefe vorgesehen sind.

Eine erfindungsgemäße Mahlplatte ist dadurch gekennzeichnet, daß die Mahlplatte insbesondere neben Rillen mit gleichbleibender Tiefe Rillen mit veränderlicher Tiefe besitzt, die einen bezüglich seiner Tiefe im wesentlichen stetig bzw. gleichmäßig abnehmenden Rillenauslauf und/oder einen bezüglich seiner Rillentiefe stetig bzw. gleichmäßig zunehmenden oder abrupt abfallenden, z.B. als senkrechter Absatz ausgebildeten, Rilleneinlauf aufweisen.

Prinzipiell ist es auch möglich, die Tiefe der Rillen bereichsweise zu vergrößern, um eine Relativbewegung von Kugelschichten zu erreichen. Aufgrund einer erhöhten Abnutzung der Stege wird jedoch eine Tiefenverringerng meistens vorgezogen.

Durch diese Vorgangsweise bzw. diese Ausgestaltung einer Kugelrohmühle wird es möglich, das Mahlgut besser in das Kugelhaufwerk einzuziehen, da dieses zeitweise aufgrund der Relativbewegung der einzelnen Kugeln bzw. Kugelreihen bzw. Kugelschichten von der Form einer dichtesten Kugelpackung abweicht und in die geöffneten Zwischenräume das Mahlgut besser eingezogen werden kann.

Die Mahlkörper befinden sich in der Trommel in einer Schüttung in Form einer dichtesten Kugelpackung, wobei die Kugeln umgewälzt werden bzw. die im Zuge der Umdrehung der Trommel am höchsten angehobenen Kugeln in eine tiefere Lage abstürzen. Die der Trommelwandung anliegenden Kugeln folgen jedoch der Oberflächenform der Mahlplatten und können durch entsprechende Formgebung der Mahlplatten radial angehoben oder abgesenkt werden und geben diese Bewegung an radial innenliegende Kugeln weiter, sodaß ganze Kugelschichten, die senkrecht zur Trommelachse verlaufen, bewegt werden. Nach dem Anheben kehren die Kugeln durch das Absenken in ihre Ausgangslage zurück, in der sie mit den Kugeln, die in benachbarten Rillen verblieben, in einer nebeneinanderliegenden Lage angeordnet sind.

Aufgrund der in dichtester Kugelpackung vorliegenden Kugeln bewirkt eine Kugel im Zuge ihres Anhebens ein Anheben von radial innenliegenden Kugeln; aufgrund der hexagonal dichtesten Packung wird eine Störung der Packung auch in benachbarten außenliegenden Kugelreihen bewirkt. Durch das Anheben oder Senken von Kugeln erhalten diese eine andere Umfangsgeschwindigkeit, sodaß auch Unterschiede der Kugelgeschwindigkeiten in Umfangsrichtung eintreten. Aufgrund der Relativbewegung wird somit nicht nur das Einzugsvolumen zwischen den Mahlplatten und den trommelnahen Kugeln bzw. Kugelreihen vergrößert sondern auch das Einzugsvermögen der gesamten Kugelschüttung. Die Zerkleinerungswirkung wird damit erhöht, daß durch die Rückkehr der Kugeln in ihre dichteste Packung optimal Druck, vorzugsweise ein allseitiger Druck, auf das eingezogene Mahlgut ausgeübt wird.

Die Tiefe der Rillen ändert sich in Bezug auf die Oberfläche bzw. die Grundfläche der Mahlplatten bzw. in Bezug auf die Trommelinnenwand. Die zwischen den Rillen liegenden Oberflächenbereiche der Mahlplatten liegen somit auf einer Zylinderfläche gegenüber der sich der Grund der Rillen mit veränderlicher Tiefe annähert oder entfernt.

Bevorzugt ist es, wenn zwischen Kugeln bzw. Kugelreihen bzw. Kugelschichten die angehoben und abgesenkt werden, Kugeln bzw. Kugelreihen bzw. Kugelschichten mit radial gleichbleibender Lage umgewälzt werden. Damit ergibt sich eine geordnete Relativbewegung. Das Anheben von Kugeln erfolgt sinnvollerweise immer nur über Teilbereiche der Umfangserstreckung der Kugelschüttung, damit sich eine Relativbewegung von Kugeln, die sich in einer Umfangsrille befinden, zu Kugeln, die sich in einer benachbarten Umfangsrille befinden, ausbilden kann. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß Rillengebiete mit sich verändernder Tiefe bei in Trommellängsrichtung aufeinanderfolgenden Rillen veränderlicher Tiefe in Umfangsrichtung der Trommel versetzt zueinander angeordnet sind, um nicht in nebeneinanderliegenden Rillengebieten eine gleichgerichtete Bewegung der Kugeln zu erhalten. Erfolgt eine Relativbewegung zwischen Kugeln in jeweils unmittelbar aufeinanderfolgenden Rillen, d.h. die Kugeln bzw. Kugelschichten über jeder Rille werden einer Auf- und Abwärtsbewegung unterworfen, wird eine maximale Relativbewegung

zwischen den einzelnen Kugelschichten erreicht. Alternativ dazu kann vorgesehen sein, daß in Trommellängsrichtung Rillen veränderlicher Tiefe abwechselnd, insbesondere regelmäßig abwechselnd, mit Rillen mit gleichbleibender Tiefe angeordnet sind. Bei dieser Ausführungsform ist jeweils zwischen zwei Kugelreihen bzw. -schichten, welche eine Auf- und Abbewegung ausführen eine Kugelreihe bzw. Kugelschicht mit Kugeln vorgesehen, welche ihre Lage beibehalten.

Die Mahlwirkung wird vergrößert, wenn die Kugeln bzw. Kugelreihen bzw. Kugelschichten im Zuge einer Trommelumdrehung mehrmals angehoben oder abgesenkt werden.

Das Anheben bzw. Absenken kann entweder stetig bzw. kontinuierlich oder abrupt erfolgen. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Tiefe der Rillen sich von der Oberfläche der Mahlplatten beim Einlaufen bis zum Erreichen der vorgesehenen Rillentiefe bzw. von der vorgesehenen Rillentiefe bis zum Auslauf in die Oberfläche der Mahlplatten im wesentlichen stetig bzw. gleichmäßig verringert oder vergrößert oder daß der Einlauf bzw. Anfangsbe reich von Rillen veränderlicher Tiefe als abrupter, vorzugsweise senkrechter, Abfall von der Oberfläche der Mahlplatte zum Grund der Rille ausgebildet ist.

Je nach Mahlgut und dem gewünschten Mahlverhalten der Mühle kann vorgesehen werden, daß die Rillen in Umfangsrichtung in sich geschlossen umlaufen oder in Form von Schraubenlinien um die Trommelachse verlaufen.

Die Anordnung der Mahlplatten kann derart erfolgen, daß längs des Trommelumfangs Mahlplatten mit Rillen gleichbleibender Tiefe und Mahlplatten mit Ausläufen und/oder Einläufen bzw. Abfällen, vorzugsweise in regelmäßiger Aufeinanderfolge, angebracht sind.

Um in der Schüttung eine dichte Kugelpackung einzustellen, insbesondere wenn die angehobenen Kugeln bzw. Kugelreihen wieder abgesenkt werden, ist vorgesehen, daß der Radius der Rillen im auslaufenden oder einlaufenden Rillengebiet dem Radius der Rillen gleichbleibender Tiefe entspricht, der Radius der Rillen ist somit durchwegs gleichbleibend, Zwischen den Rillen werden vorteilhafterweise abgeflachte Stege vorgesehen, und der Abstand der Rillen wird so gewählt, daß in Rillen bzw. Rillengebieten gleichbleibender Tiefe sich eine hexagonal dichteste Kugelpackung einstellt. Spitz zulaufende Zwischenstege, welche beim Mahlen stark abgenutzt werden, sollten vermieden werden. Bei den Rillenein- und -ausläufen sind diese Stege verbreitert; der Radius der Rillen für die Kugeln bleibt jedoch gleich, sodaß der Abstand bzw. die gegenseitige Lage der Kugeln in Längsrichtung der Trommel unverändert aufrecht bleibt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 - 6: verschiedene Mahlplattenausführungen

Fig. 1a: einen Schnitt gemäß Fig 1

Fig. 7: einen schematischen Schnitt durch eine Kugelrohrmühle

Fig. 8: eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Mahlplatte

Fig. 9 u. 10: Mahlplatten mit Kugeln

Fig. 11: eine Ausführungsform einer Mahlplatte

Fig. 12: einen Schnitt durch Fig. 9

Fig. 13: ein Schema einer Mühle

Fig. 14: ein Mahldiagramm

Fig. 1 zeigt die Oberfläche von Mahlplatten 1 bzw. 1', wie sie im Inneren einer Trommel einer Kugelrohmühle angebracht werden können. Es sind Mahlplatten 1' dargestellt, welche üblichen Mahlplatten entsprechen und in Umfangsrichtung verlaufende Rillen 2 mit konstanter Tiefe aufweisen, wobei der Radius der Rillen 2 dem Radius der größten eingesetzten bzw. der verwendeten Kugeln 6 entspricht. Erfindungsgemäß werden zwischen den bekannten Mahlplatten oder an Stelle dieser erfindungsgemäß ausgebildete Mahlplatten 1 eingesetzt. Diese Mahlplatten 1 besitzen Rillen bzw. Rillenbereiche mit sich verändernder Tiefe. Zur Ausbildung derartiger Rillen schließen an Rillenbereiche mit konstanter Tiefe Bereiche an, in denen die Rillentiefe abnimmt und dann wieder auf die konstante Tiefe zunimmt. Ein Schnitt durch eine Mahlplatte 1 mit einer derartigen Rillenausbildung ist in Fig. 1a und Fig. 7 dargestellt, eine Draufsicht in Fig. 1. Ein Rillenberg 9 besitzt eine geringere Rillentiefe und hebt die darin laufenden Kugeln 6 gegenüber in benachbarten Rillen mit konstanter Tiefe laufenden Kugeln an. Das Ausmaß der Tiefenverringering, die Anzahl der Verringerungen in einer Rille und die Anzahl der Rillen mit einer derartigen Verringerung auf einer Mahlplatte 1 werden weitgehend vom Einsatzzweck bestimmt.

Vorteilhaft werden Rillenbereiche mit sich verändernder Tiefe durch Rillenbereiche verwirklicht, welche eine Rille 2 beginnen oder beenden, d.h. bis zur Oberfläche der Mahlplatte 1 führen; die Mahlplatte 1 gemäß Fig. 2 zeigt Rillenein- bzw. -ausläufe 3 bzw. 3', bei denen sich der Rillengrund stetig bzw. kontinuierlich in Richtung der Oberfläche der Mahlplatte 1 bzw. in den gegenüber dem Stegbereich 7 zwischen Rillen 2 mit konstanter Tiefe verbreiterten Stegbereich 7' anhebt; den Bereichen kommt entweder die Funktion eines Rilleneinlaufs oder Rillenauslaufs zu, je nach der mit dem Pfeil 10 angedeuteten möglichen Drehrichtung der Mahlplatte in einer Trommel. Vorteilhafterweise werden abwechselnd mit Rillen konstanter Tiefe derartige Rillenbereiche mit sich verändernder Tiefe angeordnet. Diese Ausläufe bzw. Einläufe 3, 3' bewirken, daß Kugeln 6, die sich längs derartiger Rillen bewegen, sich auf ihrer Bahn heben und senken. Diese radial zur Trommelachse erfolgende Auf- und Abbewegung der Kugeln 6 bewirkt, daß diese Kugeln darüberliegende Kugeln anheben, sodaß radial innenliegende Kugelschichten gegenüber den Kugeln in einer Rille mit gleichbleibender Tiefe, welche ihre radiale Lage nicht ändern, bewegt, d.h. angehoben bzw. abgesenkt werden, wodurch Zwischenräume in dem sonst dichtest gepackten Kugelhaufwerk entstehen, in welche das Mahlgut eingezogen werden kann.

Fig. 3 zeigt eine Mahlplatte 1, bei welcher eine Rille 2 mit einem abrupten Anfangsbereich 4 verse-

hen ist. Die Kugeln 6, die aus einer Rille 2 mit gleichbleibender Tiefe in einen ansteigenden Rillenauslauf 3 geführt worden sind, fallen sodann im Bereich 4 über einen im wesentlichen senkrechten Abfall 11 auf den Grund der Rille 2, wodurch die Schlagwirkung der Kugeln erhöht wird und abrupte Bewegungen in der Kugelschüttung hervorgerufen werden, welche eine gute Zerkleinerung des Mahlgutes bewirken. Es ist verständlich, daß die Mahlplatten 1 gemäß Fig. 3 mit der Trommel nur in Richtung des Pfeiles 8 bewegt werden können, da bei Drehung der Trommel in die andere Richtung die Kugeln von dem Abfall 4 mitgenommen würden und die Mahlwirkung beeinträchtigt würde.

Fig. 4 zeigt aneinandergereihte erfindungsgemäße Mahlplatten 1 mit Ausläufen 3, die über einen abrupten Abfall 11 in die nächste Rille 2 mit Rillenauslauf 3 übergehen. Die Trommel kann sich in diesem Fall gemäß dem Pfeil 8 drehen.

Fig. 4a zeigt dieselben Mahlplatten 1 wie Fig. 4, wobei jedoch die obere Mahlplatte 1 um 180° verdreht angeordnet ist, sodaß im Stoßbereich der beiden Mahlplatten 1 eine Relativbewegung zwischen den in benachbarten Rillen 2 geführten Kugeln eintritt. Die Mahlplatten gemäß Fig. 4 und 4a bewirken ein ähnliches Verhalten der Kugeln 6 wie die in Fig. 1 dargestellte Mahlplatte 1, jedoch liegen die Ausläufe 3 bzw. die Einläufe 3' bei den Mahlplatten gemäß Fig. 4 und 4a auf getrennten Mahlplatten 1. Die Trommel kann sich in diesem Fall entsprechend Pfeil 10 drehen.

Fig. 5 und 6 zeigen Mahlplatten 1 mit verschiedenen Anordnungen von Rillen und Ein- und Ausläufen 3, die zwischen Mahlplatten 1' mit konstanter Rillentiefe einsetzbar sind.

Fig. 7 zeigt einen Schnitt durch eine Rille von in einer Trommel 13 längs des Trommelumfangs aufeinanderfolgend angeordneten Mahlplatten (1, 1', 1'', 1''', 1'''). Die Mahlplatten 1' besitzen Rillen 2 mit konstanter Tiefe, die Mahlplatte 1'' besitzt eine die Oberfläche erreichende Rille, die Mahlplatte 1 hat einen Rillenberg 9 mit veränderter Rillentiefe, wobei der Rillengrund die Oberfläche der Mahlplatte nicht erreicht, die Mahlplatte 1'' besitzt einen die Oberfläche der Mahlplatte erreichenden Einlauf 3 und einen ebensolchen Auslauf 3'. Der abrupte Abfall zwischen den Mahlplatten 1'' und 1' ist mit 11 angedeutet. Die Mahlplatte 1'' besitzt einen Bereich 5 mit vergrößerter Tiefe der Rille.

Fig. 8 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Mahlplatte 1, in der durchgehende Rillen 2 konstanter Tiefe, Auslaufbereiche 3 mit stetigem Anstieg, ein Rillenbeginn 4 mit abruptem Abfall 11 und ein Rille mit einem Rillenberg 9 mit verringerter Tiefe dargestellt sind.

Die Länge der Bereiche mit veränderter, d.h. zu- oder abnehmender Tiefe, entspricht vorteilhafterweise dem Mehrfachen, insbesondere 3-5fachen, eines Kugeldurchmessers der eingesetzten Kugeln. Die Kugelschüttung kann Kugeln mit einer vorbestimmten Durchmessererteilung besitzen. Die Kugeln 6 werden über ihren Umfang von den Rillen 2 über einen Winkel von 90° umfaßt.

Fig. 9 zeigt eine Mahlplatte 1'''' mit zwei Rillen 2 gleichbleibender Tiefe und einen Rillenauslauf 3'.

Mit 6 sind die Kugeln bezeichnet und man erkennt, daß die Kugeln 6 eine hexagonal dichteste Kugelpackung einnehmen; die Abstände der Rillen 2 sind so gewählt, daß diese Packung erreicht wird. Fig. 10 zeigt eine Ansicht längs der Linie B-B in Fig. 9 und man erkennt, daß die mittlere Kugel, die sich im Rillenauslauf 3' befindet, gehoben ist.

Fig. 11 zeigt eine Mahlplatte 1''', die zwei Rillenausläufe 3' und eine Rille 2 aufweist. Die Mahlplatten gemäß Fig. 9 und 11 können vorteilhaft aufeinanderfolgend angeordnet werden, sodaß in jeder Rille im Abstand von der Länge von zwei Mahlplatten ein Anheben der Kugeln erfolgt. Da eine Mahlplatte die Länge von 100 mm besitzt, erfolgt ein Anheben alle 200 mm.

Fig. 12 zeigt einen Schnitt durch eine Rille einer Mahlplatte 1''' gemäß Fig. 9 bzw. 11. Man erkennt ähnlich wie in Fig. 7 den Verlauf des Rillenauslaufes 3'.

Fig. 13 zeigt ein Schema einer Kugelmühle (Zweikammermühle) und Fig. 14 ein Mahldiagramm dieser Mühle. Im Mahldiagramm einer gut einregulierten Mühle stellt sich die erzeugte Oberfläche im Feinmahlbereich als aufsteigende Gerade dar, wogegen im Grobmahlbereich 13 dieser Anstieg nur allmählich erfolgt. Das heißt also, daß auf der ersten Strecke der Mahlbahn kaum Zerkleinerungsarbeit geleistet wird. In diesem Bereich soll die Kataraktbewegung dem Erfordernis entsprechend gesteigert werden. In der kritischen Mahlzone 13 der Kammer I wird das aufzugebene Material nicht ausreichend eingezogen, sodaß der Mahleffekt gering ist, wie die Kurven 14 und 15 in diesem Bereich zeigen. Erfindungsgemäß wird in diesem Bereich 13 eine Verbesserung erzielt, wie dies mit der Kurve 16 verdeutlicht ist. Man erkennt, daß durch die verbesserte Mahlung im Grobeintragbereich bereits beträchtlich vor dem Mühlenauslauf 17 in der von der Kammer I durch den Rost 18 getrennte Kammer II die gewünschte Korngröße erzielt wurde, weshalb die Mühle bei gleicher Ausbildung kürzer gebaut werden könnte oder die Beschickung bzw. der Durchsatz entsprechend vergrößert werden könnte.

Mit einer erfindungsgemäßen Kugelmühle wurde Zementklinker gemahlen mit einer Ausgangskorngröße von 0 - 30 mm. Die Kugelschüttung in der Kammer I mit Kugeln des Durchmessers 100 - 60 mm hatte eine aktive Mahlfläche von etwa 10 m²/t. Die Zerkleinerung erfolgte auf 50 % Siebrückstand auf einem 90 µm Sieb (4.900 Maschen/cm²). Es wurde festgestellt, daß eine Erhöhung der Mahlkapazität der Mühle von 18 % eintrat.

Patentansprüche

1. Mahlverfahren für Kugelrohmühlen, deren Mahltrommel mit Mahlplatten ausgestattet ist, deren Mantelflächen Rillen für die das Mahlgut zerkleinernden Kugeln aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung des Materialeinzuges und des Reibungsverhaltens in Trommellängsrichtung aufeinanderfolgende

Kugeln bzw. in Trommellängsrichtung aufeinanderfolgende sich in Umfangsrichtung erstreckende Kugelreihen bzw. in Trommellängsrichtung aufeinanderfolgende, durch übereinanderliegende Kugeln bzw. Kugelreihen gebildete Kugelschichten einer gegenseitigen, vorzugsweise im wesentlichen radial zur Trommelachse, verlaufenden Relativbewegung unterworfen werden, indem, insbesondere zueinander in der Trommel unterschiedliche Umfangslage aufweisende Kugeln, Kugelreihen bzw. Kugelschichten in radialer Richtung angehoben oder abgesenkt und wieder in ihre Ausgangslage rückgeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Kugelreihen bzw. Kugelschichten, die angehoben oder abgesenkt werden, Kugeln bzw. Kugelreihen mit radial gleichbleibender Lage umgewälzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugeln in Umfangsrichtung der Trommel in einer kontinuierlichen bzw. stetigen Bewegung angehoben und/oder abgesenkt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne Kugeln einer Kugelreihe in Umfangsrichtung der Trommel abrupt abgesenkt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugeln bzw. Kugelreihen bzw. Kugelschichten im Zuge einer Trommelumdrehung mehrmals angehoben oder abgesenkt werden.

6. Kugelrohmühle, deren Trommel mit Mahlplatten ausgestattet ist, deren Mahlflächen im wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufende Rillen für die das Mahlgut zerkleinernden Kugeln und gegebenenfalls zwischen den Rillen liegende Stege aufweisen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise im Mühleneinlauf, insbesondere im Bereich der Grobzerkleinerung, zur Verbesserung der Einzugsbedingungen für das zu mahlende Material in den Mahlplatten (1) Rillen (2) mit sich längs des Trommelumfangs verändernder, insbesondere abnehmender, Tiefe vorgesehen sind.

7. Mühle nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß Rillenbereiche mit sich verändernder Tiefe bei in Trommellängsrichtung aufeinanderfolgenden Rillen mit veränderlicher Tiefe in Umfangsrichtung der Trommel versetzt zueinander angeordnet sind.

8. Mühle nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß in Trommellängsrichtung Rillen mit sich verändernder Tiefe abwechselnd, insbesondere sich regelmäßig abwechselnd, mit Rillen mit gleichbleibender Tiefe angeordnet sind.

9. Mühle nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe der Rillen sich von der Oberfläche der Mahlplatten beim Einlaufen bis zum Erreichen der vorgese-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

hener Rillentiefe bzw. von der vorgesehenen Rillentiefe bis zum Auslauf in die Oberfläche der Mahlplatten im wesentlichen stetig bzw. gleichmäßig verringert oder vergrößert.

10. Mühle nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Einlauf bzw. Anfangsbereich von Rillen veränderlicher Tiefe als abrupter, vorzugsweise senkrechter, Abfall von der Oberfläche der Mahlplatte zum Grund der Rille ausgebildet ist.

11. Mühle nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß längs des Umfangs einer Rille gegebenenfalls in gleichmäßigen Abständen mehrere Ausläufe und Einläufe bzw. Abfälle vorgesehen sind.

12. Mühle nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen in Umfangsrichtung in sich geschlossen umlaufen oder in Form von Schraubenlinien um die Trommelachse verlaufen.

13. Mühle nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß längs des Trommelumfangs Mahlplatten mit Rillen gleichbleibender Tiefe und Mahlplatten mit Ausläufen und/oder Einläufen bzw. Abfällen, vorzugsweise in regelmäßiger Aufeinanderfolge, angebracht sind.

14. Mühle nach einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Radius der Rillen in Bereichen veränderter Rillentiefe, insbesondere in auslaufenden oder einlaufenden Rillenbereichen, dem Radius der Rillen gleich-

bleibender Tiefe entspricht.

15. Mühle nach einem der Ansprüche 6 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß untereinander gleiche Form besitzende Mahlplatten längs des Trommelumfangs aufeinanderfolgend angeordnet sind, wobei zumindest eine Mahlplatte, vorzugsweise jede zweite Mahlplatte, um 180° in ihrer Plattenebene gegenüber einer Mahlplatte in ihrer Ausgangslage verdreht angeordnet ist.

16. Mühle nach einem der Ansprüche 6 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsradius der Rillen dem Radius der größten verwendeten Kugeln angepaßt ist bzw. diesem entspricht.

17. Mahlplatte mit Rillen für eine Kugelrohrmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Mahlplatte, insbesondere neben Rillen mit gleichbleibender Tiefe, Rillen mit veränderlicher Tiefe besitzt, die einen bezüglich seiner Tiefe im wesentlichen stetig bzw. gleichmäßig abnehmenden Rillenauslauf und/oder einen bezüglich seiner Rillentiefe stetig bzw. gleichmäßig zunehmenden oder abrupt abfallenden, z.B. als senkrechter Absatz ausgebildeten, Rilleneinlauf aufweisen.

18. Mahlplatte nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Radius der Rillen mit veränderlicher Tiefe dem Radius der Rillen mit gleichbleibender Tiefe entspricht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

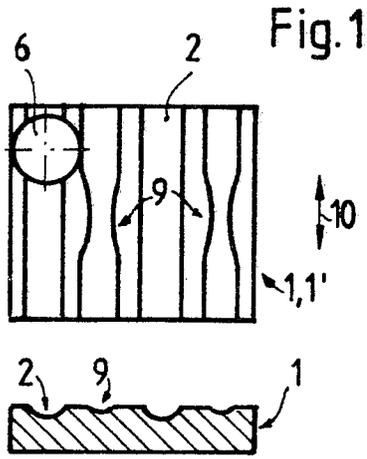


Fig. 1a

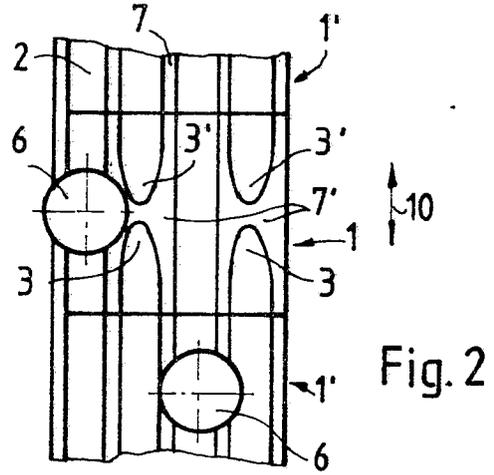


Fig. 2

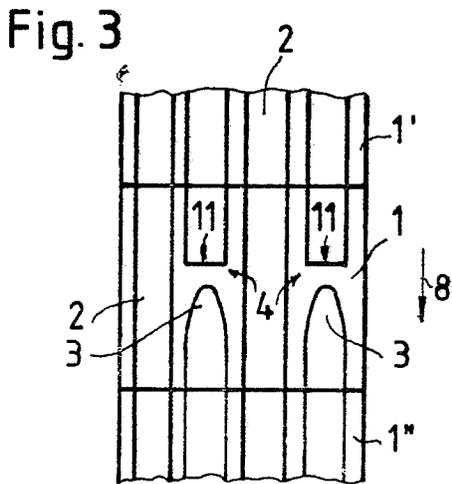


Fig. 5

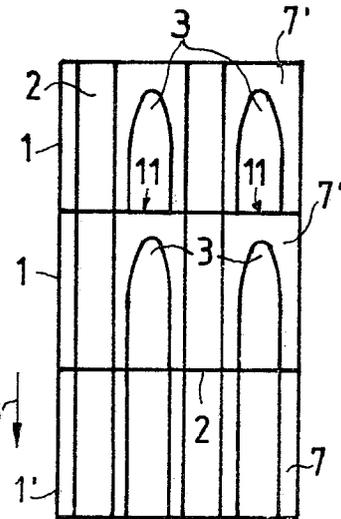


Fig. 4

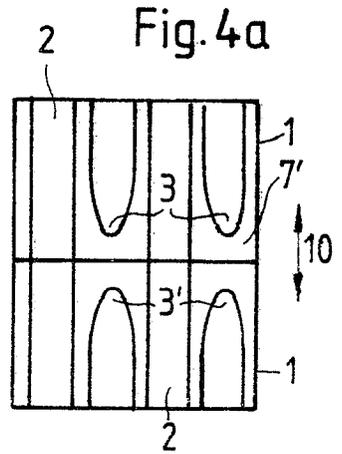


Fig. 4a

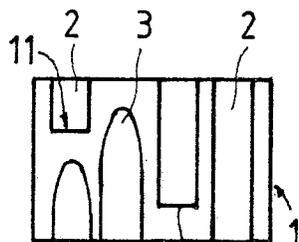
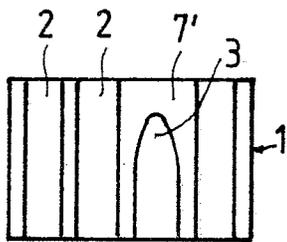


Fig. 6

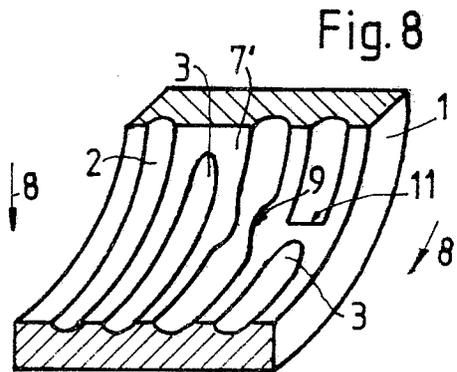


Fig. 8

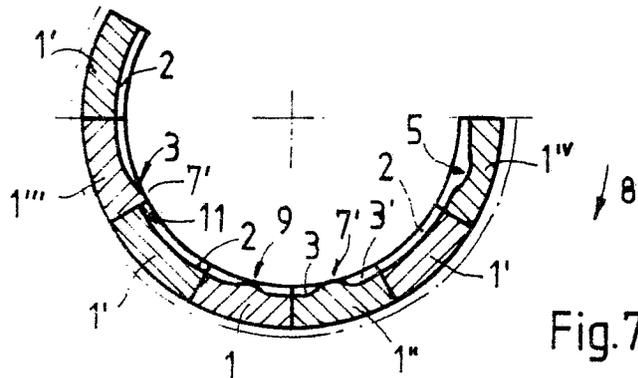


Fig. 7

Fig.10

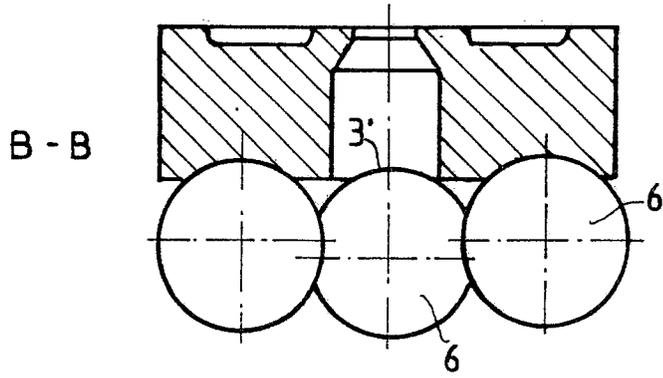


Fig. 11

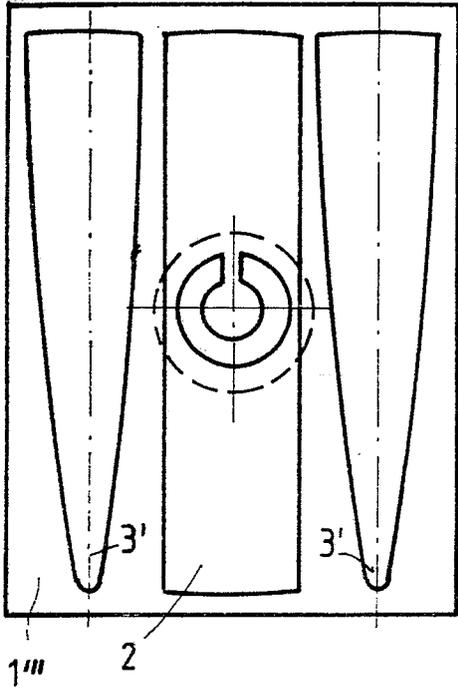


Fig. 9

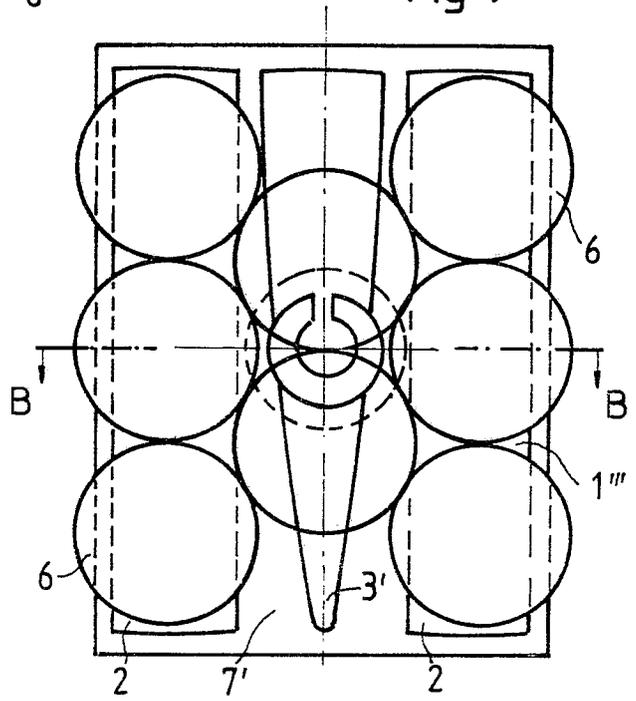


Fig.12

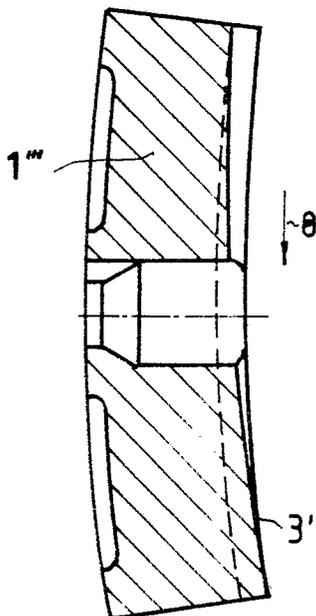


Fig.13

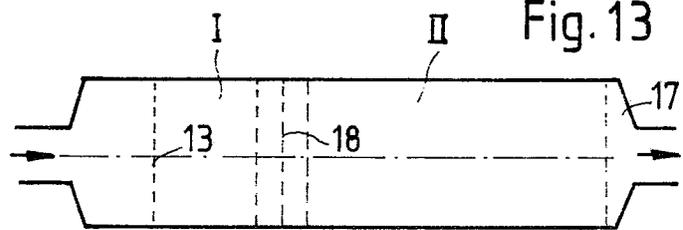


Fig.14

