

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85810576.0

51 Int. Cl.⁴: **B 02 C 17/16**

22 Anmeldetag: 05.12.85

30 Priorität: 06.12.84 DE 3444575

71 Anmelder: **FRYMA Maschinen AG, Theodorshofweg, CH-4310 Rheinfelden (CH)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 18.06.86
Patentblatt 86/25

72 Erfinder: **Bühler, Gerhard, Birsstrasse 7, D-7888 Rheinfelden (DE)**

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

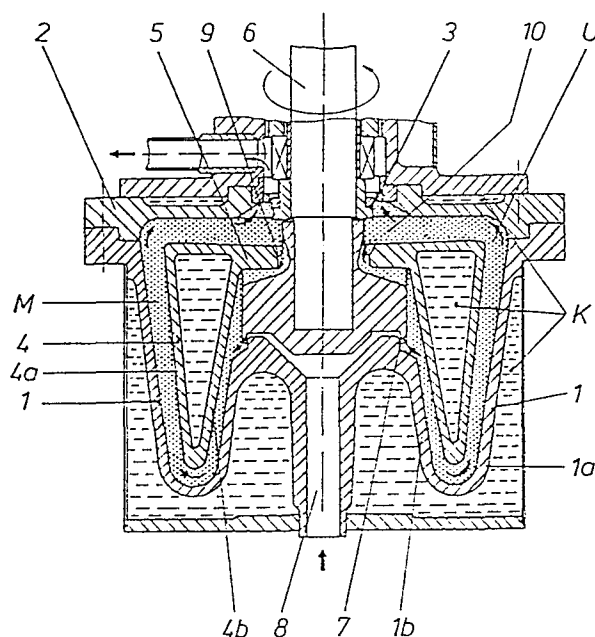
74 Vertreter: **Eschmann, Heinz et al, A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG Patentanwälte Holbeinstrasse 36-38, CH-4051 Basel (CH)**

54 **Kugelmühle.**

57 In ein ortsfestes, mit einem Deckel (2) verschlossenes Gehäuse (1) ragt ein Mitnahmekörper (4), welcher über eine Welle (6) rotierend angetrieben ist. Der zwischen dem Gehäuse (1) und dem Mitnahmekörper (4) gebildete, ringspaltförmige Mahlraum (M) ist zum Teil, beispielsweise zu 75%, mit Mahlkugeln gefüllt und wird kontinuierlich vom Mahlgut durchströmt. Letzteres tritt von einem Produkteinlauf (8) aus über den Einlaufspalt (7) in den Mahlraum ein und verlässt denselben durch den Austrittspalt (3), welcher die Mahlkugeln nicht durchlässt.

Von der Mündung des Einlaufspalts (7) bis zu einer Umlenkstelle (U) ist der Mahlraum (M) kontinuierlich erweitert.

Hieraus resultiert ein besseres Anfahrverhalten und eine wesentlich effektivere Vermahlung, da bei gleicher Umlaufzeit der Mahlkugeln ein beträchtlich höherer Mahlkugelfüllgrad realisierbar ist.



K u g e l m ü h l e

Die Erfindung betrifft eine Kugelmühle zum kontinuierlichen Zerkleinern und Dispergieren eines in
5 einer Flüssigkeit mitgeführten festen Mahlgutes, mit einem ringspaltförmigen, rotationssymmetrischen Mahlraum, welcher zwischen einem Stator und einem mit einem Antrieb gekoppelten Rotor gebildet wird, beidseits der vertikalen Mittelachse einen mindestens annähernd V-förmigen Querschnitt
10 aufweist und mit einem Einlauf und einem Auslauf für das zirkulierende Mahlgut versehen ist, wobei der Mahlraum teilweise mit Mahlkugeln gefüllt ist, die im Betrieb der Kugelmühle zusammen mit dem Mahlgut unter dem Einfluss der Rotordrehung kontinuierlich umlaufen.

15

Eine Kugelmühle der hier in Betracht kommenden Bauart ist beispielsweise in der DE-OS 28 11 899 beschrieben. Das Mahlgut, beispielsweise eine mehr oder weniger dünnflüssige Masse, durchströmt den von zwei annähernd
20 "kugelhupfförmigen" Mantelflächen begrenzten Mahlraum und wird dabei von den mitgeführten Mahlkugeln zerkleinert bzw. dispergiert. Vor dem Mahlgutauslauf werden die Mahlkugeln vom Mahlgut getrennt und dem Mahlraum wieder zugeleitet.

25

Im Hinblick auf die Erzielung eines optimalen Mahleffektes müssen bei konstanter Kugelgrösse die einander widersprechenden Forderungen in Einklang gebracht werden, dass einerseits eine möglichst kurze Umlaufzeit
5 der Mahlkugeln, andererseits ein hoher Mahlkugeln-Füllgrad vom 75 bis 80 % erreicht werden sollten. Ein derart hoher Füllgrad führt bei Verwendung der bisher bekannten Kugelmühlen zu unzulässig hohen Umlaufzeiten; andererseits wäre die Realisierung eines derart optimalen Füllgrades im Hin-
10 blick auf eine optimale Vermahlung wünschenswert.

Die Praxis zeigt somit, dass einer optimalen Füllgraderhöhung durch die damit verbundene rapide Abnahme der Umlaufgeschwindigkeit eine deutliche Grenze gesetzt
15 wird. Bei relativ hohen Füllgraden ergibt sich ferner die Schwierigkeit, dass die Mahlkugeln während der Stillstandzeiten eine feste Masse bilden, welche ein ausserordentlich hohes Anlaufdrehmoment erfordert und in extremen Fällen die Mühle überhaupt blockiert.

20

Um diese Nachteile zu beheben und insbesondere ein sicheres Anlaufen der Kugelmühle bei relativ hohem Füllgrad zu erzielen, wurde bereits vorgeschlagen (DE-OS 30 22 809), die lichte Weite des Mahlspaltes während des
25 Anfahrvorganges um 0,1 bis 0,5 mm zu verbreitern, um dadurch die Haftkräfte zwischen den den Mahlraum begrenzenden Wänden von Rotor und Stator herabzusetzen. Der mit dieser Lösung verbundene konstruktive Aufwand ist jedoch erheblich.

30 Eine positive Beeinflussung der Umlaufgeschwindigkeit der Mahlkörper soll auch durch die in der europäischen Patentanmeldung 111 703 beschriebenen Erfindung erzielt

werden, gemäss welcher für die Rückführung der Mahlkörper ein gesondertes Förderorgan eingesetzt ist und damit auch wieder eine aufwendige und kostspielige Mühlenkonstruktion in Kauf genommen werden muss.

5

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kugelmühle der vorgenannten Art vorzuschlagen, welche bei kurzer Umlaufzeit (bzw. hoher Umlaufgeschwindigkeit) der Mahlkugeln einen hohen Mahlkugelfüllgrad zulässt und
10 damit eine gegenüber den bekannten Konstruktionen verbesserte Vermahlung bei höherem Gesamtwirkungsgrad ergibt. Auch soll gleichzeitig das Anlaufen der Kugelmühle trotz relativ hohen Füllgrades unabhängig von der Viskosität des Mahlgutes sichergestellt sein.

15

Diese Aufgabe wird durch die im unabhängigen Patentanspruch 1 definierte Merkmalskombination gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Patentansprüchen gekennzeichnet.

20

Wie durch Versuche bestätigt wurde, bringt die erfindungsgemässe Ausbildung der Kugelmühle die folgenden überraschenden Resultate:

- 25 - Die allmähliche bzw. stufenweise Erweiterung des Mahlraumes in Förderrichtung bringt ein entsprechendes Anwachsen des Mahlraumvolumens mit sich, da einerseits die den Mahlraum begrenzenden Wände und andererseits die Vergrösserung des Füllgrades der Mahlkugeln
30 für mehr Berührung und gegenseitige Friktionswirkung sorgen.

- 5 - Dank dem wachsenden Mahlraumquerschnitt erreicht diese Verbesserung der Mahlwirkung in absolut wünschenswerter Weise gerade dort ihr Maximum, wo die vorgemahlenen feineren Partikel an sich schwer zu vermahlen sind.

- 10 - Das Anlaufdrehmoment hält sich innerhalb beherrschbarer Grenzen, ohne dass ein durch zusätzliche Kuppelungen etc. bedingter konstruktiver Aufwand erforderlich wäre.

- 15 - Dank dem verbesserten Mahlkugelumlauf und der Vermeidung von Kugelstaus reduziert sich der Verschleiss der den Mahlraum begrenzenden Wände, der für die Lebensdauer der Kugelmühle ausschlaggebend ist.

- 20 - Durch die Erweiterung des Mahlspaltes lassen sich Fertigungstoleranzen ohne das Risiko einer unerwünschten Mahlspaltverengung auffangen.

20 Nachstehend wird anhand der beiliegenden Zeichnung ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes beschrieben.

- 25 Figur 1 ist eine Schnittdarstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Kugelmühle und

- Figur 2 zeigt anhand eines Diagrammes die Abhängigkeit zwischen Umlaufzeit und Mahlkugelfüllgrad.
- 30

Gemäss Figur 1 ist ein ortsfestes Gehäuse 1 (Stator) durch einen Deckel 2 verschlossen, in welchem in bekannter Weise ein aus einem Trennspalt gebildeter Mahlgutauslauf 3 vorgesehen ist. In den von
5 zwei gegeneinander geneigten, annähernd kegelförmigen Begrenzungswänden 1a und 1b umgrenzten Raum ragt ein Mitnahmekörper 4 (Rotor), welcher ebenfalls von zwei praktisch konischen, gegeneinander geneigten Wänden 4a und 4b begrenzt wird und der über einen oberen, zentralen
10 Steg 5 mit einer rotierend angetriebenen Welle 6 gekoppelt ist. Der zwischen dem Gehäuse 1 und dem Mitnahmekörper 4 gebildete, mit M bezeichnete Mahlraum ist über den Einlassspalt 7 mit einem Produkteinlauf 8 verbunden. Ausserhalb des Gehäuses 1, oberhalb des Deckels 2, sowie inner-
15 halb des als Hohlkörper ausgebildeten Mitnahmekörpers 4 befindet sich ein Kühlmedium K.

Der ringspaltförmige Mahlraum M ist teilweise mit Mahlkugeln gefüllt und wird im Betrieb vom Mahlgut
20 durchströmt, das durch den Einlassspalt 7 einströmt und den Mahlraum M durch den Auslassspalt wieder verlässt. Die im Kontakt mit dem rotierenden Mitnahmekörper 4 mitgenommenen Mahlkugeln zirkulieren im Mahlraum M mit dem Mahlgut, können denselben aber durch den Auslassspalt 3
25 nicht verlassen und kehren zwangsläufig durch Rückführkanäle 9 in den Mahlraum M zurück.

Von der Einmündung der Einlasskanäle 7 bis zu der mit U bezeichneten Umlenkstelle, von welcher das Mahl-
30 gut über einen radial nach innen führenden Rückströmraum 10 zu den Auslasskanälen 3 strömt, ist der Mahlraumquerschnitt kontinuierlich vergrößert, was die eingangs auf-

geführten Vorteile mit sich bringt. Diese Querschnitts-
verbreiterung kann einerseits in Uebereinstimmung mit
Figur 1 in Form einer stetigen, stufenlosen Querschnitts-
zunahme bestehen; andererseits ist es aber auch möglich,
5 den Mahlraum in mehrere, in Förderrichtung hintereinander
liegende Abschnitte konstanten Querschnitts zu unterteilen,
wobei der Querschnitt der einzelnen Abschnitte in Förder-
richtung stufenartig anwächst.

10 Ausschlaggebend für den durch Experimente bestätig-
ten überraschenden Erfolg ist die Querschnittszunahme vom
Einlass 7 bis etwa zu Stelle U, wodurch nicht nur das An-
fahrverhalten, sondern auch der Mahlbetrieb in erheblichem
Masse beeinflusst wird.

15 Figur 2 veranschaulicht anhand eines Kurvendia-
gramms das Resultat durchgeführter Vergleichsversuche. Die
Kurve I zeigt die Abhängigkeit der Umlaufzeit vom Füllgrad
(prozentualer Anteil des Einfüllvolumens der Mahlkugeln
20 am Gesamt-Mahlraumvolumen) einer bekannten Kugelmühle,
während Kurve II die mit einer erfindungsgemäss ausgebil-
deten Kugelmühle erzielten Ergebnisse wiedergibt. Es zeigt
sich, dass die erfindungsgemässe Erweiterung des Mahlraumes
bei gleicher Umlaufzeit einen erheblich grösseren Füllgrad
25 zulässt, wodurch der Mahlvorgang ohne Zuhilfenahme aufwen-
diger Zusatzapparaturen erheblich intensiviert werden konnte.

Die gemäss Ausführungsform nach Figur 1 vorzunehmen-
de Erweiterung des Mahlraumes kann - als Abweichung von
30 den bekannten parallelen Begrenzungswänden - zwischen 0,1
und 2° liegen, beträgt aber bevorzugt etwa 0,3°. Bei der
erwähnten stufenförmigen Erweiterung sollte die jeweilige
Spaltbreitendifferenz zweier benachbarter Mahlraumabschnitte
zwischen 0,1 und 0,3 mm liegen.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Kugelmühle zum kontinuierlichen Zerkleinern
5 und Dispergieren eines in einer Flüssigkeit mitgeführten
festen Mahlgutes, mit einem ringspaltförmigen rotations-
symmetrischen Mahlraum (M), welcher zwischen einem Stator
(1) und einem mit einem Antrieb gekoppelten Rotor (4)
gebildet wird, beidseits der vertikalen Mittelachse einen
10 mindestens annähernd V-förmigen Querschnitt aufweist und
mit einem Einlauf (7) und einem Auslauf (3) für das zir-
kulierende Mahlgut versehen ist, wobei der Mahlraum (M)
teilweise mit Mahlkugeln gefüllt ist, die im Betrieb der
Kugelmühle zusammen mit dem Mahlgut unter dem Einfluss
15 der Rotordrehung kontinuierlich umlaufen, dadurch gekenn-
zeichnet, dass der Mahlraum (M) vom Mahlguteinlauf (7).
in Förderrichtung des Mahlgutes gesehen, einen zunehmen-
den Querschnitt aufweist.
- 20 2. Kugelmühle nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, dass der Mahlraumquerschnitt vom Mahlguteinlauf
(7) bis zur Einmündung (U) in einen oberen radial nach
innen führenden Rückströmraum (10) kontinuierlich anwächst.
- 25 3. Kugelmühle nach Anspruch 2, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Abweichung der den Mahlraum (M) begren-
zenden Wände (1a, 1b; 4a, 4b) von einer parallelen Anord-
nung zwischen 0,1 und 2°, vorzugsweise etwa 0,3°, beträgt.

4. Kugelmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Mahlraumquerschnitt in Richtung der Mahlgutförderung stufenweise zunimmt und der gesamte Mahlraum somit in mehrere Abschnitte konstanten Querschnitts
5 unterteilt ist, der Mahlraumquerschnitt aber von Abschnitt zu Abschnitt in Förderrichtung wächst.

E

[illegible]

Fig. 2

2/2

