



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 406 591 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- 49 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **31.08.94** 51 Int. Cl.⁵: **B02C 23/14**
21 Anmeldenummer: **90111135.1**
22 Anmeldetag: **12.06.90**

54 **Verfahren und Anlage zur Zerkleinerung von Mahlgut.**

30 Priorität: **03.07.89 DE 3921823**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.01.91 Patentblatt 91/02

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
31.08.94 Patentblatt 94/35

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE DK ES FR GB IT

56 Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 292 739
CH-A- 455 615
DD-A- 268 893
DE-A- 1 813 134
FR-A- 2 616 359

73 Patentinhaber: **KRUPP POLYSIUS AG**
Graf-Galen-Strasse 17
D-59269 Beckum (DE)

72 Erfinder: **Knobloch, Osbert Richard, Dipl.-Ing.**
Ringstrasse 65
D-4840 Rheda-Wiedenbrück (DE)
Erfinder: **Brentrop, Ludger, Dr. Ing.**
Mühlenweg 3
D-4740 Oelde 1 (DE)
Erfinder: **Kimmeyer, Ludger, Dipl.-Ing.**
Im Werl 40
D-4720 Beckum (DE)
Erfinder: **Müller, Manfred, Dipl.-Ing.**
Wagenfeldstrasse 35
D-4722 Ennigerloh (DE)
Erfinder: **Wenningkamp, Peter**
Plümersweg 137
D-4830 Gütersloh (DE)

74 Vertreter: **Tetzner, Volkmar, Dr.-Ing. Dr. jur.**
Van-Gogh-Strasse 3
D-81479 München (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 406 591 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren (entsprechend dem Oberbegriff des Anspruches 1) sowie eine Anlage (gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruches 11) zur Zerkleinerung von Mahlgut.

Aus der DE-A-37 19 251 sind bereits ein Verfahren und eine Anlage zur kontinuierlichen Druckzerkleinerung spröden Mahlgutes, wie z.B. Zementklinker, bekannt. Hierbei wird das einer Gutbettzerkleinerung unterworfen und dabei zerkleinerte und gepreßte Gut desagglomeriert, und aus dem desagglomerierten Gut wird das genügend feine Fertiggut in einem Siebheraus sortiert, während das grobe Gut für eine erneute Gutbettzerkleinerung rezirkuliert wird. Das Besondere dieser bekannten Ausführung wird darin gesehen, daß das in einer ersten Walzenmühle bzw. Walzenpresse zerkleinerte Gut vor seiner Desagglomeration im Walzenspalt wenigstens einer weiteren Walzenmühle bzw. Walzenpresse wenigstens ein zweites Mahl gepreßt bzw. zerkleinert wird. Es besteht hierbei ferner die Möglichkeit, einen Teilstrom des die zweite bzw. letzte Walzenmühle verlassenden Gutes dieser zweiten bzw. letzten Walzenmühle als Kreislaufast zu rezirkulieren, wodurch sogenannte Druckinseln zerkleinerten Gutes vermieden werden sollen.

Es ist ferner bekannt, daß Zemente, die im geschlossenen Kreislauf mit einer Gutbett-Walzenmühle, Desagglomerator und Klassierer oder in Walzenschüsselmühlen ermahlen werden, in ihren Qualitätseigenschaften nicht denen entsprechen, die in Kugelmühlen erzeugt werden. Gleiches gilt für Hochofenmehl sowie für Mischprodukte aus diesen Komponenten. Die Qualitätsunterschiede äußern sich in erster Linie in einem gegenüber Kugelmühlenprodukten erhöhten Wasserzusatz zur Normsteife des Mörtels. Diese Größe ist erfahrungsgemäß ein Maß für den Wasserbedarf des Betons zum Erreichen einer bestimmten Konsistenz. Einem erhöhten Wasserzusatz zur Normsteife entspricht ein erhöhter Wasserbedarf des Betons. Man muß also bisher bei Beton, der mit Produkten aus Gutbett-Walzenmühlen oder Walzenschüsselmühlen hergestellt wird, ein höheres Wasser-Zement-Verhältnis einstellen, um gleiche Verarbeitbarkeit zu erreichen. Die Folge ist ein höheres Porenvolumen und demgemäß eine geringere Festigkeit.

Die genannten Qualitätsunterschiede sind größtenteils in dem engeren Kornspektrum begründet, das Produkte aus Gutbett-Walzenmühlen oder Walzenschüsselmühlen im Vergleich zu Kugelmühlen-Produkten aufweisen. Bei den bekannten Mahlanlagen mit Gutbett-Walzenmühlen oder Walzenschüsselmühlen erfolgt der Klassierschritt üblicherweise sofort, nachdem das Mahlgut einmal die Mühle durchsetzt hat. Hierdurch wird in idealer Weise die Forderung der Zerkleinerungstheorie erfüllt, im Interesse einer optimalen Energieausnutzung das erzeugte Feingut möglichst schnell aus dem Kreislauf zu entfernen. In dem Mahlgut, das dem Klassierer zugeführt wird, ist demgemäß bei Mahlanlagen dieser Kategorie viel weniger Feingut enthalten, als dies in Kugelmühlen-Anlagen der Fall ist.

Das Kornspektrum von Zement und zementähnlichen Produkten wird üblicherweise als Summenverteilung in dem von Rosin, Rammler u. a. entwickelten "RRSB-Netz" dargestellt. Die Achsenmaßstäbe dieses Netzes sind so gewählt, daß die Summenverteilungen normaler mineralischer Zerkleinerungsprodukte als gerade Linien erscheinen. Diese Summenverteilungen werden durch zwei Parameter beschrieben:

- die Korngröße d' für einen spezifischen Siebrückstand (36,8 %)
- und das Steigungsmaß n , das dem Tangens des Winkels zwischen Körnungslinie und Abszisse entspricht.

Grundlage dieser Darstellungsmethode ist die Erfahrungstatsache, daß die Korngrößenverteilungen sehr vieler mineralischer Zerkleinerungsprodukte ungeachtet ihrer Feinheit ähnliche Gestalt aufweisen.

Das übliche Maß für die Feinheit von Zement, Hochofenmehl und ähnlichen Produkten ist die massenbezogene Oberfläche nach Blaine. Je höher diese Feinheit ist, um so höher sind die Festigkeiten der daraus hergestellten Mörtel und Betone. Die massenbezogene Oberfläche ist der mittleren Korngröße umgekehrt proportional (bei gleicher massenbezogener Oberfläche ist die in den einschlägigen Normen definierte Festigkeit um so höher, je enger das Produkt-Kornspektrum ist).

Je weniger Feinanteile im Aufgabegut des Klassierers enthalten sind, um so feiner muß dessen Trenngrenze (vgl. hierzu unten) eingestellt werden, damit das Produkt die gewünschte massenbezogene Oberfläche aufweist. Zum Ausgleich für das fehlende Feine muß ein entsprechender Anteil des Groben abgetrennt werden. Das Produkt-Kornspektrum wird somit von beiden Seiten her eingeeengt. Dadurch nimmt die Porosität des Produktes zu, und mit der Porosität steigt der Wasseranspruch zum Erreichen einer bestimmten Mörtel- bzw. Betonkonsistenz.

Der vorstehend erläuterte Zusammenhang ist bei der Einführung trennscharfer Sieber bei Kugelmühlen beobachtet worden und hat in einigen Fällen zur Beanstandung von Produkten geführt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren (entsprechend dem Oberbegriff des Anspruches 1) sowie eine Anlage (gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruches 11) so auszubilden, daß sich die Korngrößenverteilung des Fertigproduktes gezielt über einen genügend großen Bereich einstellen läßt (und zwar ausgedrückt als Änderung des Steigungsmaßes n im RRSB-Netz - um wenigstens 0,2), um

die Produkte solcher energiesparender Mahlanlagen hinsichtlich ihrer Korngrößenverteilung und damit auch bezüglich ihres Verarbeitungsverhaltens und ihrer Festigkeitsentwicklung an den Standard der in Kugelmühlen-Anlagen erzeugten Produkte anzupassen und um ferner chemisch (beispielsweise durch das Rohmaterial) bedingte Mängel durch zweckmäßiges Abstimmen der Korngrößenverteilung des Fertigproduktes auszugleichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Kombination der kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 bzw. 11 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Im Gegensatz zu der eingangs erläuterten bekannten Ausführung gemäß DE-A-37 19 251, bei der wenigstens zwei durch Gutbett-Walzenmühlen bzw. -Walzenpressen gebildete Mahlstufen unmittelbar hintereinander geschaltet sind und nur bei der zweiten bzw. letzten Mahlstufe eine Rezirkulierung eines Teilstromes des dort auftretenden Gutes vorgenommen wird, besteht die erfindungsgemäße Lösung somit grundsätzlich in der Kombination von zwei Verfahrensschritten, die beide eine Verbreiterung des Feingut-Kornspektrums bewirken:

- Durch Rückführung eines hohen Anteiles des Mahlgutes unmittelbar nach dem Passieren der Mahlstufe wird die mittlere Verweilzeit des Mahlgutes in der nach dem Prinzip der Druckzerkleinerung arbeitenden Mühle bzw. die Beanspruchungshäufigkeit erhöht und ein höherer Feingutanteil im Aufgabegut der Klassierstufe erzielt, was eine Verbreiterung des Kornspektrums des Aufgabegutes der Klassierstufe zur Folge hat.
- Durch Sichtung des restlichen Mahlgutes in zwei praktisch parallel geschalteten, unterschiedlich fein eingestellten Klassieraggregaten hoher Trenngüte und Mischen der beiden Feingutströme erfährt die Produkt-Körnungslinie im oberen Bereich eine zusätzliche Abflachung.

Diese beiden erfindungsgemäßen Maßnahmen und die hierdurch erzielten Effekte seien im folgenden etwas näher betrachtet.

Wird ein großer Anteil des Mahlgutes der als Gutbett-Walzenmühle ausgebildeten Mühle unmittelbar in den Aufgabeschacht dieser Mühle zurückgeführt (sog. Schülpenrückführung), so ergibt sich durch die höhere mittlere Verweilzeit bzw. größere Beanspruchungshäufigkeit des Mahlgutes in der Mühle ein höherer Feingutanteil im Aufgabegut der Klassierstufe. Gleiches gilt etwa sinngemäß, wenn in der Mahlstufe eine Walzenschüsselmühle als Mühle verwendet wird. Zur Erzielung der gleichen massenbezogenen Oberfläche des Fertigproduktes muß die Trenngrenze der Klassierung zum Groben hin verschoben werden, was die Körnungslinie des Fertigproduktes insbesondere im Bereich unterhalb von 10 µm abflacht (verglichen mit einer Betriebsweise ohne Rückführung von Schülpen bzw. Mahlgut).

Da die eingangs genannte Bedingung für eine optimale Energieausnutzung (möglichst schnelles Entfernen des erzeugten Feingutes aus dem Kreislauf) nicht mehr vollständig gegeben ist, wird zwar durch die Schülpen- bzw. Mahlgutrückführung der Energieverbrauch für die Mahlung erhöht, doch bietet diese Verfahrensweise noch immer energetische Vorteile gegenüber der kombinierten Betriebsweise mit Walzenmühle und Kugelmühle.

Erfindungsgemäß werden mindestens 50 %, vorzugsweise jedoch 70 bis 75 %, der Durchsatzmenge der Mahlstufe unmittelbar nach dem Passieren der Mahlstufe erneut dieser Mahlstufe (also beispielsweise der Gutbett-Walzenmühle) wieder zugeführt. Der größte Teil des Umlaufes wird somit in die Gutbett-Walzenmühle verlegt. Dadurch vervielfacht sich die Verweilzeit im Mahlbereich, die proportional dem Umlauf im Bereich der Mahlzone ist (werden beispielsweise 80 % der Schülpen zur Gutbett-Walzenmühle zurückgeführt, so durchsetzt das Mahlgut im Mittel die Gutbett-Walzenmühle fünfmal). Gleiches gilt auch hier wiederum etwa sinngemäß bei der Verwendung einer Walzenschüsselmühle.

Für das Verständnis der zweiten erfindungsgemäßen Maßnahme (Sichtung des Mahlgutes in zwei unterschiedlich fein eingestellten Klassieraggregaten) sind folgende Zusammenhänge wesentlich:

Beim technischen Trennen (Klassieren bzw. Sichten) von Schüttgütern ist der Schnitt zwischen "fein" und "grob", die sog. Trenngrenze, nicht perfekt, sondern erstreckt sich über einen gewissen Bereich des Kornspektrums. Als Trenngrenze "d(50)" wird die Korngröße angegeben, bei der je 50 % des Aufgabegutes in das Feingut in das Grobgut gelangen. Daneben kommt üblicherweise ein Teil des Aufgabegutes unklassiert in das Grobgut. Aus diesem Grunde müssen neben der Trenngrenze bei technischen Trennungen auch gewisse Güteigenschaften angegeben werden.

Die gesamte Trenngüte einer Klassierung wird durch die Trennschärfe und die Trennwirksamkeit charakterisiert.

Die Trennschärfe sagt etwas aus über die Breite des Bereiches im Kornspektrum, in dem Material sowohl in das Feingut als auch in das Grobgut gelangen kann. Je enger dieser Bereich ist, um so höher ist die Trennschärfe. Sie wird quantifiziert durch das Verhältnis der Korngrößen, bei denen 30 % bzw. 70 % des Aufgabegutes in das Grobgut gelangen (" $\times 30_{70}$ ").

Die Trennwirksamkeit betrifft den Anteil des Aufgabegutes, der überhaupt klassiert wird, bzw. den Anteil, der unklassiert in das Grobgut gelangt. Je höher letzterer ist, um so geringer ist die Trennwirksamkeit und um so mehr Feinanteile bleiben im Grobgut. Die Kenngröße für den unklassierten Anteil heißt " τ ".

Bei den der Erfindung zugrundeliegenden Untersuchungen hat sich nun gezeigt, daß durch Vermindern
5 der Trennschärfe bei gleichbleibend hoher Trennwirksamkeit ($\tau = 0$) das Feingut-Kornspektrum deutlich verbreitert werden kann, überwiegend allerdings im Bereich der gröberen Anteile.

In einem Klassieraggregat kann dies nicht in genügendem Umfang erreicht werden, da zu diesem Zweck die Klassierbedingungen in der gesamten Klassierzone veränderlich sein müßten. Erfindungsgemäß werden daher zwei Klassieraggregate verwendet, deren Trenngrenzen unterschiedlich, zweckmäßig im
10 Verhältnis 1 : 1,5 bis 1 : 4, eingestellt sind. Die resultierende Trenncharakteristik weist eine geringe Trennschärfe auf. Auf diese Weise erfährt die Produkt-Körnungslinie im Bereich oberhalb 10 μm eine zusätzliche Abflachung (verglichen mit einer Betriebsweise mit nur einem Klassieraggregat).

Die kombinierte Anwendung der beiden erfindungsgemäßen Merkmale bewirkt eine Verringerung des Steigungsmaßes n der Produkt-Korngrößenverteilung im RRSB-Netz um mehr als 0,2 (von 1,2 nach 0,95),
15 was später noch anhand eines Beispiels erläutert wird.

Die massenbezogene Oberfläche (nach Blaine) des aus der Mahlstufe abgezogenen und der Klassierstufe zugeführten Restes der Durchsatzmenge beträgt erfindungsgemäß zweckmäßig das 0,5- bis 0,8fache der massenbezogenen Oberfläche des Fertigproduktes (bei einer herkömmlichen Betriebsweise ohne Schülpenrückführung liegt dieser Bereich demgegenüber beim 0,2- bis 0,4fachen).

20 In der Klassierstufe beträgt die massenbezogene Oberfläche (nach Blaine) des Feingutes des einen Klassieraggregates (das die feinere Komponente liefert) zweckmäßig das 1,2- bis 2,0fache der massenbezogenen Oberfläche des Fertigproduktes, während das andere Klassieraggregat (das die gröbere Komponente erzeugt) ein Feingut liefert, dessen massenbezogene Oberfläche das 0,4- bis 0,8fache der massenbezogenen Oberfläche des Fertigproduktes beträgt.

25 Ergänzend zu den geschilderten Maßnahmen ist die Nachmahlung wenigstens eines Teilstromes des Feingutes der Klassierstufe in einer Kugelmühle möglich.

Dies bewirkt neben dem Nachfeinen eine weitere Verbreiterung der Produkt-Korngrößenverteilung. Dazu besteht ferner ebenfalls die Möglichkeit der Mischung zweier Feingut-Teilströme.

In der Zeichnung ist die Erfindung beispielsweise veranschaulicht. Es zeigen

- 30 Fig.1 ein Prinzipschema einer erfindungsgemäßen Anlage mit einer von einer Gutbettwalzenmühle gebildeten Mahlstufe;
Fig.2 und 3 Varianten der Anlage gemäß Fig.1;
Fig.4 ein Diagramm zur Erläuterung des durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen erzielten Effektes;
35 Fig.5 ein gleichartiges Prinzipschema wie etwa Fig.2, mit einem Beispiel, in dem die Mahlstufe von einer Walzenschüsselmühle gebildet wird.

Die in Fig.1 dargestellte Anlage zur Zerkleinerung von Mahlgut, insbesondere von Zementklinker, enthält einen mit Dosiereinrichtungen versehenen Aufgabebunker 1, eine Gutbett-Walzenmühle 2, einen mit einer Dosiereinrichtung versehenen ersten Gutstromteiler 3, einen Desagglomerator 4, einen zweiten
40 Gutstromteiler 5 sowie zwei Klassieraggregate 6 und 7. Durch den der Gutbettwalzenmühle 2 nachgeschalteten ersten Gutstromteiler 3 wird ein einstellbarer Teil der Durchsatzmenge der Gutbett-Walzenmühle 2 unmittelbar zum Aufgabeschacht 2a der Gutbett-Walzenmühle 2 zurückgeführt, so daß sich ein mehrfacher Durchlauf des Mahlgutes durch die Gutbett-Walzenmühle, eine Erhöhung der mittleren Verweilzeit des Mahlgutes in der Mühle und demgemäß ein höherer Feingutanteil im Austragsgut der Gutbett-Walzenmühle
45 ergibt.

Der nicht zur Gutbett-Walzenmühle rückgeführte Rest der Durchsatzmenge gelangt über den Desagglomerator 4 zum zweiten Gutstromteiler 5, der den der Klassierstufe insgesamt zugeführten Gutstrom auf die beiden Klassieraggregate 6 und 7 aufteilt. Das in den Klassieraggregaten 6 und 7 anfallende Grobgut wird zusammen mit dem vom Aufgabebunker 1 zugeführten frischen Mahlgut sowie dem vom ersten
50 Gutstromteiler 3 rückgeführten Schülpenanteil dem Aufgabeschacht 2a der Gutbett-Walzenmühle 2 zugeleitet.

Die Feingutströme der beiden auf unterschiedliche Feinheit eingestellten Klassieraggregate 6 und 7 werden miteinander gemischt und bilden das Fertigprodukt, das sich durch eine flache Korngrößenverteilung auszeichnet.

55 Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig.2 unterscheidet sich von der Anlage gemäß Fig.1 nur durch den Wegfall des Desagglomerators 4.

Bei der in Fig.3 veranschaulichten Variante ist zusätzlich zu den in Fig.1 dargestellten Anlagenteilen noch eine Kugelmühle 8 vorgesehen, die zur Nachmahlung wenigstens eines Teiles des Feingutes der von

den Klassieraggregaten 6 und 7 gebildeten Klassierstufe dient.

Fig.4 veranschaulicht in schematischer Darstellung, jedoch in Anlehnung an das RRSB-Netz, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erzielbare Produkt-Korngrößenverteilung (Kurve a) im Vergleich zur herkömmlichen Betriebsweise (Kurve b), bei der weder eine Schülpenrückführung, noch ein Mischen von zwei Feingutströmen unterschiedlicher Feinheit erfolgt.

In der Abszisse des Diagramms ist dabei die Korngröße d in μm und in der Ordinate der Siebrückstand R in % aufgetragen.

Während bei den zuvor erläuterten Erfindungsbeispielen die Mahlstufe für den mehrfachen Umlauf des Mahlgutes durch wenigstens eine aufgrund ihrer Zerkleinerungsarbeit besonders bevorzugte Gutbett-Walzenmühle 2 gebildet wird, kann für diese Mahlstufe in vielen Fällen auch eine Walzenschüsselmühle verwendet werden, wie es anhand des Prinzipschemas gemäß Fig.5 veranschaulicht ist. Auch bei einer Walzenschüsselmühle wird das die Mahlstufe mehrfach durchlaufende Mahlgut nach dem Prinzip der Druckzerkleinerung zerkleinert.

Wie weiter oben erwähnt worden ist, ist die Anlage nach dem Beispiel gemäß Fig.5 im wesentlichen gleichartig aufgebaut wie die Anlage gemäß Fig.2, jedoch mit dem Unterschied, daß an Stelle der Gutbett-Walzenmühle 2 eine Walzenschüsselmühle 12 hier die Mahlstufe bildet. Bei dieser Walzenschüsselmühle 12 handelt es sich vorzugsweise um eine sichterlose Walzenschüsselmühle, der zu zerkleinerndes Gut über einen zugehörigen Aufgabeschacht 12a in an sich bekannter Weise zugeführt wird und aus der das zerkleinerte Gut - ebenfalls in an sich bekannter Weise - über einen Gutauslauf 12b, nach unten ausfallend, insgesamt abgeführt und wiederum dem ersten Gutstromteiler 3 zugeleitet wird.

Der übrige Verfahrensablauf bei diesem Anlagenbeispiel gemäß Fig.5 ist ansonsten - wie bereits erwähnt, gleichartig wie bei dem der Fig.2, so daß die übrigen Anlagenteile wiederum mit denselben Bezugszeichen wie im Beispiel der Fig.1 bis 3 - mit Ausnahme eines hier entbehrlichen Desagglomerators 4 - versehen sind. Dabei sorgt auch hier wiederum der zweite Gutstromteiler 5 dafür, daß der der Klassierstufe zuzuführende Teilgutstrom in der erforderlichen Weise auf die beiden Klassieraggregate 6 und 7 aufgeteilt wird, die in diesem Falle eine zuverlässigere Sichtung bzw. Klassierung gewährleisten, als es im allgemeinen bei Walzenschüsselmühlen mit übergebautem Siebter der Fall ist.

Die Erfindung sei weiterhin an einem Beispiel erläutert, das die Mahlung von Hüttensand in einer halbindustriellen Mahlanlage mit Gutbett-Walzenmühle und Hochleistungssichtern betrifft. Gegenübergestellt sind dabei folgende Betriebsweisen:

- a) herkömmliches Mahlen ohne Schülpenrückführung unter Verwendung eines einzigen Sichters,
- b) Mahlen mit Schülpenrückführung unter Verwendung eines einzigen Sichters,
- c) Mahlen mit Schülpenrückführung und zusätzlicher Klassierung in zwei unterschiedlich fein eingestellten Klassierern unter Mischung der Feingutströme.

Im folgenden sind jeweils die Feinheit (d. h. die massenbezogene Oberfläche) der einzelnen Materialströme (in cm^2/g) angegeben sowie die Mengenverhältnisse, wobei der Anlagen-Durchsatz (= Frischgut = Fertigprodukt) gleich 1,0 gesetzt ist. Angegeben sind ferner die Umlauffaktoren sowie Kennwerte der Klassierung und der Produkt-Korngrößenverteilung.

zu a):	
Frischgut	<100 cm^2/g 1,00
Mahlgut nach Walzenmühle (z. Klass.)	1330 cm^2/g 6,00
Klassierer-Grobgut (z. Aufg. Schacht)	830 cm^2/g 5,00
Fertigprodukt	4170 cm^2/g 1,00
Der Umlauffaktor beträgt 6,0;	
Die Trenngrenze d_{50} der Klassierung beträgt 13,5 μm ;	
die Trennschärfe $K_{30/70}$ beträgt 0,64;	
das Steigungsmaß n der Produkt-Korngrößenverteilung beträgt 1,20;	
der Lageparameter d' beträgt 12 μm .	

Zu b):	
Frischgut	<100 cm ² /g 1,00
Mahlgut nach Walzenmühle	2290 cm ² /g 7,50
Anteil zum Aufgabeschacht (Schülpen-R.)	2290 cm ² /g 5,50
Anteil zum Klassierer	2290 cm ² /g 2,00
Klassierer-Grobgut	600 cm ² /g 1,00
Ges. Rückgut zum Aufgabeschacht	- 6,50
Fertigprodukt	4100 cm ² /g 1,00
Der gesamte Umlauffaktor beträgt 7,5; der Anteil der Schülpen-Rückführung beträgt 73 %; der Klassierer-Umlauffaktor beträgt 2,0; die Trenngrenze d₅₀ der Klassierung beträgt 33 µm; die Trennschärfe $x_{30/70}$ beträgt 0,65; das Steigungsmaß n der Produkt-Korngrößenverteilung beträgt 1,00; der Lageparameter d' beträgt 15 µm.	

Zu c):	
Anteil zur Klassierstufe	2290 cm ² /g 2,00
Anteil zum grob eingestellten Klassierer	- 1,05
Anteil zum fein eingestellten Klassierer	- 0,95
Grobgut vom grob eingestellten Klass.	- 0,40
Grobgut vom fein eingestellten Klass.	- 0,60
gesamtes Klassierer-Grobgut	660 cm ² /g 1,00
gesamtes Rückgut zum Aufgabeschacht	- 6,50
Feingut vom grob eingest. Klassierer	3050 cm ² /g 0,65
Feingut vom fein eingest. Klassierer	6010 cm ² /g 0,35
gesamtes Fertigprodukt	4100 cm ² /g 1,00
Der Umlauffaktor am grob eingestellten Klassierer beträgt 1,6; der Umlauffaktor am fein eingestellten Klassierer beträgt 2,7; der gesamte Klassierer-Umlauffaktor beträgt 2,0; die Trenngrenze d₅₀ der groben Teil-Klassierung beträgt 74 µm; die Trennschärfe $x_{30/70}$ der groben Teil-Klassierung beträgt 0,63; die Trenngrenze d₅₀ der feinen Teil-Klassierung beträgt 18 µm; die Trennschärfe $x_{30/70}$ der feinen Teil-Klassierung beträgt 0,63; die Trenngrenze d₅₀ der Gesamt-Klassierung beträgt 42 µm; die Trennschärfe $x_{30/70}$ der Gesamt-Klassierung beträgt 0,37; das Steigungsmaß n der Produkt-Korngrößenverteilung beträgt 0,92; der Lageparameter d' beträgt 17,5 µm.	

Patentansprüche

1. Verfahren zur Zerkleinerung von Mahlgut, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Verfahrensschritte:

- das Mahlgut durchläuft zunächst in einem mehrfachen Umlauf eine Mahlstufe, die nach dem Prinzip der Druckzerkleinerung arbeitet, wobei ein Teil der Durchsatzmenge der Mahlstufe unmittelbar nach dem Passieren der Mahlstufe erneut dieser Mahlstufe zugeführt wird;
- der Rest der Durchsatzmenge der Mahlstufe wird ohne weitere Mahlung einer Klassierstufe zugeführt, die aus wenigstens zwei auf unterschiedliche Feinheit eingestellten Klassieraggregaten besteht, denen jeweils wählbare Teilströme des aus der Mahlstufe abgezogenen Gutes zugeführt

und deren Feingutströme miteinander gemischt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Mahlstufe wenigstens eine Gutbett-Walzenmühle verwendet wird.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Mahlstufe wenigstens eine Walzenschüsselmühle verwendet wird, die vorzugsweise mit extern vorgesehenem Klassierer arbeitet.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens 50 % der Durchsatzmenge der Mahlstufe unmittelbar nach dem Passieren der Mahlstufe erneut dieser Mahlstufe zugeführt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß 70 bis 95 % der Durchsatzmenge der Mahlstufe unmittelbar nach dem Passieren der Mahlstufe erneut dieser Mahlstufe zugeführt werden.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die massenbezogene Oberfläche (nach Blaine) des aus der Mahlstufe abgezogenen und der Klassierstufe zugeführten Restes der Durchsatzmenge das 0,5- bis 0,8fache der massenbezogenen Oberfläche des Fertigproduktes beträgt.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die massenbezogene Oberfläche (nach Blaine) des Feingutes des einen Klassieraggregates das 1,2- bis 2,0fache und die des anderen Klassieraggregates das 0,4- bis 0,8fache der massenbezogenen Oberfläche des Fertigproduktes beträgt.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trenngrenzen der beiden Klassieraggregate im Verhältnis 1 : 1,5 bis 1 : 4 eingestellt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teilstrom des Feingutes der Klassierstufe einer Nachmahlung, vorzugsweise in einer Kugelmühle, unterworfen wird.
- 30 10. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der nicht erneut der Mahlstufe zugeführte Rest der Durchsatzmenge der Mahlstufe zunächst einer Desagglomerator-Stufe zugeleitet wird, ehe er dann in die Klassierstufe gelangt.
- 35 11. Anlage zur Zerkleinerung von Mahlgut, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Anlagenteile:
 - a) eine nach dem Prinzip der Druckzerkleinerung arbeitende Mühle (2, 12),
 - b) einen dieser Mühle (2, 12) nachgeschalteten ersten Gutstromteiler (3), durch den ein einstellbarer Teil der Durchsatzmenge der Mühle zum Aufgabeschacht (2a, 12a) dieser Mühle rückführbar und der Rest der Durchsatzmenge einer Klassierstufe zuführbar ist,
 - 40 c) zwei die Klassierstufe bildende, auf unterschiedliche Feinheit eingestellte Klassieraggregate (6, 7),
 - d) einen der Klassierstufe vorgeschalteten zweiten Gutstromteiler (5) zur Aufteilung des der Klassierstufe zuzuführenden Gutstromes auf die beiden Klassieraggregate (6, 7).
12. Anlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die nach dem Prinzip der Druckzerkleinerung arbeitende Mühle durch eine Gutbettwalzenmühle (2) gebildet wird.
- 45 13. Anlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den beiden Gutstromteilern (3, 5) ein Desagglomerator (4) angeordnet ist.
14. Anlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die nach dem Prinzip der Druckzerkleinerung arbeitende Mühle durch eine Walzenschüsselmühle (12) gebildet wird, die vorzugsweise in Form einer sichterlosen Walzenschüsselmühle für nach unten ausfallendes Mahlgut ausgebildet ist.
- 50 15. Anlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Klassierstufe eine zur Nachmahlung wenigstens eines Teiles des Feingutes der Klassifizierstufe dienende weitere Mühle, vorzugsweise eine Kugelmühle (8), nachgeschaltet ist.
- 55

Claims

1. Method of crushing material for grinding, characterised by the combination of the following method steps:
 - 5 a) the material for grinding first of all passes in multiple circulation through a grinding stage which operates on the pressure crushing principle, a proportion of the throughput of the grinding stage being delivered back to this grinding stage immediately after having passed through the grinding stage;
 - 10 b) the rest of the throughput of the grinding stage is delivered without further grinding to a classification stage which consists of at least two classification assemblies set to different degrees of fineness, selectable branch streams of the material drawn off from the grinding stage being delivered to each of these assemblies and the streams of fines therefrom being mixed together.
2. Method as claimed in claim 1, characterised in that at least one material bed roller mill is used as the grinding stage.
3. Method as claimed in claim 1, characterised in that at least one bowl roller mill which preferably operates with an external classifier is used as the grinding stage.
- 20 4. Method as claimed in claim 1, characterised in that at least 50% of the throughput of the grinding stage is delivered back to the grinding stage immediately after passing through the grinding stage.
5. Method as claimed in claim 1, characterised in that 70 to 95% of the throughput of the grinding stage is delivered back to the grinding stage immediately after passing through the grinding stage.
- 25 6. Method as claimed in claim 1, characterised in that the specific surface area (Blaine fineness) of the rest of the throughput quantity drawn off from the grinding stage and delivered to the classification stage is 0.5 to 0.8 times the specific surface area of the finished product.
- 30 7. Method as claimed in claim 1, characterised in that the specific surface area (Blaine fineness) of the fines from one classification assembly is 1.2 to 2.0 times and that of the other classification assembly is 0.4 to 0.8 times the specific surface area of the finished product.
8. Method as claimed in claim 1, characterised in that the separation limits of the two classification assemblies are set in a ratio of 1 : 1.5 to 1 : 4.
- 35 9. Method as claimed in claim 1, characterised in that at least a branch stream of the fines from the classification stage is subjected to regrinding, preferably in a ball mill.
- 40 10. Method as claimed in claim 2, characterised in that the rest of the throughput quantity of the grinding stage which is not returned to the grinding stage is first of all passed to a disagglomerator stage before it enters the classification stage.
11. Apparatus for crushing material for grinding, characterised by the combination of the following parts:
 - 45 a) a mill (2, 12) operating on the pressure crushing principle,
 - b) a first material stream divider (3) which is arranged after this mill (2, 12) and through which an adjustable proportion of the throughput quantity of the mill can be returned to the feed shaft (2a, 12a) of this mill and the rest of the throughput quantity can be delivered to a classification stage,
 - 50 c) two classification assemblies (6, 7) which are set to different degrees of fineness and form the classification stage,
 - d) a second material stream divider (5) which is arranged before the classification stage and by which the stream of material to be delivered to the classification stage is distributed to the two classification assemblies (6, 7).
- 55 12. Apparatus as claimed in claim 11, characterised in that the mill operating on the pressure crushing principle is formed by a material bed roller mill (2).

13. Apparatus as claimed in claim 12, characterised in that a disagglomerator (4) is arranged between the two material stream dividers (3, 5).
- 5 14. Apparatus as claimed in claim 11, characterised in that the mill operating on the pressure crushing principle is formed by a bowl roller mill (12) which is preferably constructed in the form of a bowl roller mill for material for grinding which falls out downwards and has no separator.
- 10 15. Apparatus as claimed in claim 11, characterised in that a further mill, preferably a ball mill (8), is arranged after the classification stage and serves for regrinding at least a proportion of the fines from the classification stage.

Revendications

- 15 1. Procédé de fragmentation d'un produit, caractérisé par la combinaison des étapes suivantes :
- a) le produit à broyer effectuée tout d'abord plusieurs passages dans un étage de broyage qui opère suivant le principe de la fragmentation par compression, une partie du débit de l'étage de broyage étant renvoyée à nouveau dans cet étage de broyage directement après passage par cet étage de broyage ;
- 20 b) le reste du débit de l'étage de broyage est dirigé sans autre broyage dans un étage de classement qui se compose d'au moins deux modules de classement réglés à des finesses différentes et sur lesquels des courants partiels sélectionnables du produit soutiré de l'étage de broyage sont dirigés, les courants de produit à granulométrie fine provenant de ces modules de classement étant mélangés.
- 25 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins un broyeur à cylindres d'un lit de matière est utilisé en étage de broyage.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins un broyeur à cylindre et à auge, qui opère de préférence avec un classeur prévu extérieurement, est utilisé en étage de broyage.
- 30 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins 50 % du débit de l'étage de broyage sont dirigés directement, immédiatement après passage par l'étage de broyage, à nouveau dans cet étage de broyage.
- 35 5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que 70 à 95 % du débit de l'étage de broyage sont renvoyés à nouveau dans cet étage de broyage immédiatement après passage dans cet étage de broyage.
- 40 6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface rapportée à la masse (selon Blaine) du reste du débit soutiré de l'étage de broyage et dirigé sur l'étage de classement correspond à 0,5 à 0,8 fois la surface rapportée à la masse du produit fini.
- 45 7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface rapportée à la masse (selon Blaine) du produit à granulométrie fine de l'un des modules de classement correspond à 1,2 à 2,0 fois et celle de l'autre module de classement correspond à 0,4 à 0,8 fois la surface rapportée à la masse du produit fini.
- 50 8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la limite de séparation des deux modules de classement est réglée dans le rapport de 1 : 1,5 à 1 : 4.
9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins un courant partiel du produit à granulométrie fine provenant de l'étage de classement est soumis à un broyage complémentaire, de préférence dans un broyeur à boulets.
- 55 10. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le reste du débit de l'étage de broyage qui n'est pas renvoyé à nouveau dans l'étage de broyage est dirigé d'abord sur un étage de désagglomération avant qu'il parvienne ensuite dans l'étage de classement.

11. Installation de fragmentation d'un produit, caractérisé par la combinaison des éléments suivants d'installation :

- a) un broyeur (2, 12) opérant d'après le principe de la fragmentation par compression,
- b) un premier subdiviseur (3) du courant de produit qui est monté en aval de ce broyeur (2, 12) et qui est destiné à recycler une partie réglable du débit du broyeur dans la trémie de chargement (2a, 12a) de ce broyeur et à envoyer le reste du débit dans un étage de classement,
- c) deux modules de classement (6, 7) formant l'étage de classement et réglés à des finesses différentes,
- d) un second subdiviseur (5) du courant de produit qui est monté en amont de l'étage de classement et qui est destiné à répartir le courant de produit devant être dirigé dans l'étage de classement sur les deux modules de classement (6, 7).

12. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce que le broyeur opérant d'après le principe de la fragmentation par compression est formé d'un broyeur à cylindres (2) d'un lit de matière.

13. Installation selon la revendication 12, caractérisée en ce qu'un désagglomérateur (4) est disposé entre les deux subdiviseurs (3, 5) du courant de produit.

14. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce que le broyeur opérant d'après le principe de la fragmentation par compression est formé d'un broyeur (12) à cylindre et auge qui est réalisé de préférence sous la forme d'un broyeur à cylindre et auge sans séparateur pour un produit broyé qui sort en tombant.

15. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'un autre broyeur, de préférence un broyeur à boulets (8), destiné à effectuer un broyage complémentaire d'au moins une partie du produit à granulométrie fine sortant de l'étage de classement, est monté en aval de l'étage de classement.

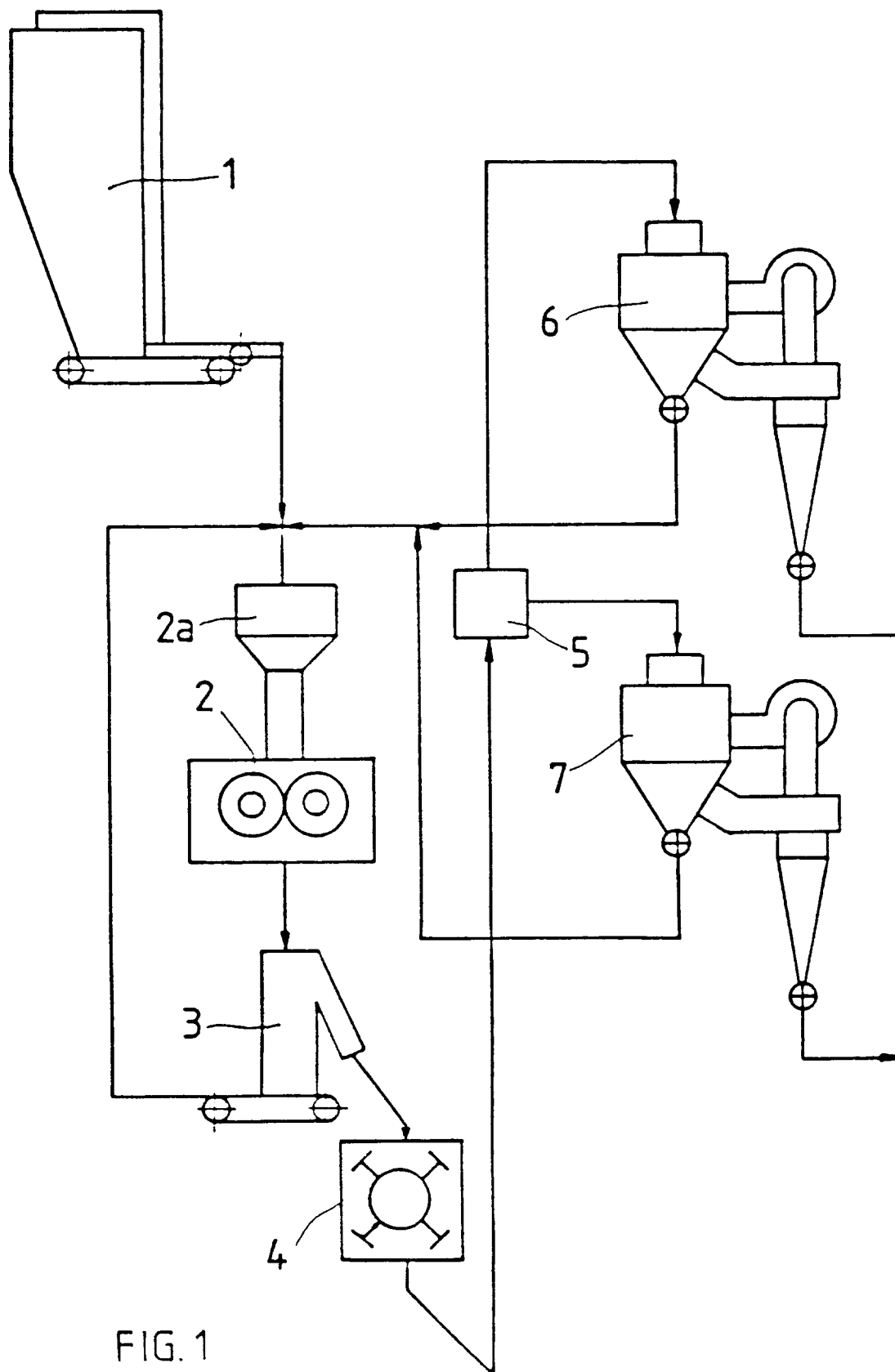


FIG. 1

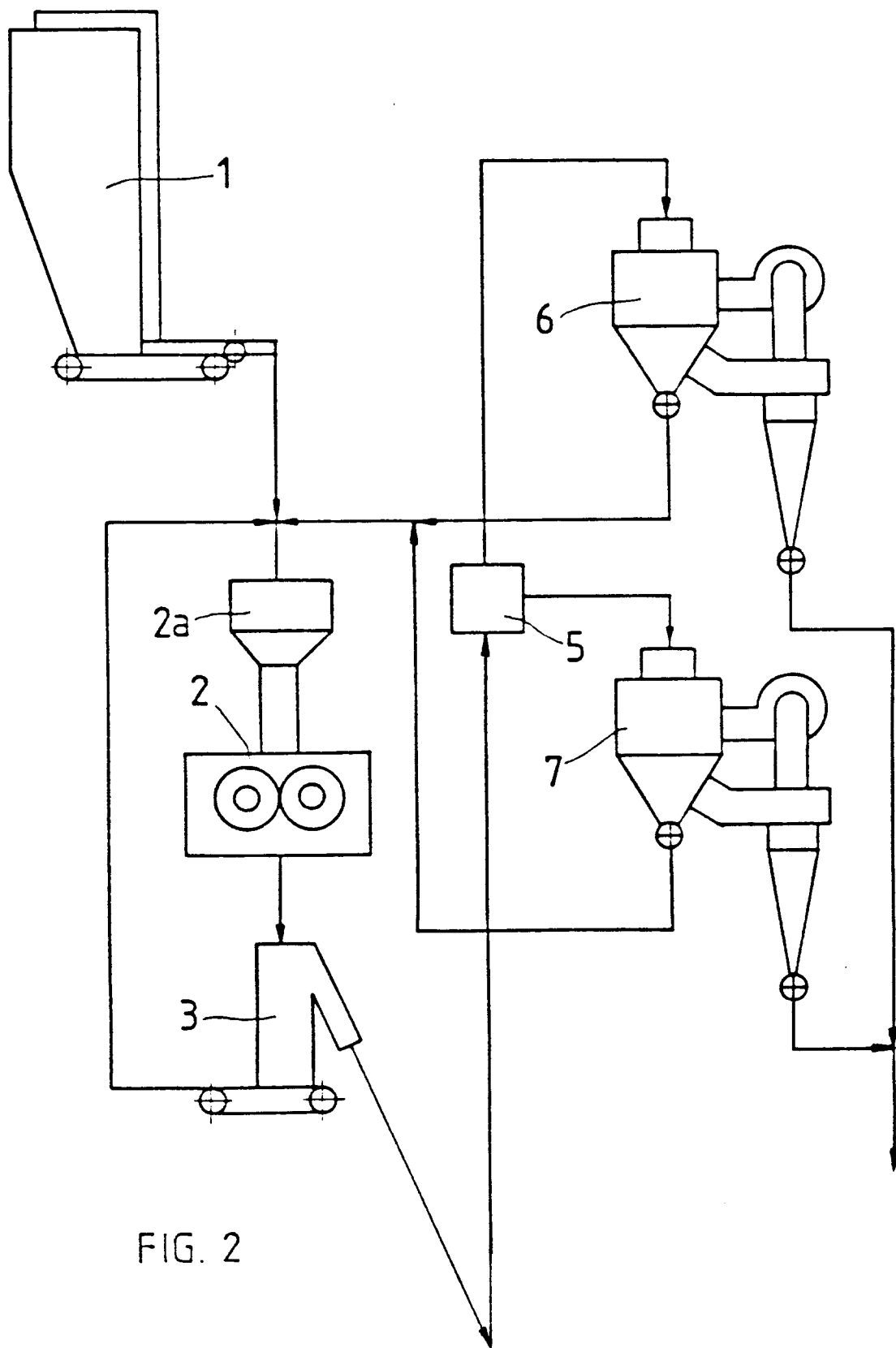


FIG. 2

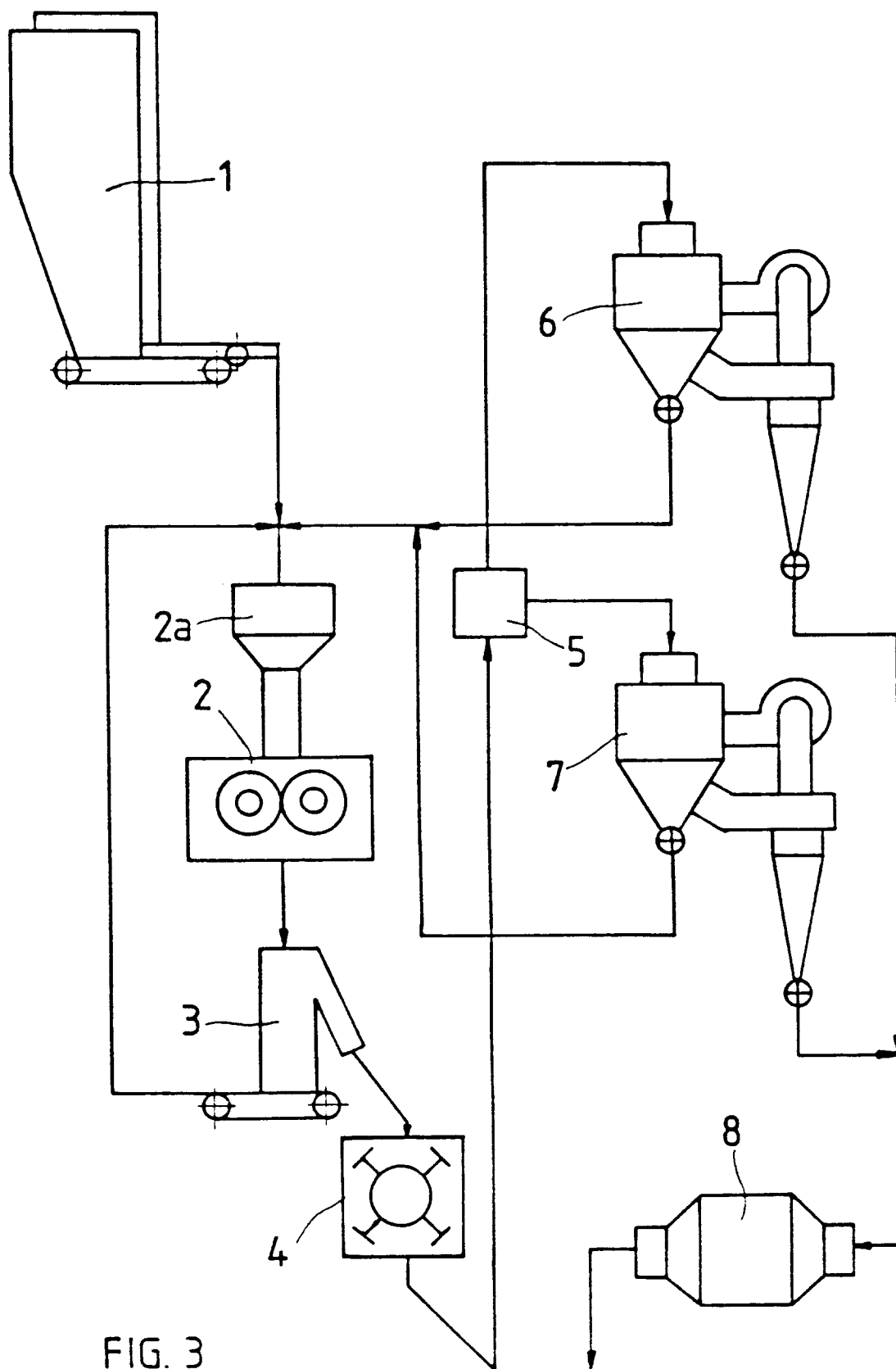


FIG. 3

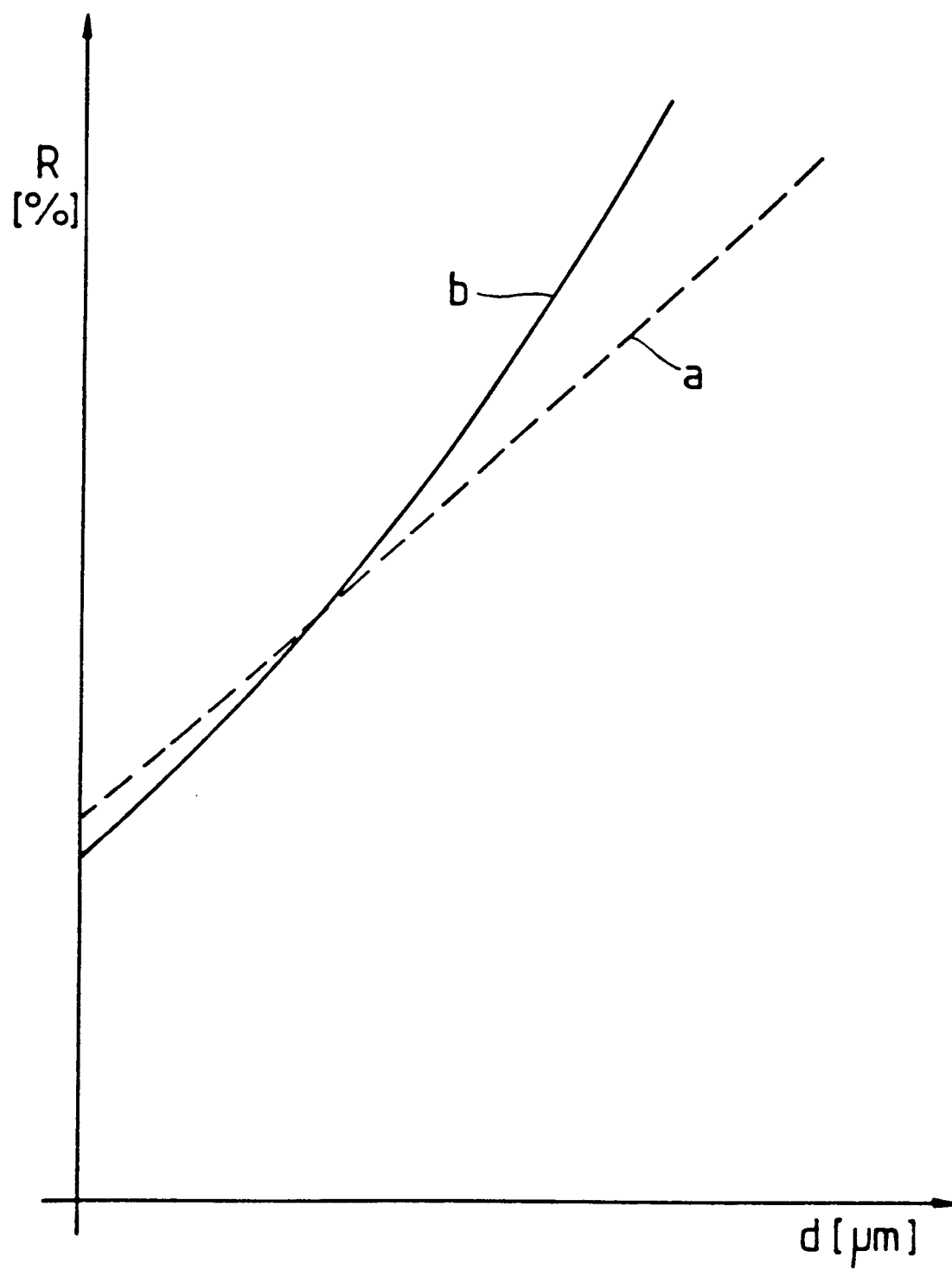


FIG. 4

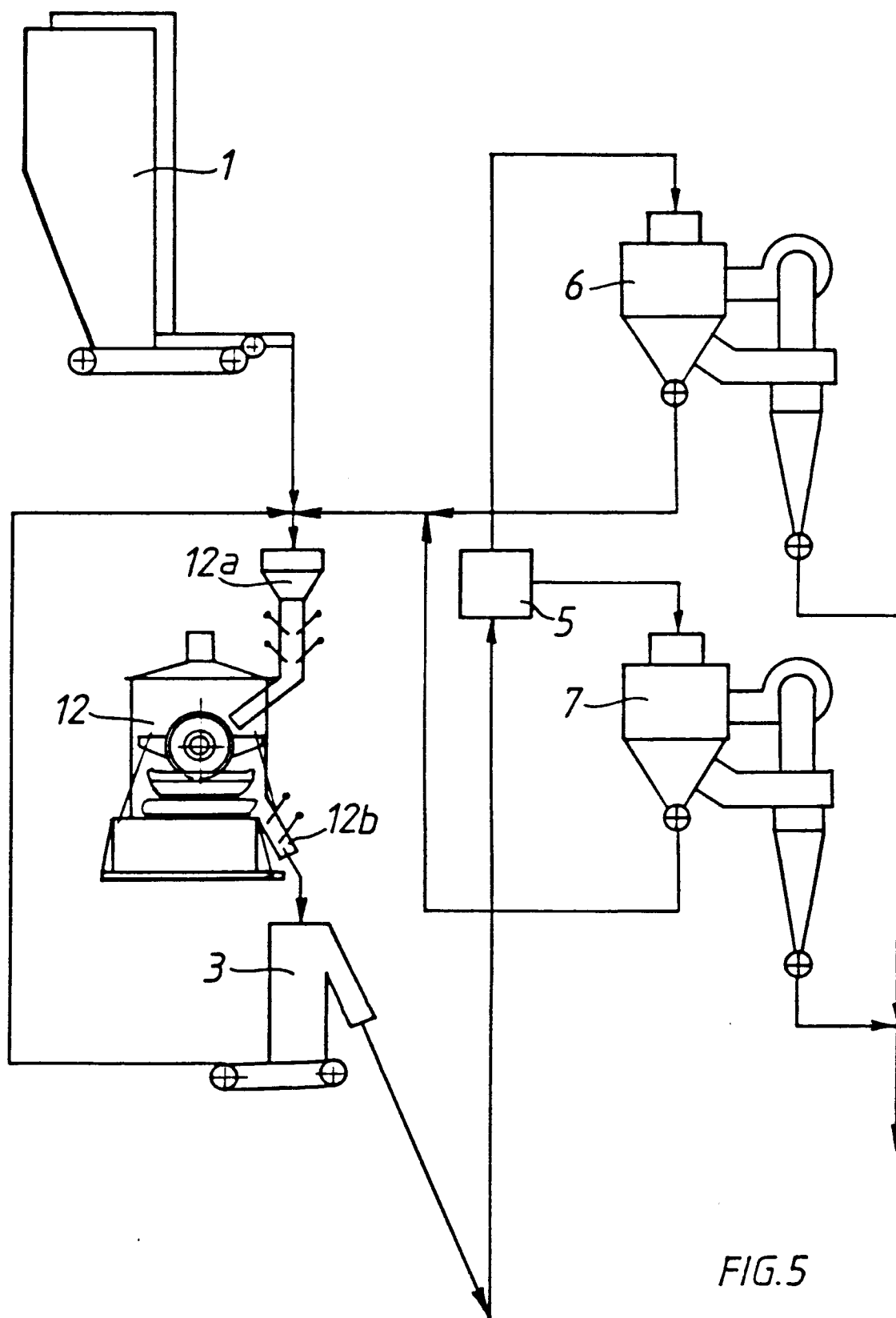


FIG. 5