

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 221 377
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 86113849.3

51

Int. Cl.4: **B02C 17/08**

22

Anmeldetag: 07.10.86

30

Priorität: 02.11.85 DE 3538991

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.05.87 Patentblatt 87/20

84

Benannte Vertragsstaaten:
AT FR GB

71

Anmelder: **Fried. Krupp Gesellschaft mit
beschränkter Haftung**
Altendorfer Strasse 103
D-4300 Essen 1(DE)

72

Erfinder: **Auerbach, Horst**
Oemberg 92
D-4330 Mülheim/Ruhr(DE)
Erfinder: **Dörr, Hermann**
Theodor-Suhnelstrasse 6
D-4330 Mülheim/Ruhr(DE)

54

Verfahren zur Feinstzerkleinerung von mineralischen Stoffen und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Bei einem Verfahren zur Feinstzerkleinerung von mineralischen Stoffen, insbesondere von mineralischen Rohstoffen, im trockenen Zustand, unter Verwendung einer Planetenmühle, deren mindestens zwei jeweils mit sich in axialer Richtung erstreckenden Hubleisten versehene Mahlrohre gegenüber ihrer Umlaufbahn jeweils einen 1,5-bis 4-fach kleineren Durchmesser aufweisen und mit einer solchen Umlauffrequenz betrieben werden, daß die auftretenden Fliehkräfte zwischen 2,5 und 15 g betragen, wird eine größere Wirtschaftlichkeit der Zerkleinerung dadurch erzielt, daß die Achsen der Mahlrohre der Planetenkugelmühle zur Horizontalen geneigt angeordnet werden und das Verhältnis der Umlauffrequenz Mahlrohrbahn/Mahlrohr 0,4 bei 0,8 eingestellt wird.

EP 0 221 377 A2

Verfahren zur Feinstzerkleinerung von mineralischen Stoffen und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Feinstzerkleinerung von mineralischen Stoffen, insbesondere mineralischen Rohstoffen im trockenen Zustand unter Verwendung einer Planetenmühle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, und eine zugehörige Vorrichtung.

Die Planetenmühle oder Planetenkugelmühle ist eine mit mehreren Mahlrohren versehene Fliehkraftkugelmühle, bei der die parallelachsig angeordneten Mahlrohre unter Eigendrehung um eine ebenfalls parallele Hauptdrehachse umlaufen.

Bekannt ist ein Verfahren zur Feinstzerkleinerung dieser Art unter Anwendung einer Planetenmühle zur Aufbereitung feinstverwachsener Erze, wie z.B. Blei-Zink-Erzen, die anschließend einer Flotation unterzogen werden. Die Achsen der Mahlrohre der Planetenkugelmühle sind dabei in üblicher Weise horizontal angeordnet.

Es sind ferner Verfahren zur Zerkleinerung von Mahlgut mit einer Planetenmühle vorbekannt, bei denen die Achsen der Mahlrohre senkrecht oder nahezu senkrecht angeordnet sind. Diese Anordnung hat den Nachteil, daß durch eine zu geringe Verweilzeit in der Planetenmühle eine Feinstzerkleinerung nicht erzielbar ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, mit dem die Feinstzerkleinerung von Gestein im trockenen Zustand unter Verwendung einer Planetenmühle auf wirtschaftliche Weise durchgeführt werden kann.

Bei einem Verfahren der eingangs genannten Art liegt die Lösung dieser Aufgabe in den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1.

Das Verfahren nach der Erfindung ist für alle nicht zu harten mineralischen Stoffe, insbesondere Rohstoffe, wie z.B. Braun- und Steinkohlen, Bauxite, aber auch Uranerze und Kupferkiese, Zementklinker und Quarze, besonders vorteilhaft jedoch für kalziumkarbonathaltige Gesteine, wie Kalkstein, Marmor, Kreide, Dolomit und ähnliche Gesteine einsetzbar.

Überraschend hat sich gezeigt, daß mit dem neuen Verfahren bei den genannten Stoffen gute Zerkleinerungswerte unter wirtschaftlichen Bedingungen erzielt werden können. Dabei ist das Verfahren sehr variabel zu führen und insbesondere an die verschiedenen Mahlgüter anpaßbar.

Durch die Maßnahme, die Achsen der Mahlrohre zur Horizontalen unter einer gewissen Neigung unterhalb von 30° anzuordnen, wird erreicht, daß die Verweilzeit des Mahlgutes in den Mahlrohren auf den Einzelfall nahezu optimal einstellbar ist. Dadurch wird eine ausreichende Feinstzerkleine-

rung erzielt, ohne daß ein unwirtschaftliches "Übermahlen" eintritt. Der einzustellende Winkel richtet sich dabei nach der jeweiligen Beschaffenheit des Mahlgutes, insbesondere nach dessen Mahlbarkeit. Mit schlechter werdender Mahlbarkeit wird die Neigung verringert und umgekehrt. Beim Einfahren der Anlage mit einem bestimmten Mahlgut oder beim Mahlgutwechsel kann die günstigste Neigungseinstellung ausprobiert werden. Allgemein gute Ergebnisse sind zu erzielen, wenn die Achsen der Mahlrohre 5 bis 20° zur Horizontalen geneigt angeordnet sind.

Bevorzugt wird das Verhältnis der Umlauffrequenz Mahlrohrbahn/Mahlrohr so eingestellt, daß es 0,45 bis 0,65 beträgt. Es ist überraschend gefunden worden, daß in diesem Bereich die günstigsten Mahlergebnisse erzielt worden sind.

Weiter verbesserte Ergebnisse sind erzielbar, wenn die Mahlrohre mit einem Luftstrom von 0,2 bis 1 m/s, vorzugsweise 0,4 bis 0,6 m/s beaufschlagt werden. Dadurch werden die bereits in ausreichendem Umfang zerkleinerten Partikel beschleunigt ausgetragen.

Von besonderem Vorteil ist es ferner, wenn der Werkstoff der Mahlrohrwand so auf das eingesetzte Mahlgut abgestimmt wird, daß der Hafttreibungsbeiwert verringert wird. Der zumindest teilweise Einsatz geeigneter Mahlkörper der gleichen Art wie das Mahlgut ergibt eine größere Wirtschaftlichkeit dadurch, daß diese Mahlkörper billiger als die Mahlkörper aus Stahl, die üblicherweise verwendet werden, gefertigt werden können.

Eine besonders genaue Einstellung des Zerkleinerungsgrades und weitere Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit läßt sich dadurch erzielen, daß der Planetenmühle ein Sieb im Kreislauf zugeschaltet wird und das in diesem Sieb abgeschiedene Grobgut im Kreislauf zurückgeführt wird. Der einer ausreichenden Feinstzerkleinerung in der Trennschärfe angepaßte Sieb weist vorzugsweise Trenngrenzen im Bereich von < 40 µm auf. Besonders geeignet ist ein sogenannter Kanalrad-sieb.

Mit dem Verfahren nach der Erfindung kann eine Feinstzerkleinerung durch Trockenmahlung auch bei stark backendem Mahlgut erzielt werden. Gegenüber einer in solchen Fällen sonst erforderlichen Naßmahlung, bei welcher wesentlich mehr Material bewegt wird und entsprechend höherer Verschleiß auftritt, bringt der Einsatz der Trockenmahlung erhebliche Vorteile. Die erforderliche Mahlanlage weist ein entsprechend geringeres Gewicht und niedrigere Herstellungskosten auf.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand der Zeichnung nachfolgend näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Flußbild eines Ausführungsbeispiels des neuen Verfahrens und

Fig. 2 schematisch den Aufbau einer dabei eingesetzten Planetenmühle im senkrechten Schnitt.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, wird das Mahlgut dem Sichter, einem Kanalradsichter aufgegeben, der bereits feinstzerkleinertes Mahlgut als fertiges Mahlprodukt ausscheidet. Das vom Sichter ausgeschiedene gröbere Mahlgut, die sogenannte Griesse, wird einer geneigt angeordneten Planetenmühle, wie es Fig. 2 zeigt, zum Zerkleinern aufgegeben. Nach dem Durchlauf durch die Planetenmühle wird das zerkleinerte Mahlgut, der sogenannte Mühlenausstrag, im Kreislauf zurückgeführt und zusammen mit frischem Mahlgut dem Sichter wieder aufgegeben. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß bei Verwendung nur eines einzigen Sichters das Mahlprodukt stets die gewünschte Feinheit aufweist.

In der Darstellung nach Fig. 2 ist erkennbar, daß die Hauptdrehachse 1, um welche sich die Mahlrohre 2 und 3 einer Planetenmühle drehen, gegenüber der Horizontalen des Maschinenflurs 4 um etwa 20° geneigt angeordnet ist. Einlaufseitig ist die Planetenmühle auf ein Lager 5 drehbar abgestützt, während austragsseitig ein zylindrischer Getriebeblock 6 in einem Lagergehäuse 7 umläuft. Der Getriebeblock 6 bewirkt durch eingebaute entsprechende Antriebsmittel die Drehung der Mahlrohre 2 und 3 um die Hauptdrehachse 1 und die gleichzeitige, jedoch entgegengerichtete Drehung um deren eigene Drehachsen 8 und 9. Die Mahlrohre 2 und 3 weisen in der Nähe ihres Eintragsendes jeweils eine sich über ihren Querschnitt erstreckende Einlaufschlitzwand 10 auf. Die stirnseitig am Austragsende der Mahlrohre 2 und 3 jeweils befindliche Austragswand 11 ist mit einem ringförmigen, coaxialen Schlitz 12 für den Mahlgutdurchtritt versehen. Zwischen der Einlaufschlitzwand 10 und der Austragswand 11 erstrecken sich jeweils an der Innenwand des Mahlrohrs angeordnete Hubleisten 13 in axialer Richtung.

Um die Verstellung der Neigung der Hauptdrehachse 1 gegenüber der Horizontalen bei der Planetenmühle auf einfache Weise durchführen zu können, ist das Lager 5 über eine beidseitig angelenkte Verstellspindel 20 und das Lagergehäuse 7 über zwei achsgleich angeordnete Schwenklager 21 auf dem Maschinenflur 4 abgestützt. Dadurch ergibt sich vorteilhaft eine statisch bestimmte Dreipunktlagerung der Anlage. Die Achsen der Schwenklager 21 und der Gelenke der Verstellspindel 20 verlaufen jeweils senkrecht zur Hauptdrehachse 1.

Das Mahlgut gelangt durch einen feststehend angeordneten Einlauftrichter 14 über eine Förderschnecke 19 und anschließend über einen im Lager 5 gehaltenen Verteiler 15, dessen zwei rohrförmige Arme jeweils in einen flanschförmigen Einlauf 16 münden, welcher gleichzeitig der Lagerung des Einlaufenden des jeweiligen Mahlrohrs dient. Durch die Einlaufschlitzwand 10 gelangt das Mahlgut anschließend in den Arbeitsraum des jeweiligen Mahlrohrs, wo es durch die darin befindlichen Mahlkörper zerkleinert wird und durch den ringförmigen Schlitz 12 in ein nachgeschaltetes Austragsrohr 17 weitergeleitet und danach über ein Auffanggehäuse 18 aus der Einrichtung ausgetragen wird. Die Austragsrohre 17 durchdringen coaxial zu den Drehachsen 8 und 9 der Mahlrohre 2 und 3 den Getriebeblock 6. Gegeneinander drehende Teile der Planetenmühle sind jeweils mit geeigneten Abdichtungselementen versehen.

Eine der Fig. 2 entsprechende Planetenmühlen-Anlage wird bevorzugt so ausgeführt, daß deren Mahltrommeln einen lichten Durchmesser von 450 mm und eine wirksame Länge von 900 mm aufweisen, und die Drehfrequenz der Mahlrohre auf der Mahlrohrbahn mit 135 min⁻¹ eingestellt wird. Die Eigenfrequenz der Mahlrohre liegt bei 270 min⁻¹, woraus sich bei einem Durchmesser der Mahlrohrbahn von 900 mm im Betrieb eine Flechkraft von 9 g ergibt. Die Höhe der Hubleisten wird den eingesetzten Mahlkörpern so angepaßt, daß sie zwischen dem 0,5- und 1,5-fachen der maximalen Mahlkörperdurchmesser liegt und bevorzugt auf das etwa 0,9-fache des maximalen Mahlkörperdurchmessers eingestellt wird. Die Anzahl der Hubleisten richtet sich nach dem lichten Durchmesser der Mahltrommel, beträgt jedoch mindestens 4. Der Abstand der auf den Mahltrommelumfang gleichmäßig verteilten Hubleisten soll 0,3 m nicht über- und 0,1 m nicht unterschreiten. Vorteilhaft ist ein Abstand, der zwischen 0,15 und 0,2 m liegt.

Der dem Aufgabetrichter 14 nachgeschaltete Verteiler 15 ist so gelagert, daß seine Drehzahl von der Drehfrequenz der Mahlrohre unabhängig einstellbar ist und mit einer 2,5-bis 4-fachen Drehfrequenz, bezogen auf die Mahlrohrbahn, betrieben wird. Auf diese Weise werden Stauungen des Mahlgutes mit Sicherheit vermieden.

Versuchsbericht

Im halbtechnischen Maßstab wurde eine Planetenmühle eingesetzt, die wie das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 aufgebaut war. Der lichte Durchmesser der Mahlrohre betrug 120 mm, die wirksame Mahlrohrlänge 210 mm. Die Neigung der Hauptdrehachse war auf 18° einge-

stellt. Bei dem Zerkleinern wurde Kalkstein mit einer Korngröße von 1 bis 3,15 mm als Mahlgut in einer Produktrate von 25 kg/g aufgegeben. Die Umlaufzahl, das ist das Verhältnis des Massenstroms des Mühlenaustrags zu dem des Mahlprodukts betrug 2,5. Daraus ergab sich eine Fliehkrafthöhe von 13 g. Die gattierten kugelförmigen Mahlkörper hatten einen mittleren Durchmesser von 7,2 mm und bestanden aus Stahl. Der Füllungsgrad der Mahlkörper in den Mahlrohren betrug 0,4. Der Planetenmühle war ein Kanalsichter entsprechend dem Fließbild nach Fig. 1 vorgeschaltet. Das aus dem Kanalsichter ausgeschiedene Mahlprodukt wies bei 100 % des Austrags eine Feinheit < 24 µm auf. Der spezifische Energiebedarf für die Mahlung lag unter 50 kWh/t des erzeugten Mahlprodukts.

In derselben Anlage wurde Zementklinker zu Feinstzement verarbeitet. Dabei wurde die Neigung der Mahlrohrachsen auf 15° eingestellt. Die Produktrate betrug 4 kg/h bei einer Aufgabekorngröße < 3 mm. Die Umlaufzahl betrug 4 und der Mahlkörperfüllungsgrad wieder 0,4. Die sich ergebende Fliehkrafthöhe lag bei 3 g. Bei einem spezifischen Energiebedarf von 42 kWh/t ergab sich eine Feinheit des Mahlprodukts von 5000 cm²/g nach Blaine.

In der Anlage wurde ferner Bauxit mit einer Korngröße < 3,15 mm bei einer Mahlrohrachsen-Neigung von 15° mit einer Produktrate von 14 kg/h und bei einem Mahlkörperfüllungsgrad von 0,4 mit Stahlkugeln von 10 mm Durchmesser aufgegeben. Die Umlaufzahl betrug 2,5, die Fliehkrafthöhe 13 g. Die erzielte Feinheit des Mahlproduktes lag bei einem spezifischen Energiebedarf von 90 kWh/t 81 % des Mahlproduktes < 12 µm.

Ansprüche

1. Verfahren zur Feinstzerkleinerung von mineralischen Stoffen, insbesondere mineralischen Rohstoffen, im trockenen Zustand, unter Verwendung einer Planetenmühle, deren mindestens zwei jeweils mit sich in axialer Richtung erstreckenden Hubleisten versehene Mahlrohre gegenüber ihrer Umlaufbahn jeweils einen 1,5 bis 4-fach kleineren Durchmesser aufweisen und mit einer solchen Umlauffrequenz betrieben werden, daß die auftretenden Fliehkräfte zwischen 2,5 und 15 g betragen, **dadurch gekennzeichnet**, das die Achsen der Mahlrohre der Planetenmühle bis zu 30° zur Hori-

zontalen geneigt angeordnet werden und das Verhältnis der Umlauffrequenz Mahlröhrbahn/Mahlrohr 0,4 bis 0,8 eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen der Mahlrohre zwischen 5 und 20° zur Horizontalen geneigt angeordnet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Umlauffrequenz Mahlröhrbahn/Mahlrohr 0,45 bis 0,65 eingestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mahlrohre mit einem Luftstrom in Austragsrichtung von 0,2 bis 1 m/s, vorzugsweise 0,4 bis 0,6 m/s beaufschlagt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff der Mahlrohrwand so auf das eingesetzte Mahlgut abgestimmt wird, daß der Haftreibungskoeffizient verringert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest teilweise geeignete Mahlkörper der gleichen Art wie das Mahlgut eingesetzt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das in einem nachgeschalteten Sichter abgeschiedene Grobgut im Kreislauf in die Planetenmühle zurückgeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein trennscharfer Sichter, der Trenngrenzen im Bereich <40 µm aufweist, eingesetzt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Sichter ein Kanalsichter eingesetzt wird.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Mahlrohre 1,5 bis 2 mal so lang wie ihre Durchmesser sind.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenmühle mit Bezug auf ihre Drehachse neigungsverstellbar angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die im Austrags- und Eintragsbereich jeweils gelagerte Planetenmühle im Eintragsbereich mindestens eine zwischen dem Lager und der Bodenabstützung beidseitig angelenkte Längenverstelleinrichtung aufweist.

FIG.1

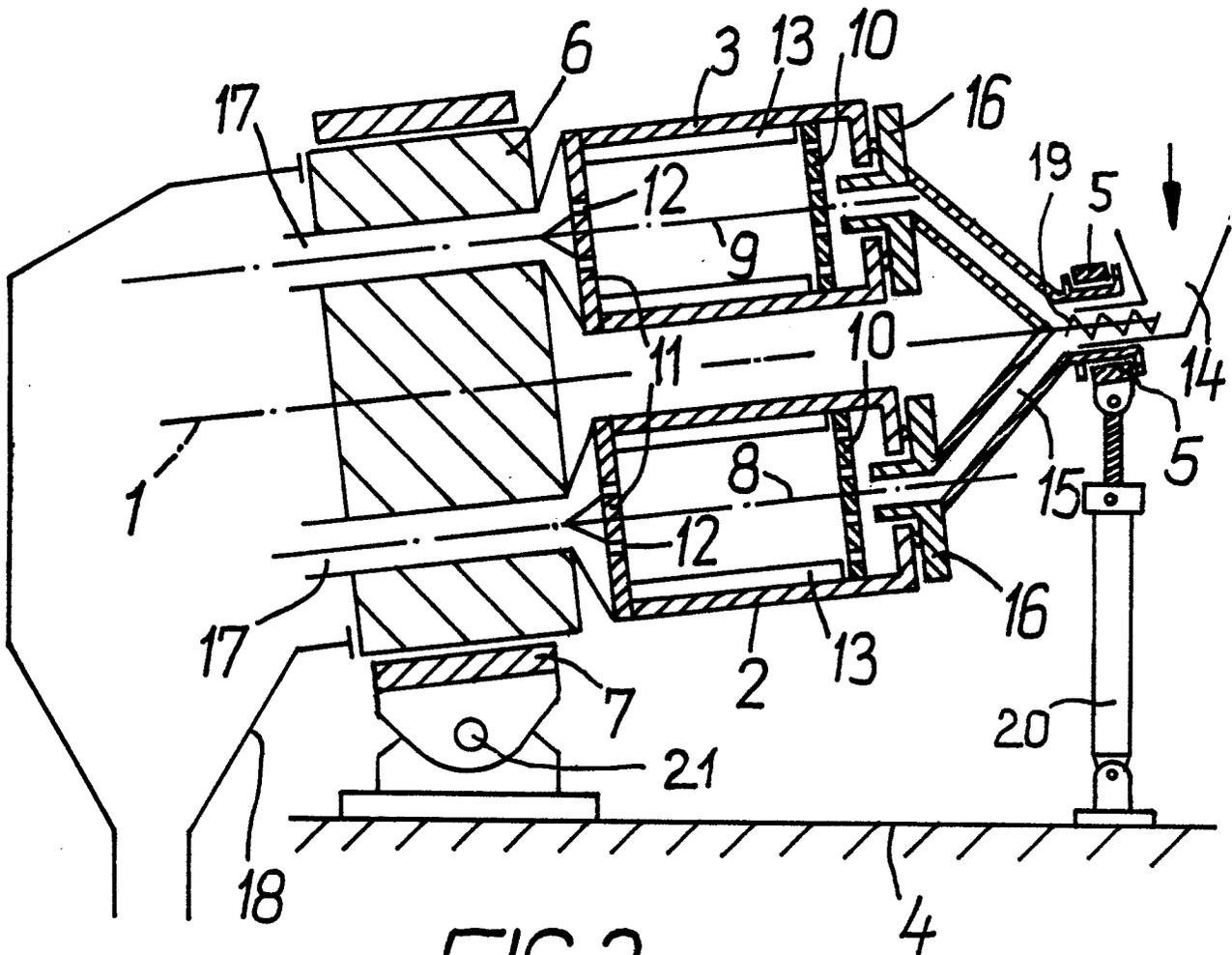
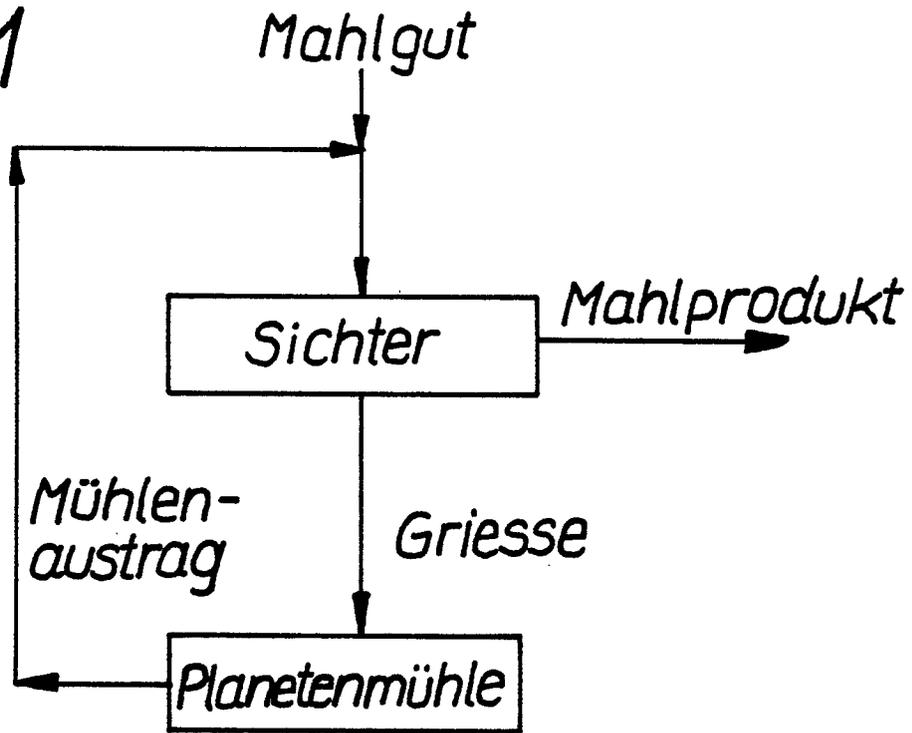


FIG.2