



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **719 669 A2**

(51) Int. Cl.: **B02C 25/00** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 000527/2022

(71) Anmelder:
DRevolution GmbH, Grendelweg 19
5074 Eiken (CH)

(22) Anmeldedatum: 06.05.2022

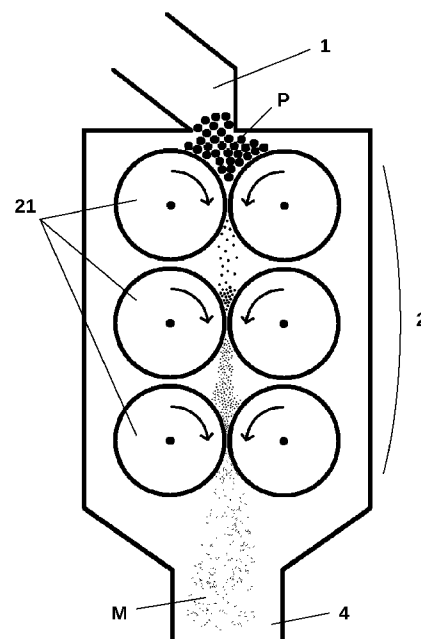
(72) Erfinder:
Joël Chiapparelli, 5074 Eiken (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.11.2023

(74) Vertreter:
euromaier AG, Berglihöh 3
8725 Ernetschwil (CH)

(54) **Autonome Mühle und Mahlverfahren.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Mühle umfassend einen Einlauf (1) für zu mahlende Produkte (P), mindestens ein Mahlwerk (2), einen Auslauf für das Mahlgut (M), mindestens eine Partikelmesssonde (4) zur Ermittlung der Grössen der daran vorbeilaufenden Partikeln, eine Steuereinheit und Mittel zur Einstellung des Mahlwerks (2). Die mindestens eine Partikelmesssonde (4) oder eine Partikelentnahmevorrichtung, welche über eine Absaugvorrichtung mit der Partikelmesssonde (4) verbunden ist, ist im Mahlwerk (2) oder zwischen dem Mahlwerk (2) und dem Auslauf angeordnet. Die Steuereinheit ist zur Steuerung der Mittel zur Einstellung des Mahlwerks (2) aufgrund von Informationen aus der mindestens einen Partikelmesssonde, insbesondere einer aufgrund von mehreren Messungen ermittelten Grössenverteilung, geeignet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine autonome Mühle zur Verkleinerung von Naturprodukten und ein Mahlverfahren.

[0002] Der Zweck einer Mühle ist das Zerkleinern von grobem Material in ein feinkörniges Endprodukt, wobei die Grösse der gemahlten Partikeln in vielen Fällen das entscheidende Qualitätsmerkmal und somit die Führungsgrösse des Mahlprozesses darstellt. In der Mühle wird das grobe Material meistens zwischen paarweise angeordneten Walzen befördert, wobei die Walzen eines Walzenpaars mit einem gewissen Walzenspalt beabstandet sind. Die Partikelgrösse des resultierenden Mahlguts ist abhängig von der Breite des Walzenspalts und kann durch ein Zusammen- bzw. Auseinanderfahren der Walzen eingestellt werden. Neben der Breite des Walzenspalts können auch die Umgebungstemperatur, die Temperatur der zu mahlenden Produkte, der in der Mühle herrschende Druck, die Luftfeuchtigkeit, die Feuchtigkeit der zu mahlenden Produkte, die Drehzahl der Walzen, die Walzentemperatur und die in der Mühle herrschenden Vibrationen einen Einfluss auf die Qualität des Mahlgutes haben oder Hinweise auf die Leistung der Mühle geben. Zur Gewährleistung der gleichbleibenden Qualität des Mahlgutes und der Leistung der Mühle ist es im Stand der Technik bekannt, diese Parameter während des Mahlvorgangs zu messen und an einen vorgegebenen Sollwert anzupassen. Zur Überwachung und Einstellung der Partikelgrösse wird typischerweise Mahlgut mithilfe einer Probeentnahmeschaufel aus der Mühle gezogen, die Probe wird anschliessend in einem externen Gerät analysiert und die Mühleinstellungen werden dann je nach Messresultat angepasst. Die Probeentnahme stellt jedoch einen erheblichen sich wiederholenden Aufwand und Materialverlust dar und der durch die externe Messung verursachte Zeitverzug ermöglicht keine effiziente Regelung und Steuerung der Kraftverteilung zwischen den Walzen entwickelt, um die Partikelgrösse während des Mahlvorgangs kontinuierlich anzupassen. Jedoch wird bei dieser Methode nicht direkt die Partikelgrösse gemessen, sondern es wird davon ausgegangen, dass sich die Kraft proportional zum Mahlgrad, d.h. zur Partikelgrösse, verhält. Dies mag für synthetische Produkte wohl der Fall zu sein, aber sicherlich nicht für Naturprodukte, die üblicherweise sehr uneinheitliche Eigenschaften aufweisen. So kann beispielsweise die Härte von Kaffeebohnen oder Weizenkörnern je nach Pflanzensorte, Anbauort, Anbaubedingungen und/oder Trocknungsverfahren stark variieren, und entsprechend variiert dann auch die Grösse der durch die Walzen gemahlten Partikeln, auch mit identischer Kräfteverteilung zwischen den Walzen.

[0003] Die vorliegende Erfindung stellt sich nunmehr die Aufgabe, ein Mahlverfahren und eine autonome Mühle bereitzustellen, welche eine automatische, dynamische und feine Einstellung der Partikelgrösse des Mahlguts während des Mahlprozesses ermöglicht.

[0004] Diese Aufgabe löst eine autonome Mühle mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Mahlverfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8. Weitere Merkmale und Ausführungsbeispiele gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor und deren Vorteile sind in der nachfolgenden Beschreibung erläutert.

[0005] Die Zeichnungen zeigen:

Figur 1a Schematische Darstellung der erfindungsgemässen Mühle, Seitenansicht im Schnitt

Figur 1b Detailansicht des Walzenspaltes eines Walzenpaars, Seitenansicht im Schnitt

Figur 1c Detailansicht des Walzenspaltes eines Walzenpaars, Ansicht von unten

Figuren 2a-b Schematische Darstellungen von Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Mühle, Seitenansichten im Schnitt

[0006] Die Figuren stellen mögliche Ausführungsbeispiele dar, welche in der nachfolgenden Beschreibung erläutert werden.

[0007] In der einfachsten Ausführungsvariante der Erfindung umfasst die autonome Mühle einen Einlauf 1 für zu mahlende Produkte P, mindestens ein Mahlwerk 2, einen Auslauf 3 für das Mahlgut M, mindestens eine Partikelmesssonde 4, eine Steuereinheit und Mittel zur Einstellung des Mahlwerks 2 (Figuren 1a-b). Die mindestens eine Partikelmesssonde 4 wird im Mahlwerk 2 oder zwischen dem Mahlwerk 2 und dem Auslauf 3 angeordnet und misst regelmässig die Grössen der daran vorbeilaufenden Partikeln. Die ermittelten Grössen werden an die Steuereinheit weitergeleitet, welche mit diesen Messwerten eine Grössenverteilung bestimmt. Aufgrund dieser Informationen werden die Mittel zur Einstellung des Mahlwerks 2 angesteuert. Die Mittel zur Einstellung des Mahlwerks 2 umfassen beispielsweise Antriebe, mit welchen die Einstellungen des Mahlwerks 2 geändert werden können. Vorzugsweise ist in der Steuereinheit ein Sollwert oder Vergleichswert für die gewünschte Grössenverteilung der Partikeln des Mahlguts M hinterlegt und die gemessene Grössenverteilung der Partikeln wird mit diesen Angaben verglichen. Stimmt die ermittelte Grössenverteilung nicht mit dem gewünschten Wert überein, werden die Einstellungen des Mahlwerks 2 entsprechend angepasst. Die Informationen zur Anpassung der Einstellungen sind entweder in Abhängigkeit der vorhandenen Messwerte als vordefinierte Werte oder als Erfahrungswerte hinterlegt, oder die Einstellungen werden mittels Trial and Error Methode verändert, bis die gewünschte Grössenverteilung der Partikeln erreicht ist. Die Ermittlung der Grössenverteilung der gemahlten Partikeln durch die Partikelmesssonde

4 und die entsprechende Anpassung der Einstellungen des Mahlwerkes 2 erfolgt vorzugsweise laufend, automatisch und in Echtzeit während des Mahlprozesses. Diese Regelung ermöglicht die sofortige Reaktion auf Änderungen der Partikelgrösse ohne manuelle oder fremde Einwirkung, um eine gleichbleibende Ausgangsqualität jederzeit sicherzustellen.

[0008] In der bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung umfasst das Mahlwerk 2 mindestens ein Paar Walzen 21, die mit einem gewissen Walzenspalt 22 beabstandet sind (Figur 1b). Während des Mahlprozesses rotieren die Walzen 21 gegeneinander, so dass das zu mahlende Produkt P durch den Walzenspalt 22 befördert und in kleinere Partikeln zermahlen wird. Die Partikelmesssonde 4 wird nach dem Walzenpaar 21 angeordnet und ermittelt die Grössenverteilung der resultierenden Partikeln. Da die Grösse der Partikeln eine steigende Funktion der Breite des Walzenspaltes 22 ist, wird die Breite des Walzenspaltes 22 je nach der gemessenen Grössenverteilung der gemahlenden Partikeln durch die Steuereinheit dynamisch angepasst: Sind die Partikeln zu gross, werden die Walzen 21 zusammengefahren und der Walzenspalt 22 wird schmaler - sind die Partikeln zu klein, werden die Walzen 21 auseinander gefahren und der Walzenspalt 22 wird breiter. Die Mittel zur Einstellung des Mahlwerkes 2 dienen dem Zusammen- und Auseinanderfahren der Walzen 21 und werden durch die Steuereinheit gesteuert. Zur Kontrolle der Bewegung der Walzen 21 relativ zueinander und der Breite des Walzenspaltes 22 kann eine Messeinheit vorgesehen werden, die entweder direkt die Breite des Walzenspaltes 22 oder die Position der Drehachse jeder Walze 21 misst.

[0009] Aufgrund von Verschleiss oder Verschmutzung der Walzen kann es zu einer Ungleichheit der Breite des Walzenspaltes 22 entlang der Walzen 21 kommen, was zu einer uneinheitlichen Partikelgrösse des Mahlguts M führt. In einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung sind daher mehrere Partikelmesssonden 4 entlang des Walzenspaltes 22 angeordnet (Figur 1c). Falls zu grosse Abweichungen der Partikelgrösse durch die Partikelmesssonden 4 entlang des Walzenspaltes 22 festgestellt werden, kann mit den Mitteln zur Einstellung des Mahlwerkes 2 die Ausrichtung der Walzen 21 relativ zueinander automatisch angepasst werden, um den ungleichen Walzenspalt 22 zu korrigieren.

[0010] Von Vorteil ist es, wenn das Mahlwerk 2 mehrere Paare Walzen 21 aufweist, durch welche das zu mahlende Produkt P mehrmals und in immer feinere Partikeln zermahlen wird (Figur 1a). Die mehreren Walzenpaare können beispielsweise nacheinander oder übereinander angeordnet werden, damit das zu mahlende Produkt von einem Walzenpaar zum nächsten Walzenpaar gelangt. In diesem Fall kann die Mühle mit einer Partikelmesssonde 4 nach jedem Paar Walzen 21 versehen werden, zur Kontrolle der Partikelgrösse und Justierung jedes einzelnen Walzenpaars 21 (Figur 2a). In einer einfachen Ausführungsvariante der Mühle kann auch eine einzige Partikelmesssonde 4 nach dem letzten Walzenpaar 21 oder im Auslauf 3 oder zwischen dem Mahlwerk 2 und dem Auslauf 3 angeordnet werden (Figur 2b). Es ist damit zu rechnen, dass das gemahlene Endprodukt M durch die verschiedenen Paare Walzen 21 oder durch dazwischen angeordnete Förderer bereits genügend vermischt wird, so dass diese einzige Partikelmesssonde 4 repräsentative Messungen ermitteln kann.

[0011] In einer möglichen Ausführungsvariante ist die Mühle mit einer Absaugvorrichtung versehen, welche Partikelproben, mittels Partikelentnahmeverrichtungen, abwechselungsweise an mehreren verschiedenen Stellen des Mahlwerkes 2 entnehmen und diese zu einer einzigen Partikelmesssonde 4 befördern kann. Dies ermöglicht die Kontrolle der Partikelgrösse an mehreren Stellen des Mahlwerkes 2 und die Justierung jedes Walzenpaars 21, ohne dass mehrere Partikelmesssonden 4 in der Mühle eingebaut werden müssen.

[0012] Zusätzlich zur Partikelgrösse können während des Mahlprozesses auch noch weitere Parameter gemessen und gesteuert werden, die für die Qualität des Mahlguts M relevant sind:

- **Temperatur:** Die Temperatur der zu mahlenden Produkte P kann mittels einer Temperatursonde im Einlauf 1 überwacht werden. Falls nötig, kann eine Vorkonditionierung der zu mahlenden Produkte P vorgesehen werden, um diese auf eine bestimmte Temperatur zu bringen, bevor sie zum Mahlwerk 2 gelangen. Mit der Vorkonditionierung wird sichergestellt, dass im Mahlwerk 2 keine qualitätsrelevante Abweichung der Temperatur des Mahlguts stattfindet. Die Temperatur des Mahlguts kann auch während des Mahlprozesses im Mahlwerk 2 oder im Ablauf 3 überwacht werden. Gesteuerte Heiz- oder Kühlmittel können vorgesehen werden, um die Temperatur des Mahlguts um einen vorbestimmten Sollwert zu halten. Entsprechendes gilt natürlich auch für die Umgebungstemperatur, welche ebenfalls möglichst einheitlich gehalten werden sollte.
- **Druck im Mahlwerk 2:** Der Druck im Mahlwerk 2 kann je nach verarbeitetem Produkt P variieren und während des Mahlprozesses steigen, wenn eine Ausgasung des Mahlgutes stattfindet. Der im Mahlwerk 2 herrschende Druck kann also überwacht werden und eine gesteuerte Luftabsaugung oder eine externe Luftzuführung können für gleichbleibende Druckverhältnisse um einen vorbestimmten Sollwert sorgen.
- **Feuchtigkeit:** Die Feuchtigkeit der zu mahlenden Produkte P kann mittels einer Feuchtigkeitssonde im Einlauf 1 überwacht werden. Falls nötig, kann eine Vorkonditionierung der zu mahlenden Produkte P vorgesehen werden, um diese auf eine bestimmte Feuchtigkeit zu bringen, bevor sie zum Mahlwerk 2 gelangen. Mit der Vorkonditionierung wird sichergestellt, dass im Mahlwerk 2 keine qualitätsrelevante Abweichung der Feuchtigkeit des Mahlguts stattfindet. Die Feuchtigkeit des Mahlguts kann auch während des Mahlprozesses im Mahlwerk 2 oder im Ablauf 3 überwacht werden. Gesteuerte Befeuchtungs- oder Trocknungsmittel können vorgesehen werden, um die Feuchtigkeit des Mahlguts um einen vorbestimmten Sollwert zu halten. Die Luftfeuchtigkeit im Innenraum der Mühle, sowie ausserhalb kann ebenfalls entsprechend kontrolliert und möglichst stabil gehalten werden.

[0013] In vorteilhaften Ausführungsvarianten der Mühle werden auch Parameter überwacht, die Hinweise auf die Leistung der Mühle geben:

- Stromverbrauch der Walzenmotore: Ändert sich der Stromverbrauch eines Walzenmotors bei gleichbleibendem Produkt, kann von einer Verschmutzung oder Verschleiss der Walze 21 ausgegangen werden, weil die Reibungskraft zunimmt.
- Vibrationen und Walzentemperatur: Ändern sich die Vibrationen oder die Temperatur der Walzen oder die Temperatur der Walzenkühlmittelflüssigkeit bei gleichem Produkt langsam und stetig, kann von einer schlechten Produktqualität oder von verschmutzten Walzen ausgegangen werden. Eine Erwärmung ist meistens auf eine schlechtere Wärmeableitung aufgrund von Schmutz zurückzuführen.

[0014] Durch die Überwachung eines oder mehrerer dieser Parameter können Defekte frühzeitig erkannt und die nötige Reparatur des Mahlwerks 2 rechtzeitig geplant oder der ideale Zeitpunkt einer Walzenreinigung oder einem Ersatz der Walzen errechnet werden.

[0015] Eine Verschmutzung der Walzen kann bis zu einem gewissen Mass durch die Walzenspaltenregulierung kompensiert werden. Aufgrund von Verschleiss oder Verschmutzung kann es zu einer allmählichen Veränderung des Sollwertes kommen. Solche Änderungen werden vom System erkannt und als neue Sollwerte direkt nach Ende des Prozesses in der Steuereinheit hinterlegt.

[0016] In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist die Mühle mit einem automatischen Walzenreinigungssystem versehen, das durch die Steuereinheit automatisch aktiviert und gesteuert wird, wenn eine Verschmutzung der Walzen 21 detektiert wird.

[0017] Zu bestimmten Zeitpunkten muss dennoch eine Walzengrundreinigung oder eine Walzenersatz vorgenommen werden. Dazu müssen die Walzen ausgebaut, gereinigt bzw. ersetzt und wieder eingebaut werden. Anschliessend werden die Abstände der Walzen neu referenziert. Im Idealfall kann für die Referenzeinstellung auf einen Erfahrungswert nach der Reinigung oder dem Ersatz der Walzen zurückgegriffen werden. In gewissen Fällen müssen die Walzen mit einem Testlauf neu geeicht werden. Nach einer durchgeführten Wartung oder Reinigung an der Anlage werden die ursprünglichen Sollwerte wiederhergestellt.

[0018] Erfindungsgemäss ist vorgesehen, dass vor dem Mahlprozess ein Rezept zusammengefasst wird, in welchem ein oder mehrere der oben erwähnten Parameter, darunter mindestens die gewünschte Grössenverteilung der gemahlten Partikeln, als Sollwert festgelegt werden. Von Vorteil ist es, wenn für jeden Parameter neben dem Sollwert auch rezeptspezifische Toleranzen definiert werden. Während des Mahlprozesses werden diese Parameter gemessen und durch die Steuereinheit mit dem festgelegten Sollwert gemäss Rezept verglichen. Befinden sich alle gemessenen Werte im gewünschten Bereich, kann davon ausgegangen werden, dass das Mahlgut M mit gewünschter und konstanter Qualität erzeugt wird. Falls die gemessenen Werte nicht den festgelegten Sollwerten entsprechen, werden die Einstellungen des Mahlwerks 2 durch die Steuereinheit mithilfe der Mittel zur Einstellung des Mahlwerks 2 angepasst. Die Ermittlung der Grössenverteilung der gemahlten Partikeln durch die Partikelmesssonde 4 und die entsprechende Anpassung der Einstellungen des Mahlwerks 2 erfolgt vorzugsweise laufend, automatisch und in Echtzeit während des Mahlprozesses.

[0019] In einer vorteilhaften Ausführungsvariante gibt die Mühle während des Mahlprozesses ein Signal aus, welches die gemessenen Werte enthält oder einen Alarm auslöst, wenn die gemessenen Werte nicht den gewünschten Sollwerten entsprechen. Dieses Signal kann beispielsweise ein visuelles Signal sein, das auf einem Bildschirm angezeigt wird. Dieses Signal kann auch akustisch sein, insbesondere wenn es als Alarm dient. Das Signal kann auch elektrisch oder elektromagnetisch sein und mittels eines Kabels oder kabellos an ein separates elektronisches Gerät gesandt werden, beispielsweise an eine zentrale Kontrolleinheit. Zur Eingabe der zu überwachenden Parameter und der entsprechenden Sollwerte und Toleranzen kann die Mühle mit einer Benutzeroberfläche versehen werden, und/oder sie kann ein elektrisches oder elektromagnetisches Signal eines separaten elektronischen Geräts entgegennehmen, das die Parameter, Sollwerte und Toleranzen enthält.

[0020] Von Vorteil ist es, wenn gewisse oder sämtliche gemessenen Werte während des Mahlprozesses in einer Datenbank gespeichert und zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung gestellt werden. Anhand der gesammelten Daten können Prozesse jederzeit nachträglich oder live analysiert werden. Dies ermöglicht eine lückenlose Prozessverfolgung und Kontrolle, sowie eine präzisere Festlegung von Sollwerten.

[0021] Von Vorteil ist es, wenn die zu mahlenden Produkte P entweder vorgewogen und dosiert werden oder der Einlauf 1 kann mit einer Inlinemengenmessung versehen werden.

[0022] Zusammenfassend werden eine neue Mühle und ein neues Mahlverfahren vorgestellt, die erhebliche Vorteile gegenüber dem Stand der Technik aufweisen:

- Die Mühle funktioniert praktisch ohne menschliches Eingreifen;

- Sämtliche Abweichungen der qualitätsrelevanten Prozessparameter werden umgehend erkannt und direkt behoben oder gemeldet;
- Die Messung der Partikelgrösse erfolgt in einem geschlossenen System, ohne Verluste oder Risiken durch unnötige Probeentnahmen;
- Die Mühle sorgt für gleichbleibende Qualität dank unverzüglicher Korrektur der qualitätsrelevanten Parameter bei Abweichung vom festgelegten Sollwert. Dadurch können selbst Naturprodukte kontrolliert und gleichbleibend gemahlen werden;
- Stillstände während des Prozesses sind dank der zahlreichen Überwachungen und Datenpunkte praktisch ausgeschlossen;
- Die Mühle kann mit einer künstlichen Intelligenz versehen werden, die aufgrund der gemessenen Parameter durch Machine Learning Wartungsbedürfnisse antizipiert und zum idealen Zeitpunkt planen kann.

Patentansprüche

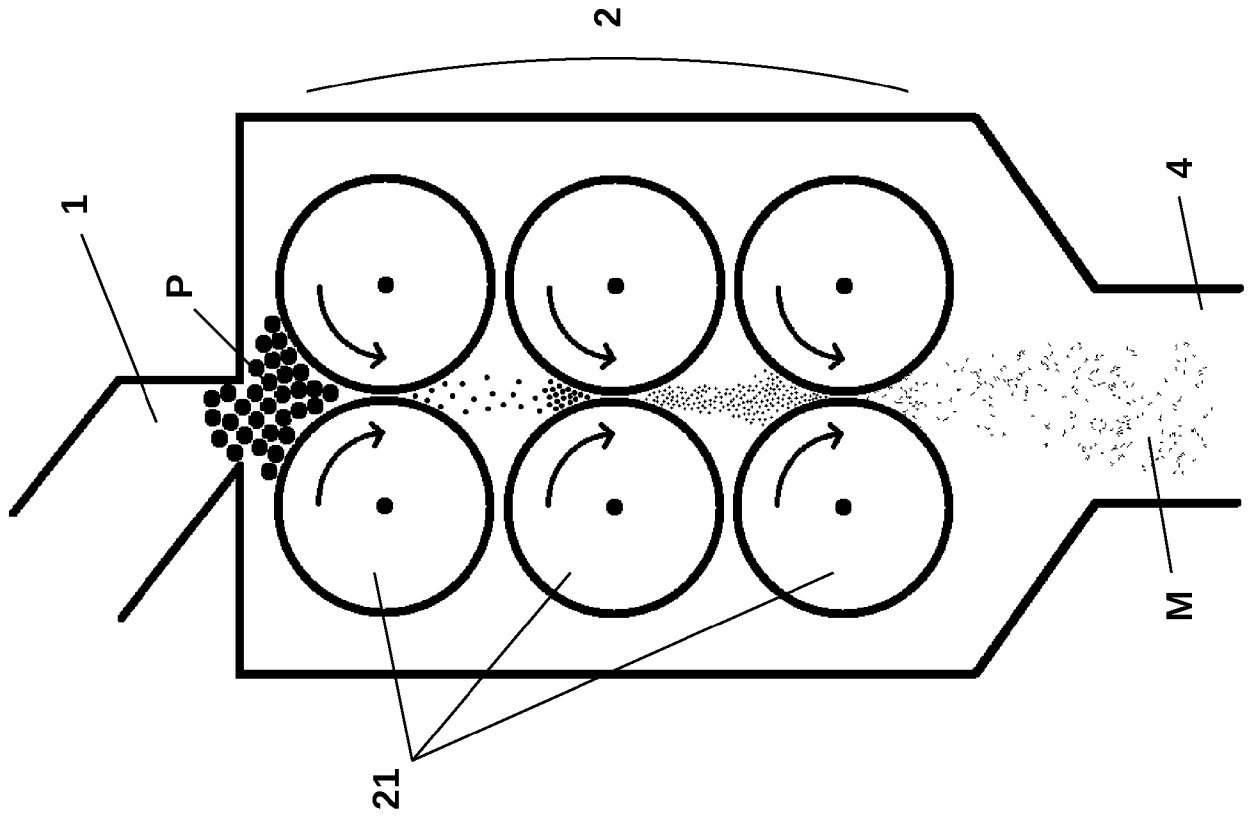
1. Mühle umfassend einen Einlauf (1) für zu mahlende Produkte (P), mindestens ein Mahlwerk (2), einen Auslauf (3) für das Mahlgut (M), mindestens eine Partikelmesssonde (4) zur Ermittlung der Grössen der daran vorbeilaufenden Partikeln, eine Steuereinheit und Mittel zur Einstellung des Mahlwerks (2), wobei die mindestens eine Partikelmesssonde (4) oder eine Partikelentnahmevorrichtung, welche über eine Absaugvorrichtung mit der Partikelmesssonde (4) verbunden ist, im Mahlwerk (2) oder zwischen dem Mahlwerk (2) und dem Auslauf (3) angeordnet ist, und die Steuereinheit zur Steuerung der Mittel zur Einstellung des Mahlwerks (2) aufgrund von Informationen aus der mindestens einen Partikelmesssonde, insbesondere einer aufgrund von mehreren Messungen ermittelten Grössenverteilung, geeignet ist.
2. Mühle gemäss Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass in der Steuereinheit ein Sollwert für die gewünschte Grössenverteilung der Partikeln des Mahlguts (M) hinterlegt ist und die Steuereinheit zum Vergleich der gemessenen Grössenverteilung der Partikeln mit diesem Sollwert geeignet ist.
3. Mühle gemäss Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass das Mahlwerk (2) mindestens ein Paar Walzen (21) umfasst, die mit einem Walzenspalt (22) beabstandet sind.
4. Mühle gemäss Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Partikelmesssonden (4) entlang des Walzenspaltes (22) angeordnet sind.
5. Mühle gemäss Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, dass das Mahlwerk (2) mehrere Paare Walzen (21) aufweist.
6. Mühle gemäss Anspruch 5 dadurch gekennzeichnet, dass die Mühle eine einzige Partikelmesssonde (4) aufweist, die nach dem letzten Walzenpaar (21) oder im Auslauf (3) oder zwischen dem Mahlwerk (2) und dem Auslauf (3) angeordnet ist.
7. Mühle gemäss Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Mühle mehrere Partikelentnahmevorrichtungen an mehreren Stellen des Mahlwerks (2) aufweist, wobei durch die Absaugvorrichtung Partikelproben abwechslungsweise an diesen mehreren Stellen des Mahlwerks (2) entnehmbar sind und zu einer einzigen Partikelmesssonde 4 beförderbar sind.
8. Mahlverfahren mit der Mühle gemäss Anspruch 1, gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:
 - zuerst wird ein Rezept zusammengefasst, in welchem mindestens die gewünschte Grössenverteilung der Partikeln des Mahlgutes (M) als Sollwert festgelegt wird;
 - während des Mahlprozesses wird die Grössenverteilung der Partikeln des Mahlgutes (M) gemessen und durch die Steuereinheit mit dem festgelegten Sollwert gemäss Rezept verglichen;
 - entspricht die gemessene Grössenverteilung der Partikeln des Mahlgutes (M) nicht dem festgelegten Sollwert, werden die Einstellungen des Mahlwerks 2 durch die Steuereinheit mithilfe der Mittel zur Einstellung des Mahlwerks 2 angepasst.
9. Mahlverfahren gemäss Anspruch 8,

CH 719 669 A2

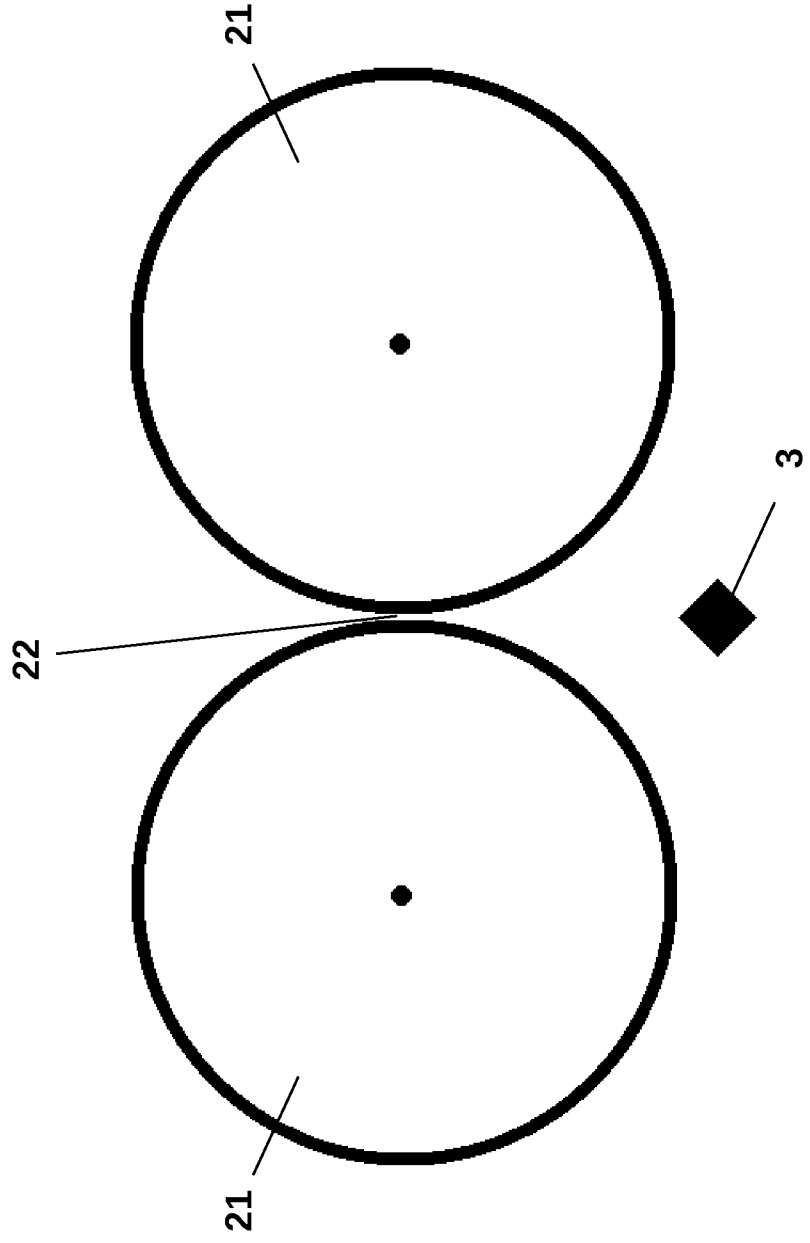
dadurch gekennzeichnet, dass:

- das Rezept neben einem Sollwert für die Grössenverteilung der Partikeln auch Sollwerte für einen oder mehrere der folgenden Parameter enthält: Umgebungstermperatur; Temperatur der zu mahlenden Produkte (P); Temperatur des Mahlgutes (M); Feuchtigkeit der zu mahlenden Produkte (P); Feuchtigkeit des Mahlgutes (M); Luftfeuchtigkeit; Druck im Mahlwerk (2); Stromverbrauch der Walzenmotore; Vibrationen des Mahlwerks (2); Temperatur der Walzen (21);
- während des Mahlprozesses wird ein oder mehrere dieser Parameter gemessen und durch die Steuereinheit mit dem festgelegten Sollwert gemäss Rezept verglichen.

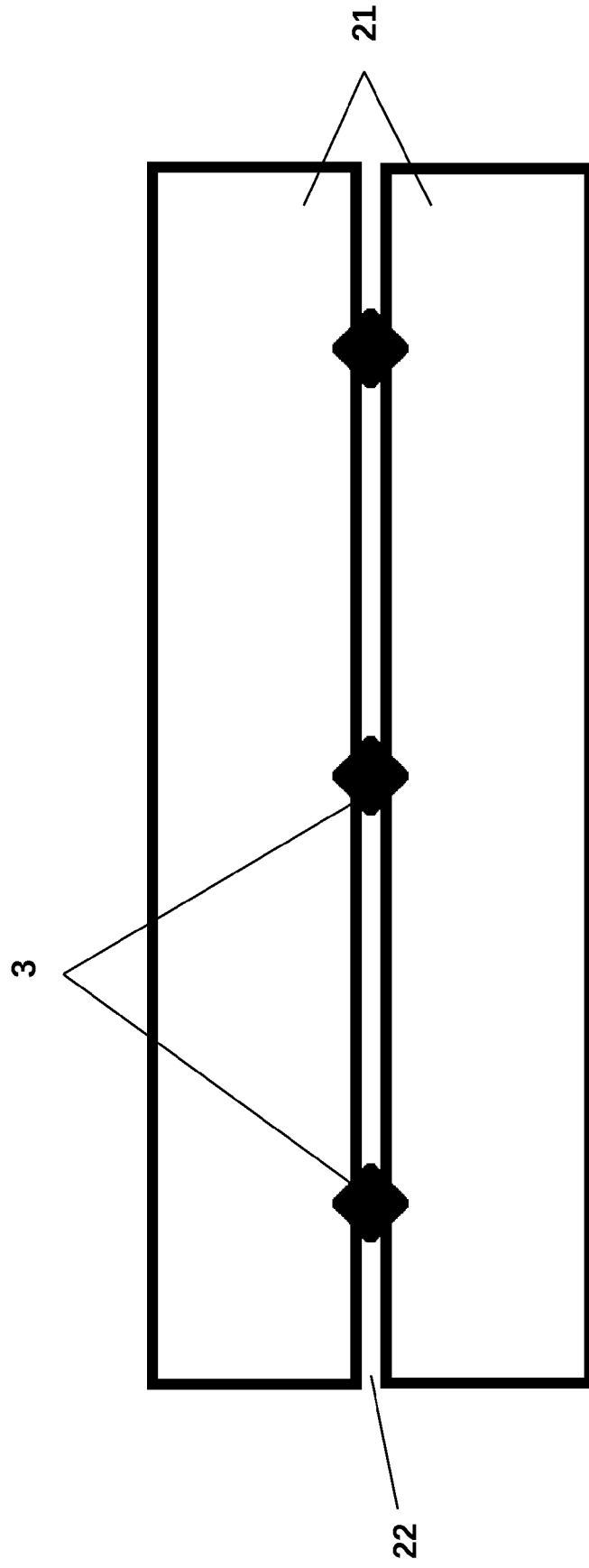
10. Mahlverfahren gemäss Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Überwachung des Stromverbrauchs der Walzenmotore und/oder der Vibrationen des Mahlwerks (2) und/oder der Temperatur der Walzen (21) eine Verschmutzung oder ein Defekt des Mahlwerks (2) erkannt wird.



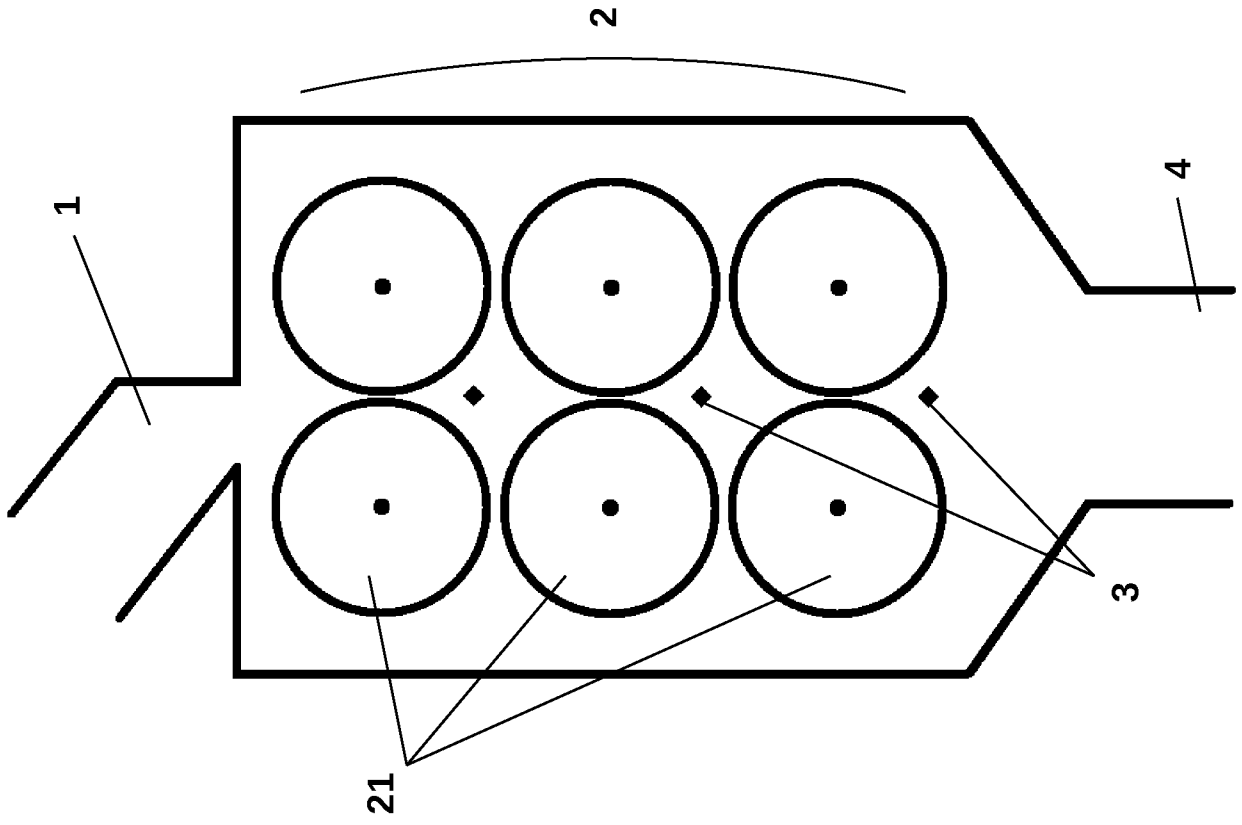
Figur 1a



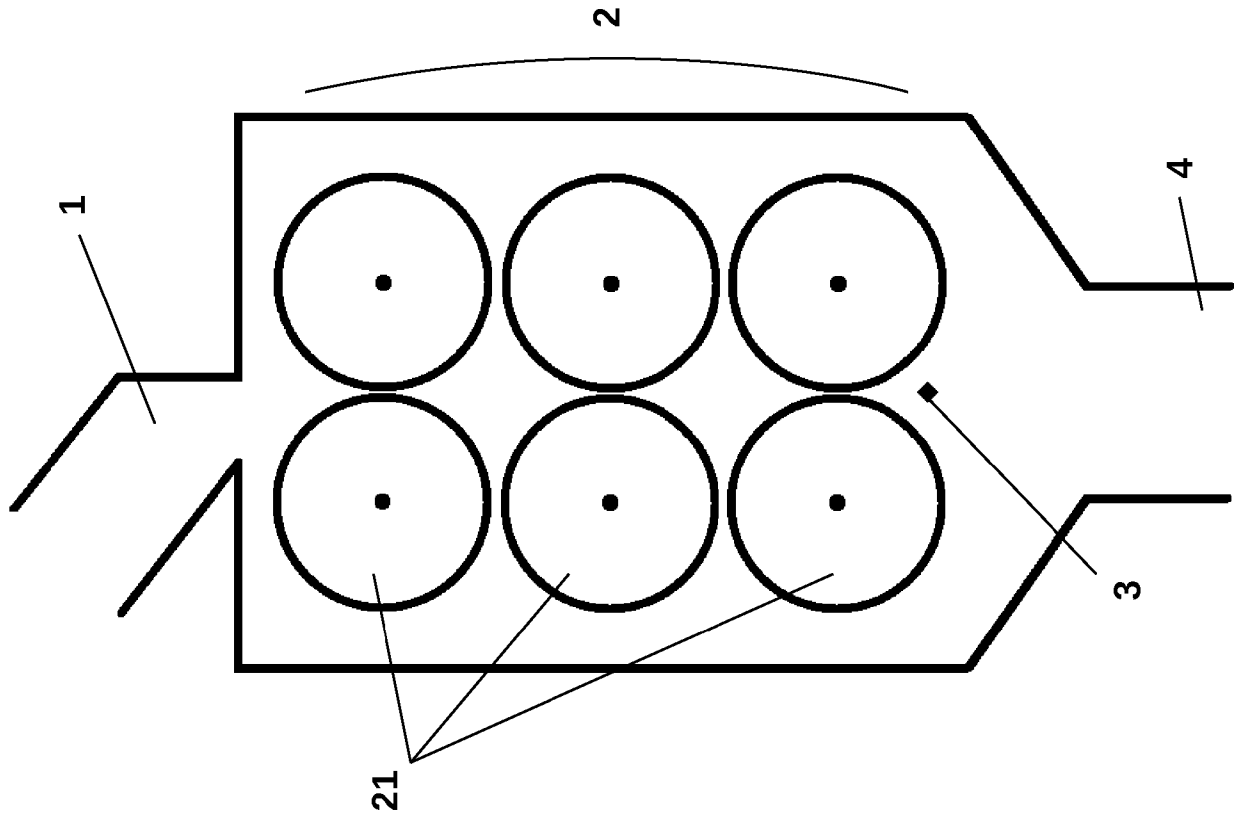
Figur 1b



Figur 1c



Figur 2a



Figur 2b