

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum

28. Juni 2012 (28.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/083946 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/075324

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Dezember 2011 (22.12.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 061 504.8
22. Dezember 2010 (22.12.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN
[DE/DE]; Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HEITMÜLLER,
Florian [DE/DE]; Krumme Straße 57, 10627 Berlin (DE).
UHLMANN, Eckart [DE/DE]; Erlenweg 12, 25368
Kiebitzreihe (DE). HASPER, Gregor [DE/DE];
Wilhelmshavener Straße 41, 10551 Berlin (DE).
HÜBERT, Christoph [DE/DE]; Kaiserin-Augusta-Allee
44, 10589 Berlin (DE). SAMMLER, Christoph [DE/DE];
Oybinweg 3, 12621 Berlin (DE). MIHOTOVIC, Vanja
[DE/DE]; Pestalozzistraße 29, 10627 Berlin (DE).

(74) Anwalt: BITTNER, Thomas, L.; Boehmert & Boehmert,
Hollerallee 32, 28209 Bremen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ANALYZING A GRINDING STOCK AND DEVICE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BESTIMMEN EINES MAHLGUTES UND VORRICHTUNG

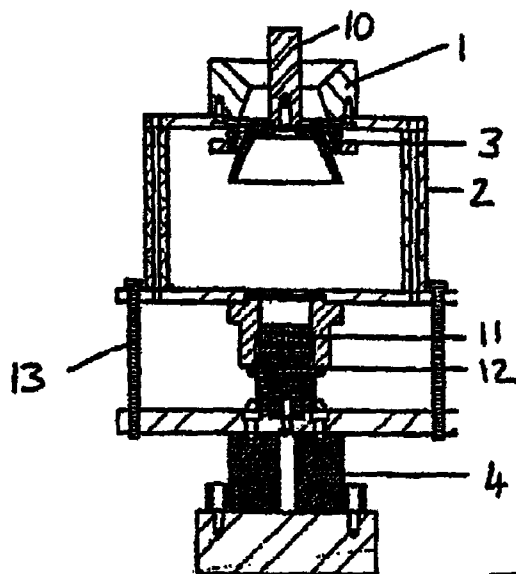


Fig. 1

(57) Abstract: The application relates to a method for
analyzing a grinding stock, wherein the method comprises
the following steps: filling a grinding system of a colloid
mill (1) with grains of a grinding stock to be analyzed,
crushing the grains of the grinding stock to be analyzed
by means of the grinding system (3), and analyzing at
least one of the following measurement variables for the
grains of the grinding stock to be analyzed with the aid of
a measurement device (4) associated with the colloid mill
(1) during the crushing of the grains in the grinding
system (3): a grinding force acting on the grains and a
torque acting on the grains. The application further relates
to a device for analyzing a grinding stock.

(57) Zusammenfassung: Die Anmeldung betrifft ein
Verfahren zum Bestimmen eines Mahlgutes, wobei das
Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Befüllen einer
Mahleinrichtung einer Kolloidmühle (1) mit Körnern
eines zu bestimmenden Mahlgutes, Zerkleinern der
Körner des zu bestimmenden Mahlgutes mittels der
Mahleinrichtung (3) und Bestimmen wenigstens einer der
folgenden Messgrößen für die Körner des zu
bestimmenden Mahlgutes mit Hilfe einer der
Kolloidmühle (1) zugeordneten Messvorrichtung (4) beim
Zerkleinern der Körner in der Mahleinrichtung (3): eine
auf die Körner wirkende Mahlkraft und ein auf die Körner
wirkendes Drehmoment. Weiterhin betrifft die

Anmeldung eine Vorrichtung zum Bestimmen eines Mahlgutes.

WO 2012/083946 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

Verfahren zum Bestimmen eines Mahlgutes und Vorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen eines Mahlgutes sowie eine Vorrichtung.

5

Hintergrund der Erfindung

Mahlvorrichtungen dienen allgemein zum Zerkleinern eines Mahlgutes, welches regelmäßig in Partikelform vorliegt. Zu den Mahlvorrichtungen gehören Kolloidmühlen. Sie sind dafür
10 bestimmt, in einer Flüssigkeit suspendierte Feststoffe zu zerteilen oder die Partikelgröße einer Suspension einer Flüssigkeit in einer anderen zu reduzieren, also zum Erzeugen eines Kolloids. Kolloidmühlen weisen üblicherweise eine Mahlvorrichtung nach dem Rotor-Stator-Prinzip auf. Drehzahlen des Rotors bei Kolloidmühlen betragen üblicherweise 3.000 bis 6.000 Umdrehungen pro Minute. Die dadurch in der Mahlkammer erzeugten hydraulischen Drücke
15 sowie Prall- und Schneideffekte zerteilen das Mahlgut und verteilen es in der Suspensionsflüssigkeit. Die hohe Drehzahl des Rotors sorgt für den hydraulischen Druck im Mahlspace sowie für die Prall- und Scherbeanspruchung. Hierbei wird das Mahlgut mechanisch zerkleinert und die Suspensionsflüssigkeit homogenisiert.

20 Das Dokument DE 32 21 476 A1 aus dem Jahr 1982 beschreibt eine Kolloidmühle mit koaxialer Ausrichtung von Rotor und Stator. Die konischen Bearbeitungsflächen von Rotor und Stator stehen äquidistant zueinander. Der verbleibende Mahlspace ist durch axiale Verschiebung des Stators einstellbar. Die Größe des Mahlspace wird über eine Servoeinrichtung konstant gehalten, wobei eine Sensorik den Abstand misst und eine Auswerteelektronik die Stellgröße
25 steuert.

Das Dokument DE 38 19 138 A1 aus dem Jahr 1988 beschreibt eine Kolloidmühle mit Kegelmahlrotor zum Feinstmahlen, Dispergieren und Emulgieren von Feststoffen in Flüssigkeiten mit einem Separator laufenden Kegelmahlrotor, zwischen denen ein Mahlspace einstellbar ist. Der Mahlspace
30 ist glattwandig und sehr kurz gehalten, so dass von einer schmalen Eingriffsfläche für die mechanische Zerkleinerung oder einem linienförmigen Eingriff ausgegangen werden kann.

Verfahrenstechnische Begriffe zur mechanischen Zerkleinerung sind durch die DIN 24100 Teil 1 und 2 erklärt. Bei der Zerkleinerung wird hiernach in Brechen und Mahlen unterschieden. Hierbei ist Mahlen die Herstellung von vorwiegend fein- und feinstkörnigem Gut.

- 5 Schleifen ist ein spanendes Fertigungsverfahren zur Bearbeitung von Oberflächen mit Schleifmitteln. Schleifmittel, auch Abrasivstoffe genannt, umfassen diejenigen Hartstoffkörner, die zur Erzielung einer Werkstoffabtrennung zum Einsatz kommen. In den meisten Fällen werden Schleifwerkzeuge mit gebundenen Schleifkörnungen eingesetzt.
- 10 Zur Beurteilung der Korneigenschaften für das Einsatzverhalten in einer schleiftechnischen Anwendung existieren verschiedene Möglichkeiten der Qualifikation. Eine Möglichkeit ist die Beurteilung des Schleifverhaltens in umfangreichen Schleiftests. Hierfür müssen jedoch in mehreren Fertigungsschritten zunächst Schleifscheiben, bestehend aus Schleifkörnung und Bindungssystem, hergestellt werden, um dann beim Kunden getestet zu werden.
- 15 Eine weitere Möglichkeit der Beurteilung erfolgt über den spezifischen Kennwert Kornzähigkeit. Hierbei kommen Verfahren zur mechanischen Zerkleinerung, laut DIN 24100 (Teil 1), zum Einsatz. Die Kornzähigkeit wird nach dem so genannten Batelle-Test aus dem Jahr 1962 bestimmt. Bei dem Test wird eine spezifische Menge einer ausgesiebten Kornfraktion in einer
- 20 Kugelmühle mit bestimmten Abmessungen unter genau festgelegten Bedingungen gemahlen. Über ein Prüfsieb wird nach festgelegten Zeitintervallen der Anteil des zerkleinerten Schleifkorns ermittelt und über die Zeit grafisch aufgetragen. Der Zähigkeitskennwert stellt den dekadischen Logarithmus der Mühlenumdrehung dar, der notwendig ist, um ein Drittel der Prüfmenge zu zerkleinern. Voraussetzung für einen aussagefähigen Vergleich von Zähig-
- 25 keitskennwerten ist, dass die verschiedenen Schleifkörner die gleiche Ausgangsgröße der Schleifkörnung und eine vergleichbare Schüttdichte aufweisen. Aufgrund der geometrischen Dimension von Mahlbehältnis und -körpern wird der Batelle-Test vorzugsweise für grobe Schleifkörnungen eingesetzt.
- 30 Eine weitere Möglichkeit zur Beurteilung der Schleifkorneigenschaften, vorzugsweise von feinen Schleifkörnungen, stellt der Splittertest dar. Über Druckluft wird die Schleifkörnung gegen eine Metallplatte geschleudert. Wie beim Batelle-Test wird über die Zeit die Verschie-

bung der Korngrößenverteilungen grafisch aufgetragen. Die Differenz zum Ausgangswert ergibt den so genannten Splitterwert in Prozent als spezifischen Kennwert der Schleifkorneigenschaft.

- 5 Die spezifischen Werte Kornzähigkeit und Splitterwert gelten als klassische Kennwerte für Schmelz- und Einkristallkorunde. Im Einsatz korrelieren die Schleifkräfte, der Verschleiß, die Standzeit und die Temperaturentwicklung dieser Schleifkornspezifikationen mit den genannten Kennwerten. Dieses gilt jedoch nicht für mikrokristalline Schleifkörnungen. Für Hersteller von Schleifkörnungen und Schleifwerkzeugen ist daher der Bedarf für ein einfaches Prüfverfahren gegeben, das Kenngrößen zur Verfügung stellt, die unabhängig von der Schleifkornspezifikation eine Beurteilung des Einsatzverhaltens ermöglichen.
- 10

Zusammenfassung der Erfindung

- 15 Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Bestimmen eines Mahlgutes und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen ein verbessertes Erfassen von charakteristischen Eigenschaften für das Mahlgut ermöglicht ist. Insbesondere sollen die neuen Technologien geeignet sein, Parameter für ein Kornmaterial zu bestimmen, die als Schleifmittel einsetzbar sind.
- 20 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Bestimmen eines Mahlgutes nach dem unabhängigen Anspruch 1 sowie einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Mahlgutes nach dem unabhängigen Anspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von abhängigen Unteransprüchen.
- 25 Die Erfindung umfasst den Gedanken eines Verfahrens zum Bestimmen eines Mahlgutes, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist: Befüllen einer Mahleinrichtung einer Kolloidmühle mit Körnern eines zu bestimmenden Mahlgutes, Zerkleinern der Körner des zu bestimmenden Mahlgutes mittels der Mahleinrichtung und Bestimmen wenigstens einer der folgenden Messgrößen für die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes mit Hilfe einer der
- 30 Kolloidmühle zugeordneten Messvorrichtung beim Zerkleinern der Körner in der Mahleinrichtung: eine auf die Körner wirkende Mahlkraft und ein auf die Körner wirkendes Drehmoment.

Weiterhin umfasst die Erfindung den Gedanken einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Mahlgutes mit einer Kolloidmühle, die eine Mahleinrichtung zum Zerkleinern von Körnern eines zu bestimmenden Mahlgutes aufweist, und einer Messeinrichtung, die messtechnisch an
5 die Mahleinrichtung koppelt, derart, dass mittels der Messeinrichtung beim die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes zerkleinernden Betrieb der Mahleinrichtung für die Körner wenigstens eine der folgenden Messgrößen erfassbar ist: eine auf die Körner wirkende Mahlkraft und ein auf die Körner wirkendes Drehmoment.

10 Mit der Erfindung ist es ermöglicht, im Prozess des Zerkleinerns der Körner des zu bestimmenden Mahlgutes Messgrößen, nämlich die auf die Körner wirkende Mahlkraft, insbesondere eine Vertikalkraft, und / oder das auf die Körner wirkende Drehmoment, zu bestimmen, so dass hieraus unter wahlweiser Berücksichtigung weiterer Eigenschaften des Mahlgutes und / oder von Betriebsparametern für die Kolloidmühle eine Materialcharakterisierung für das
15 Mahlgut abgeleitet werden kann, insbesondere auch aus einem Vergleich der bestimmten Messgrößen für verschiedene Mahlgüter. Die Mahlkraft und / oder das Drehmoment für die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes können ausgewertet werden, um hieraus Informationen bezüglich der Beständigkeit der Körner bei einer dem Mahlvorgang ähnlichen Belastung abzuleiten.

20 Beispielsweise können das Verfahren und die Vorrichtung zum Bestimmen eines partikel- oder körnerförmigen Schleifmittels benutzt werden. Eine Auswertung der mit Hilfe der Messeinrichtung erfassten Messgrößen erlaubt Rückschlüsse auf für den Einsatz als Schleifmittel relevante Eigenschaften des zu bestimmenden Schleifmittels. Die Nutzung der Kolloidmühle
25 ermöglicht es, schleifprozessähnliche Bedingungen anzuwenden. Insoweit ist in einer bevorzugten Ausführungsform mit Hilfe der Erfindung die Möglichkeit geschaffen, die eingangs beschriebene Methode zum Bestimmen eines Schleifmittels einzusetzen.

30 Während die Kolloidmühle als Vorrichtung zum Zerkleinern eines Mahlgutes auf verschiedenen Gebieten zum Einsatz kommt, wurde überraschend gefunden, dass sie sich in Kombination mit einer zugeordneten Messeinrichtung in besonderer Weise eignet, ein körner- oder par-

tikelförmiges Mahlgut zu bestimmen. Bevorzugt wird hierbei das Mahlgut als rieselförmiges Mahlgut, insbesondere Trockengut, in die Mahleinrichtung eingeführt.

5 Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Bestimmen der wenigstens einen Messgröße einen Schritt zum zeitabhängigen Bestimmen von Messwerten für die wenigstens eine Messgröße umfasst. Bei dieser Ausführungsform wird der zeitabhängige Verlauf für eine oder mehrere Messgrößen während des Zerkleinerungsvorganges mit Hilfe der Messvorrichtung erfasst. Beispielsweise kann die auf die Körner im Mahlspace einwirkende Mahlkraft, insbesondere in vertikaler Richtung des Mahlspace, ausgehend vom Beginn des
10 Zerkleinerungsvorganges Stück für Stück zunehmen und am Ende wieder abnehmen.

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Zerkleinern der Körner einen Schritt zum Einstellen eines stationären Betriebs umfasst, in welchem für die wenigstens eine Messgröße erfasste Messwerte im Wesentlichen zeitlich konstant sind. Im stationären Betrieb werden dann für eine oder mehrere Messgrößen stationäre
15 Messwerte erfasst. So kann im stationären Betrieb insbesondere das auf die Körner einwirkende Drehmoment zeitlich konstant sein.

Zweckmäßig sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass ein Schritt zum Bestimmen
20 wenigstens eines der folgenden Betriebsparameter vorgesehen ist: Spaltbreite der Mahlvorrichtung und Drehzahl eines Rotors der Mahlvorrichtung. Die Breite eines Spaltes in der Mahlvorrichtung betrifft den senkrechten Abstand zwischen zugeordneten Oberflächen von Reibelementen in der Mahlvorrichtung, in welchem die Körner zerkleinert werden. Vorzugsweise ist die Spaltbreite einstellbar, beispielsweise mittels einer axialen Verlagerung einander
25 zugeordneter Reibelemente der Mahleinrichtung. Die Betriebsparameter können einzeln oder insgesamt herangezogen werden, um aus den erfassten Messgrößen für die Körner gewünschte Parameter für das zu bestimmende Mahlgut abzuleiten. So können beispielsweise die erfassten Messgrößen für unterschiedliche Materialien bei verschiedenen Drehzahlen und / oder verschiedenen Spaltbreiten verglichen werden.

30

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass ein Schritt zum Bestimmen eines Materialbetriebs für Reibelemente der Mahleinrichtung vorgesehen ist. Der Materialab-

rieb kann beispielsweise bestimmt werden, indem die Reibelemente vor und nach dem Prozess des Zerkleinerns der Körner des zu bestimmenden Mahlgutes einer Gewichtsmessung unterzogen werden. Die Information über einen vorhandenen oder nicht vorhandenen Materialabrieb ermöglicht ergänzende Rückschlüsse auf die Eigenschaften des zu bestimmenden Mahlgutes, insbesondere auch einen Vergleich für unterschiedliche Mahlgüter.

Eine Fortbildung der Erfindung kann vorsehen, dass das Befüllen der Mahleinrichtung einen Schritt zum Befüllen der Mahleinrichtung mit Körnern eines Schleifmittels umfasst. Bei dieser Ausführungsform wird das Verfahren als ein Verfahren zum Bestimmen eines Schleifmittels ausgeführt.

Bei einer Fortbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Befüllen der Mahleinrichtung einen Schritt zum Eindosieren der Körner des zu bestimmenden Mahlgutes in die Mahleinrichtung mittels einer Dosiereinrichtung umfasst. Die Eindosierung des zuvor in der Dosiereinrichtung eingebrachten Mahlgutes erfolgt zum Beispiel mittels eines Durchflussbegrenzers, der an der Dosiereinrichtung angeordnet ist, zum Beispiel derart, dass er in die Dosiereinrichtung integriert ist. Zum Eindosieren wird zum Beispiel ein vorgegebener Massenstrom (Masse an Mahlgut pro Zeiteinheit) eingestellt. Das einzudosierende Mahlgut kann volumetrisch oder gravimetrisch bestimmt werden. Im Fall der volumetrischen Eindosierung wird pro Zeiteinheit ein vorgegebenes Volumen des Mahlgutes in der Mahleinrichtung eingebracht. Bei der gravimetrischen Dosierung wird pro Zeiteinheit eine vorgegebene Masse an Mahlgut eindosiert.

Eine Weiterbildung der Erfindung kann vorsehen, dass das Bestimmen der wenigstens einen Messgröße für die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes während eines im Wesentlichen stationären Betriebs der Mahleinrichtung ausgeführt wird. Hierbei wird ein vorgegebener Massenstrom an Mahlgut so eindosiert, dass eine im Wesentlichen gleichmäßige Befüllung mit Mahlkörper gewährleistet ist, bei der die pro Zeiteinheit eindosierte Menge an Mahlgut der pro gleicher Zeiteinheit austretenden Menge an gemahlenem Gut entspricht, wodurch ein im Wesentlichen stationärer Betrieb ausgeführt wird. Die Menge an Mahlgut in der Mahleinrichtung ist dann im Wesentlichen konstant.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen in Verbindung der Vorrichtung zum Bestimmen eines Mahlgutes näher erläutert.

Die Kopplung der Messeinrichtung an die Kolloidmühle wird beispielsweise mit Hilfe einer
5 Rahmenkonstruktion ausgeführt, an der die Elemente der Kolloidmühle aufgenommen sind.

Bei einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Mahleinrichtung mehrere einander zugeordnete Reibelemente aufweist, die zumindest oberflächenseitig aus Materialien mit unterschiedlichen Materialhärtegraden bestehen. Die unterschiedlichen Material-
10 härtegrade ermöglichen es, die Wechselwirkung zwischen dem zu bestimmenden Mahlgut und unterschiedlich harten Oberflächen der am Zerkleinerungsprozess beteiligten Oberflächen der Reibelemente der Mahlvorrichtung zu untersuchen. Wahlweise wird hierbei gezielt ein Abrieb eines oder mehrerer Reibelemente in Kauf genommen, um für unterschiedliche Mahlgüter die jeweilige Abriebwirkung zu erfassen.

15

Eine Weiterbildung der Erfindung kann vorsehen, dass ein Reibelement zumindest im Bereich einer mahlrelevanten Oberfläche aus einem Verschleißmaterial besteht, welches einen geringeren Materialhärtegrad als ein Material eines dem Verschleißkörper zugeordneten Reibelementes aufweist. Vorzugsweise ist das mit dem Verschleißmaterial versehene Reibelement an
20 einem austauschbaren Bauteil der Mahleinrichtung gebildet. Der Abrieb, also das Herauslösen und / oder Abtragen von Partikeln des Verschleißmaterials, kann als zusätzlicher charakterisierender Parameter für das zu bestimmende Mahlgut erfasst werden. Ein anderes Reibelement, welches dem Reibelement mit dem Verschleißmaterial zugeordnet ist, kann dann aus einem verschleißfesten Material bestehen, zumindest oberflächenseitig. Eine verschleißfeste
25 Oberfläche kann beispielsweise bereitgestellt werden, indem das Reibelement aus Keramik oder einem gehärteten Metall besteht oder mit einer geeigneten Oberflächenbeschichtung versehen ist, zum Beispiel auf Basis von Wolfram-Kobalt, Titannitrit oder der gleichen. Als Verschleißmaterial kann beispielsweise ein nicht gehärtetes Metall eingesetzt werden. Im Rotor-Starter-Konstruktionsprinzip kann in einer Ausführungsform der Rotor mit der verschleißfesten Oberfläche versehen sein, wohingegen der Stator zumindest in für den Mahlprozess relevanten Oberflächenbereichen aus dem Verschleißmaterial besteht.
30

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass eines der Reibelemente auf einer dem Mahlgut zugewandten Seite mit Oberflächennuten versehen ist. Die Oberflächennuten können im Bereich des Mahlspaltes umlaufend geschlossen gebildet sein. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Oberflächennuten an dem Stator hergestellt. Mit Hilfe
5 der Oberflächennuten wird eine kontinuierliche Kornabfuhr erreicht, was insbesondere das Ausbilden des stationären Zerkleinerungsbetriebes unterstützt.

Bevorzugt sieht eine Fortbildung der Erfindung vor, dass die Messeinrichtung eine an die Mahleinrichtung messtechnisch koppelnde Kraftmessplattform aufweist. Die Kraftmessplat-
10 form kann als sogenannter Dynamometer ausgeführt sein. Derartige Messvorrichtungen stehen in verschiedenen Ausführungsformen als solche zur Verfügung und werden hier deshalb nicht weiter erläutert.

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein Mahl-
15 spalt der Mahleinrichtung einstellbar ist. Bevorzugt ist das Einstellen des Mahlspaltes mit Hilfe einer axialen Verlagerung eines oder mehrerer zugeordneter Reibelemente ermöglicht, zum Beispiel von Rotor und / oder Stator.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass ein Stator und ein Rotor der
20 Mahleinrichtung zueinander form-, kraft- und stoffschlussfrei gebildet sind. Stator und Rotor sind insoweit von einander entkoppelt, wodurch ein ungewünschter Einfluss auf die erfassten Messgrößen für die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes minimiert ist. Die entsprechende Kopplung wird beispielsweise mittels der oben erwähnten Rahmenkonstruktion ausgeführt
führt.

25

Eine Fortbildung der Erfindung sieht eine Dosiereinrichtung vor, die der Mahleinrichtung zugeordnet und konfiguriert ist, die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes in die Mahleinrichtung einzudosieren. Vorzugsweise ist die Dosiereinrichtung konfiguriert, einen vorgegebenen Massenstrom an Mahlgut so einzudosieren, dass eine im Wesentlichen gleichmäßige
30 Befüllung der Mahlkörper gewährleistet ist, bei der die pro Zeiteinheit eindosierte Menge an Mahlgut der pro gleicher Zeiteinheit austretenden Menge an gemahlenem Gut entspricht, wodurch ein im Wesentlichen stationärer Betrieb ausgeführt wird.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf Figuren einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Mahlgutes im Schnitt,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Mahlvorrichtung der Vorrichtung aus Fig. 1 im Detail,

Fig. 3 eine grafische Darstellung für den zeitlichen Verlauf des Drehmomentes beim Bestimmen eines Mahlgutes, bei dem es sich um Körner eines Schleifmittels handelt,

Fig. 4 eine grafische Darstellung für die auf das Mahlgut wirkende stationäre Kraft bei unterschiedlichen Massenströmen der Eindosierung und

Fig. 5 eine grafische Darstellung für die Schleifleistung bei unterschiedlichen Massenströmen der Eindosierung.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Bestimmen eines Mahlgutes, insbesondere eines Schleifmittels, im Schnitt. Eine zum Zerkleinern des zu bestimmenden Mahlgutes vorgesehene Kolloidmühle 1 ist an einer Rahmen- oder Gehäusekonstruktion 2 aufgenommen, über den die Kolloidmühle 1, insbesondere deren Mahleinrichtung 3, an eine als Kraftmessplattform ausgeführte Messvorrichtung 4 koppelt. Die Kraftmessplattform 4 setzt zur Messwerterfassung insbesondere das sogenannte Dynamometerprinzip um.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung der Kolloidmühle 1 aus der Vorrichtung in Fig. 1 im Detail. Über eine Zuführung 5 wird aus einer in Fig. 2 schematisch dargestellten und funktionell an die Mahleinrichtung 3 koppelnden Dosiereinrichtung 14 ein zu bestimmendes Mahlgut 6a volumetrisch eindosiert. Die Dosierung des Massenstroms der Körner des Mahlgutes 6a erfolgt vorzugsweise mittels eines Durchflussbegrenzers der an der Dosiereinrichtung 14 gebildet ist.

Das zu bestimmende Mahlgut 6a gelangt dann in einen Mahlpalt 7 zwischen einander zugeordneten Oberflächen eines Stators 8 und eines Rotors 9, welcher mit Hilfe eines Elektromo-

tors 10 gedreht wird, wobei im Messbetrieb mit Hilfe von Drehzahlen bis zu etwa 6.000 Umdrehung pro Minute Schnittgeschwindigkeiten zwischen etwa 5 m / s und etwa 30 m / s, bevorzugt zwischen etwa 10 m / s und 30 m / s für die Körner erzeugt werden. Das zu bestimmende Mahlgut 6a wird zerkleinert und tritt als zerkleinertes Mahlgut 6b aus.

5

Der Mahlspalt 7 ist mit Hilfe einer relativen Axialverlagerung zwischen Stator 8 und Rotor 9 einstellbar. Zu diesem Zweck sind bei der Vorrichtung nach Fig. 1 eine Feingewindestange 11 und eine zugeordnete Nutmutter 12 vorgesehen. Der Mahlspalt 7 ist vorzugsweise in einem Bereich zwischen etwa 0,05 mm und etwa 2 mm einstellbar. Die erfassten Messdaten ermöglichen in dem Fall, dass es sich bei dem zu bestimmenden Mahlgut um Körner eines Schleifmittels handelt, Rückschlüsse auf die Schleifleistungen und -kräfte, welche bei dem Zerkleinerungsprozess des Schleifkornes entstehen.

10

Mit Hilfe des Elektromotors 10 können Drehmomente in einem Bereich zwischen >0 etwa 21 Nm erzeugt werden.

15

Die Kraftmessplattform 4 ist bei der dargestellten Ausführungsform konfiguriert, für die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes 6a einwirkende Kräfte in einem Bereich zwischen etwa -20 kN und etwa 5 kN sowie Drehmomente in einem Bereich zwischen etwa -200 und 200 Nm zu erfassen. Die auf die Körner einwirkende Kraft entspricht der Gesamtmahlkraft, die Tangential- und Normalanteile umfasst.

20

Im Messbetrieb der Vorrichtung werden die mit Hilfe der Kraftmessplattform 4 zu erfassenden Messgrößen für die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes 6a in einem stationären Betrieb erfasst.

25

Fig. 3 zeigt schematisch den zeitlichen Verlauf für das gemessene Drehmoment. Nach einer Einfahrperiode 30, in welcher mit der Zuführung des zu bestimmenden Mahlgutes 6a begonnen wird, erfolgt ein stationärer Betrieb 31, in welchem das gemessene Drehmoment im Wesentlichen zeitlich konstant ist, um schließlich in einer Endperiode 32 wieder abzufallen.

30

Die Zufuhr des zu bestimmenden Mahlgutes 6a erfolgt vorzugsweise gravimetrisch. Eine definierte Kornmenge, welche für eine Messung verwendet werden soll, wird von der trichterförmigen Zuführung 5 aufgenommen. Der Beginn der Kornzufuhr für die Messung wird über einen Kugelhahn manuell eingeleitet. Das zu bestimmende Mahlgut 6a wird hierbei über einen Schlauch zu einem Durchflussbegrenzer geleitet. Hiermit wird eine kontinuierliche und Volumenstrom abhängige Kornzufuhr in den Mahlpalt 7 ermöglicht. Der Durchflussbegrenzer lagert in einem Deckel (nicht dargestellt) über den Reibpartnern, nämlich Stator 8 und Rotor 9. Der Deckel gewährleistet, dass die gesamte Kornmenge vollständig dem Mahlpalt 7 zugeführt wird.

Der Rotor 9 wird von einem randschichtgehärteten Kegelstumpf gebildet. Er wird über eine Welle von dem Elektromotor 10 angetrieben. Der Elektromotor 10 bietet eine stufenlose Drehzahlregelung, um variable Schnittgeschwindigkeiten zu generieren. Er leistet 1,5 kW bei einer charakteristischen Schnittgeschwindigkeit von 15 m / s.

Der Stator 8 wird von einem Stahlring mit entsprechender Gegenkontur zum Kegelstumpf des Rotors 9 gebildet und stellt den Verschleißkörper des Mahlprozesses dar. Der Stahlring ist mit vier definierten Nuten versehen, welche um den Umfang verteilt sind. Mit Hilfe der Nuten wird eine kontinuierliche Kornabfuhr generiert. Zusammen mit dem Durchflussbegrenzer wird eine stationäre Kornmenge im Mahlpalt 7 während des Prozesses gewährleistet.

Der Stator 8 ist von der Rahmen- oder Gehäusekonstruktion 2 aufgenommen, welche den Mahlprozess von äußeren Einflüssen abschirmt. Die Rahmen- oder Gehäusekonstruktion 2 ist in vertikaler Richtung variabel gestaltet. Es wird über vier Führungsdorne kongruent zum Rotor 9 zentriert. Durch den Freiheitsgrad wird der Abstand zwischen Stator 8 und Rotor 9, und somit der Mahlpalt 7, eingestellt. Die Rahmen- oder Gehäusekonstruktion 2 wird nach erfolgter Einstellung zentral über einen Zylinder mit der Messplattform 4 verschraubt. Vier Gewindebolzen 13 (vgl. Fig. 1) dienen der Feinjustage des homogenen Mahlpaltes 7 zwischen den Reibpartnern.

Vor dem eigentlichen Mahlprozess werden die Gewichte der Reibpartner ermittelt, die für den Versuch maßgebliche Kornmenge abgewogen und der Mahlpalt 7 an der Vorrichtung eingestellt.

- 5 Der Mahlprozess selbst beginnt mit einer Leerlaufphase, welche die Nulllage der Messung vorgibt. In dieser Phase wird der Rotor 9 auf die gewünschte Drehzahl beschleunigt, ohne dass die Reibpartner miteinander in Verbindung stehen. Es folgt die Kornzufuhr in den Mahlpalt 7 durchlaufen hat, folgt wiederum eine Leerlaufphase. Während des Mahlprozesses werden die im Mahlpalt 7 wirkenden Drehmomente und vertikalen Kräfte durch entsprechende
- 10 Messtechnik von einem Messrechner aufgezeichnet.

Nach dem Versuch wird nochmals das Gewicht der Reibpartner ermittelt um den Materialabtrag durch die Gewichts Differenz bestimmen zu können.

- 15 Es wurde weiterhin untersucht, inwiefern der in die Mahleinrichtung 3 eindosierte Massenstrom an Mahlgut 6a Einfluss auf die Messergebnisse hat. Deshalb wurden Untersuchungen für verschiedene Massenströme in Verbindung mit einer Schleifkornart durchgeführt. Als Schleifkorn wurde Sol-Gel Korund verwendet. Der Massenstrom wurde mit Hilfe eines Durchflussbegrenzers gesteuert. Es wurden Durchmesser des Durchflussbegrenzers von 2,7
- 20 mm und 3,6 mm gewählt. Die hierdurch erzeugten Massenströme entsprechen 1,19 g / s und 2,06 g / s. Im Übrigen wurden bei den beiden Untersuchungen die anderen Messparameter gleich gestaltet. Bei der Mahleinrichtung 3 betrug der Mahlpalt etwa 0,2 mm. Eine Körnung von F60 des Mahlguts 6a wurde im ungesiebten Zustand verwendet. Der Rotor 9 war von der Art: 16MnCr5 (Werkstoff-Nr. 1.7131), 60 HRC. Der Stator 8 war von der Art S355J2 H
- 25 (Werkstoff-Nr. 1.0577).

Es wurde eine Kornmasse von 30 g untersucht. Die Umfangsgeschwindigkeit des Rotors 9 v_u betrug 15 m / s.

- 30 Die Fig. 4 und 5 zeigen grafische Darstellungen für die auf das Mahlgut 6a wirkende stationäre Kraft sowie die Schleifleistung bei unterschiedlichen Massenströmen der Eindosierung (Vierecke: 1,19 g / s; Kreise: 2,06 g / s). Es ist eine Erhöhung der stationären Kraft sowie der

Schleifleistung bei Zunahme des Massenstroms am Mahlgut 6a zu erkennen. Da die Untersuchungen mit denselben Schleifkörnern durchgeführt wurden, sind die gemessenen Änderungen auf den Einfluss des Massenstroms zurückzuführen.

- 5 Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und der Zeichnung offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungen von Bedeutung sein.

Ansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen eines Mahlgutes, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
 - 5 - Befüllen einer Mahleinrichtung (3) einer Kolloidmühle (1) mit Körnern eines zu bestimmenden Mahlgutes (6a),
 - Zerkleinern der Körner des zu bestimmenden Mahlgutes (6a) mittels der Mahleinrichtung (3) und
 - 10 - Bestimmen wenigstens einer der folgenden Messgrößen für die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes (6a) mit Hilfe einer der Kolloidmühle (1) zugeordneten Messvorrichtung (4) beim Zerkleinern der Körner in der Mahleinrichtung (3): eine auf die Körner wirkende Mahlkraft und ein auf die Körner wirkendes Drehmoment.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bestimmen der
15 wenigstens einen Messgröße einen Schritt zum zeitabhängigen Bestimmen von Messwerten für die wenigstens eine Messgröße umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Zerkleinern der
20 Körner einen Schritt zum Einstellen eines stationären Betriebs umfasst, in welchem für die wenigstens eine Messgröße erfassten Messwerte im Wesentlichen zeitlich konstant sind.
4. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schritt zum Bestimmen wenigstens eines der folgenden Betriebsparameter vorgesehen ist: Spaltbreite der Mahlvorrichtung (3) und Drehzahl eines Rotors
25 (9) der Mahlvorrichtung (3).
5. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schritt zum Bestimmen eines Materialabriebs für Reibelemente (8,
30 9) der Mahleinrichtung (3) vorgesehen ist.

6. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Befüllen der Mahleinrichtung (3) einen Schritt zum Befüllen der Mahleinrichtung (3) mit Körnern eines Schleifmittels umfasst.
- 5 7. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Befüllen der Mahleinrichtung (3) einen Schritt zum Eindosieren der Körner des zu bestimmenden Mahlgutes (6a) in die Mahleinrichtung (3) mittels einer Dosiereinrichtung (14) umfasst.
- 10 8. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bestimmen der wenigstens einen Messgröße für die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes (6a) während eines im Wesentlichen stationären Betriebs der Mahleinrichtung (3) ausgeführt wird.
- 15 9. Vorrichtung zum Bestimmen eines Mahlgutes, mit:
- einer Kolloidmühle (1), die eine Mahleinrichtung (3) zum Zerkleinern von Körnern eines zu bestimmenden Mahlgutes (6a) aufweist, und
 - einer Messeinrichtung (4), die messtechnisch an die Mahleinrichtung (3) koppelt, derart, dass mittels der Messeinrichtung (4) beim die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes (6a) zerkleinernden Betrieb der Mahleinrichtung (3) für die Körner wenigstens eine der folgenden Messgrößen erfassbar ist: eine auf die Körner wirkende Mahlkraft
- 20 und ein auf die Körner wirkendes Drehmoment.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahleinrichtung (3) mehrere einander zugeordnete Reibelemente (8, 9) aufweist, die zumindest oberflächenseitig aus Materialien mit unterschiedlichen Materialhärtegraden bestehen.
- 25 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Reibelement zumindest im Bereich einer mahlrelevanten Oberfläche aus einem Verschleißmaterial besteht, welches einen geringeren Materialhärtegrad als ein Material eines dem Verschleißkörper zugeordneten Reibelementes aufweist.
- 30

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass eines der Reibelemente auf einer dem Mahlgut zugewandten Seite mit Oberflächennuten versehen ist.

5 13. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (4) eine an die Mahleinrichtung (3) messtechnisch koppe-
lnde Kraftmessplattform aufweist.

10 14. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Mahlpalt (7) der Mahleinrichtung (3) einstellbar ist.

15 15. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Stator (8) und ein Rotor (9) der Mahleinrichtung (3) zueinander form-,
kraft- und stoffschlussfrei gebildet sind.

20 16. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 15, gekennzeichnet durch eine Dosiereinrichtung (14), die der Mahleinrichtung (3) zugeordnet und konfiguriert ist, die Körner des zu bestimmenden Mahlgutes (6a) in die Mahleinrichtung (3) einzudosieren.

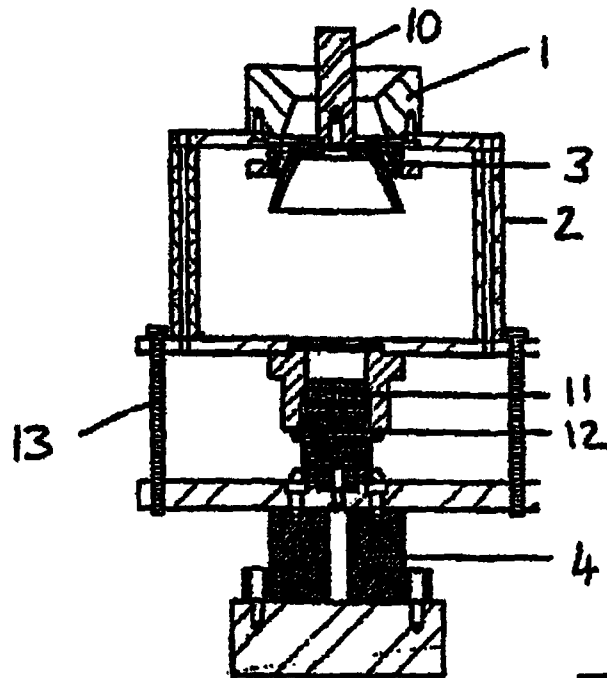


Fig. 1

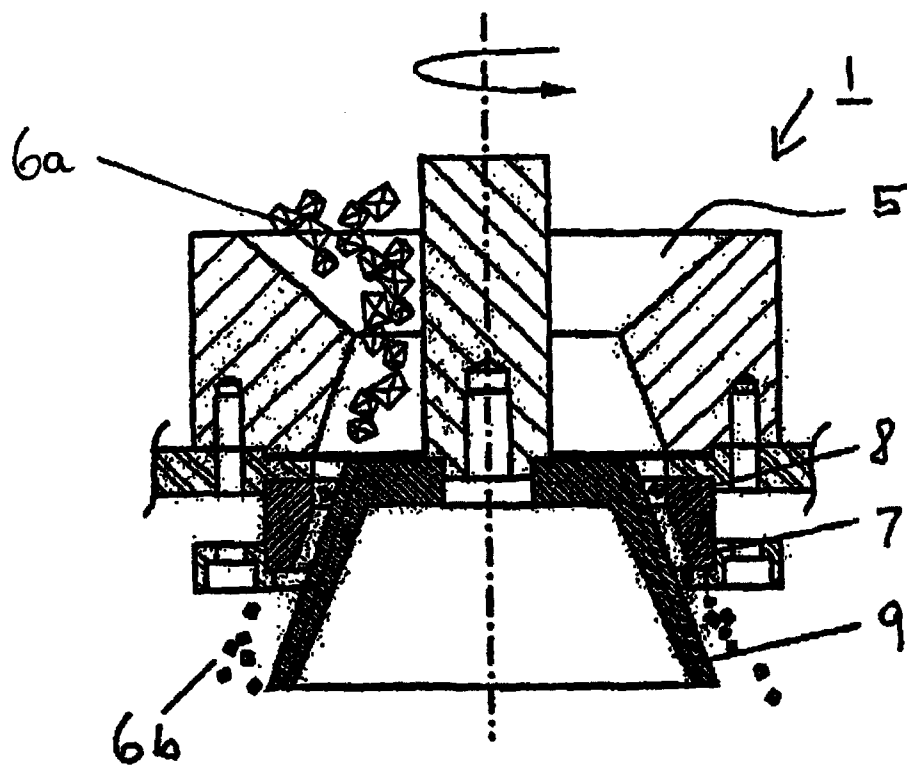
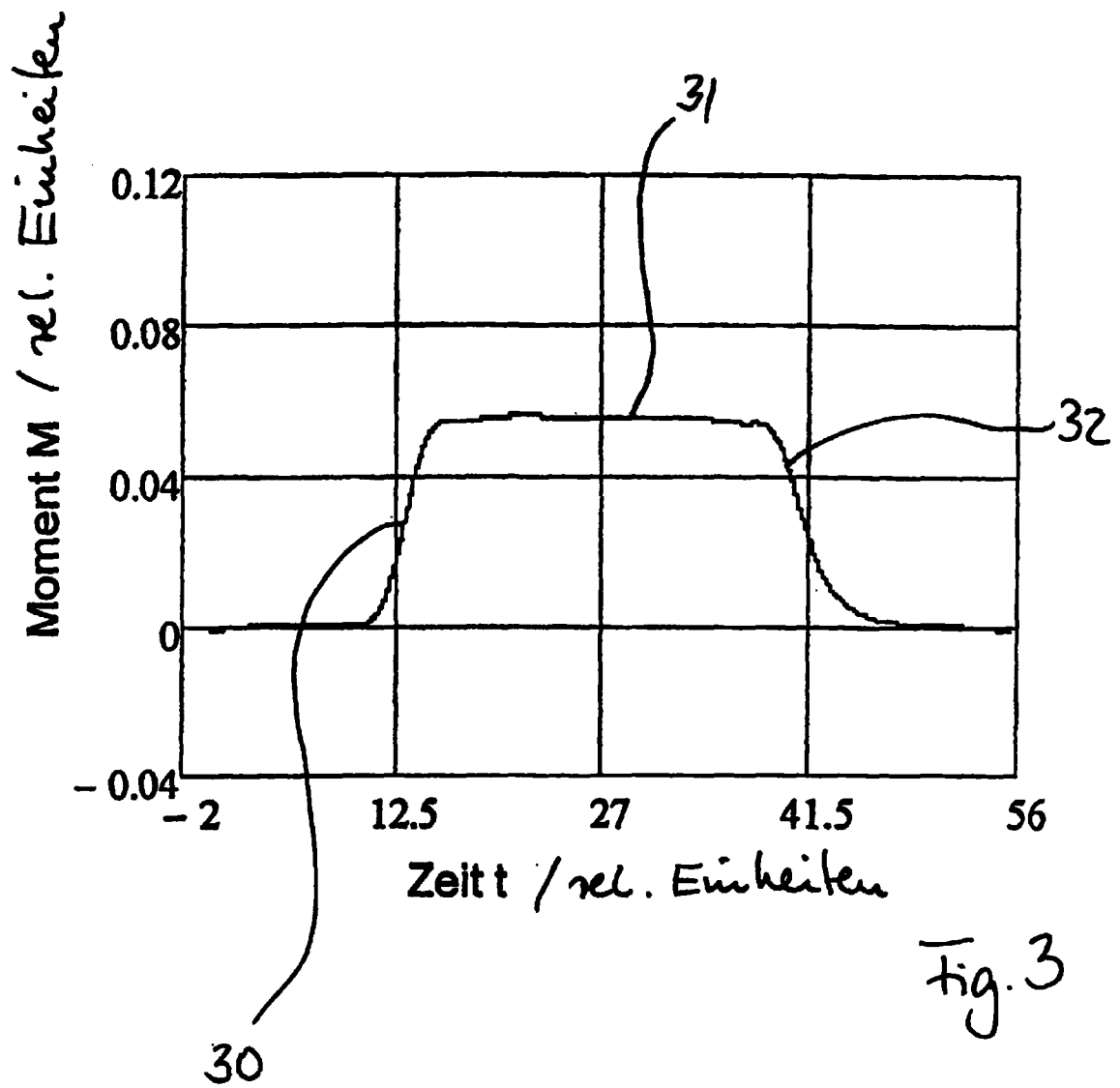


Fig. 2



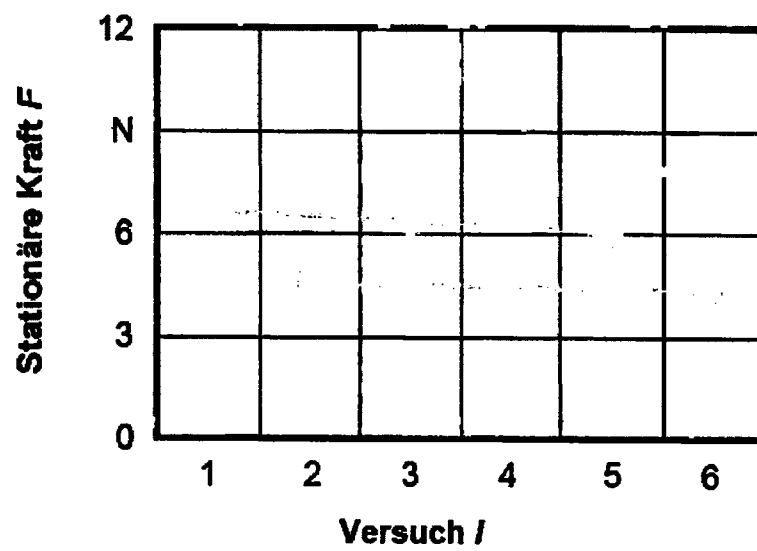


Fig. 4

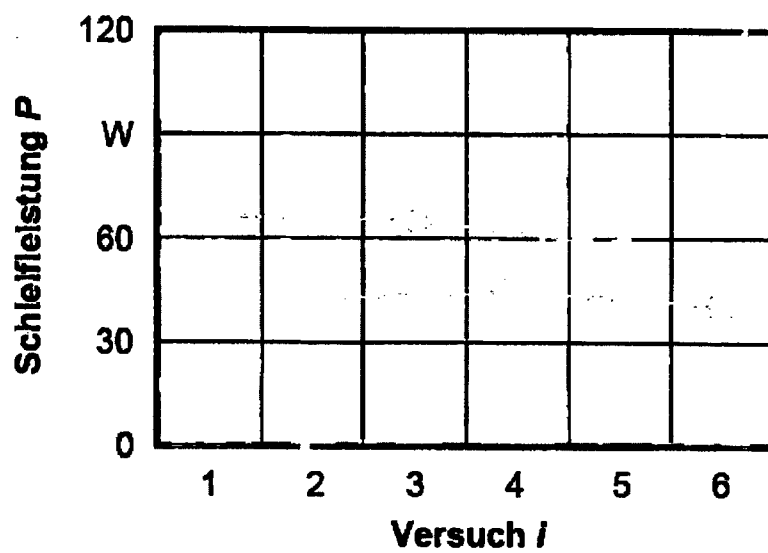


Fig. 5