

(19)



(11)

EP 2 888 051 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.12.2017 Patentblatt 2017/51

(51) Int Cl.:

B02C 4/32 (2006.01)

B02C 4/34 (2006.01)

B02C 15/00 (2006.01)

B02C 15/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13750882.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/067404

(22) Anmeldetag: **21.08.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/029815 (27.02.2014 Gazette 2014/09)

(54) MAHLVORRICHTUNG

GRINDING DEVICE

DISPOSITIF DE BROYAGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **22.08.2012 DE 102012107729**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.07.2015 Patentblatt 2015/27

(73) Patentinhaber: **GBF Gesellschaft für
Bemessungsforschung MbH
52070 Aachen (DE)**

(72) Erfinder: **HAASE, Ralf
52070 Aachen (DE)**

(74) Vertreter: **Bauer, Dirk
Bauer Wagner Priesmeyer
Patent- und Rechtsanwälte
Grüner Weg 1
52070 Aachen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-C1- 3 639 206 DE-U1-202009 004 025
GB-A- 942 804 GB-A- 943 450
US-A- 4 002 299 US-A- 4 610 401**

EP 2 888 051 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mahlvorrichtung, insbesondere eine Vertikalmühle, zur Zerkleinerung von Mahlgut, aufweisend

a) mindestens zwei Mahlkörper, die relativ zueinander bewegbar sind, wobei die beiden Mahlkörper gemeinsam mindestens einen Mahlbereich ausbilden, in dem das Mahlgut mittels der beiden Mahlkörper mahlbar ist, sowie

b) mindestens eine Anpresseinrichtung, die mindestens einen einen Zylinderarbeitsraum aufweisenden Hydraulikzylinder und mindestens eine einen Federarbeitsraum aufweisende Gasfeder aufweist, wobei der Zylinderarbeitsraum und der Federarbeitsraum strömungstechnisch miteinander verbunden sind,

wobei auf mindestens einen der Mahlkörper mittels der mindestens einen Anpresseinrichtung eine Anpresskraft aufbringbar ist, mittels derer die Mahlkörper aufeinander zu pressbar sind.

[0002] Unter dem Begriff der "Mahlvorrichtung" sind im Zusammenhang mit der vorliegenden Anmeldung lediglich solche Mahlvorrichtungen zu verstehen, die zur Einbindung in Produktionsprozesse vorgesehen sind. Insbesondere sollen solche Mahlvorrichtungen, die lediglich zu Versuchs- beziehungsweise Forschungszwecken verwendet werden, nicht mit umfasst sein.

[0003] Unter dem Begriff des "Mahlkörpers" können dabei sowohl jeweils aktiv auf das Mahlgut einwirkende Körper gemeint sein (beispielsweise aktiv angetriebene Walzzylinder eines Walzenstuhls) als auch passive und gegebenenfalls still stehende Körper, die beispielsweise lediglich als Unterlage für das Mahlgut und somit als Gelegenpart zu einem aktiv Druck- und/oder Scherkräfte ausübenden weiteren Mahlkörper dienen. In jedem Fall muss zur Herbeiführung eines Mahlerfolgs eine gegenseitige Bewegung mindestens zweier Mahlkörper stattfinden.

[0004] Hinsichtlich der "strömungstechnischen Verbindung" des Zylinderarbeitsraums mit dem Federarbeitsraum ist es grundsätzlich unerheblich, ob diese Verbindung lediglich von einem (zweidimensionalen) Strömungsquerschnitt, einem Verbindungsbauteil - beispielsweise in Form einer Rohrleitung - oder sogar von einer Mehrzahl verschiedener Verbindungsbauteile gebildet wird.

[0005] Die Bezeichnung "Zylinderarbeitsraum" bezeichnet denjenigen Raum innerhalb eines Hydraulikzylinders, der mit einer Hydraulikflüssigkeit gefüllt ist. Es ist der Raum, in dem ein Kolben des Hydraulikzylinders typischerweise bewegt werden kann.

[0006] Der "Federarbeitsraum" bezeichnet einen gesamten in einem Inneren der Gasfeder vorhandenen Raum, der typischerweise zum Teil mit der Hydraulikflüssigkeit gefüllt ist und ferner ein Gaspolster der Gasfeder mit umfasst. Je nach Zustand der Gasfeder kann

demnach der Federarbeitsraum zu unterschiedlichen Anteilen mit der Hydraulikflüssigkeit und dem Gas des Gaspolsters ausgefüllt sein.

5 Stand der Technik

[0007] Mahlvorrichtungen der eingangs beschriebenen Art sind bereits seit geraumer Zeit bekannt und werden in einer Vielzahl von Anwendungsgebieten eingesetzt. Beispielhaft seien hier ein so genannter Walzenstuhl und eine so genannte Vertikalmühle genannt.

[0008] Ein Walzenstuhl weist typischerweise zwei horizontal orientierte Walzzylinder auf, die gegenläufig rotieren und an einer Engstelle, an denen beide Walzzylinder einen minimalen Abstand zueinander aufweisen beziehungsweise Kontakt haben, den Mahlbereich ausbilden. Das jeweils zu mahlende Mahlgut wird von einer Oberseite des Mahlbereichs zwischen die beiden Walzzylinder gegeben, wobei die einzelnen Partikel des Mahlgutstroms den Mahlbereich passieren und gemahlen werden. Derartige Mahlvorrichtungen werden beispielsweise zur Mahlung von Getreide eingesetzt. Eine beispielhafte Ausführung ist unter anderem der WO 2009/067828 A1 entnehmbar.

[0009] Bei Vertikalmühlen handelt es sich hingegen um Mühlen, bei denen das Mahlgut auf einen horizontal angeordneten, sich um eine vertikal orientierte Achse drehenden Mahlteller aufgebracht wird. In einem äußeren umlaufenden Randbereich des Mahltellers, in dem sich das Mahlgut aufgrund der wirkenden Zentrifugalkräfte sammelt, sind typischerweise mehrere so genannte Rollenmühlen angeordnet, deren Mahlkörper von aufrecht stehenden Rollen gebildet sind, deren Rotationsachse horizontal orientiert ist. Der Mahlbereich befindet sich bei dieser Art von Mühlen zwischen einer jeweiligen Unterseite der Rolle und dem Mahlteller, wobei aufgrund der Rotation des Mahltellers um die vertikale Achse fortwährend das Mahlgut unter der Rolle her geführt wird. Die Rolle wird dabei in Richtung des Mahltellers gedrückt, wobei sowohl das Eigengewicht der Rolle als auch extern, mittels der Anpresseinrichtung aufgebrachte Druckkräfte wirken. Unter diesem durch die Rolle auf das Mahlgut ausgeübten Druck wird das Mahlgut gemahlen. Derartige Vertikalmühlen kommen typischerweise in der Zementindustrie zum Einsatz. Eine beispielhafte Ausführung ist unter anderem der DE 10 2008 046 921 A1 entnehmbar.

[0010] Insbesondere letztgenannte Vertikalmühlen sind gemäß dem Stand der Technik grundsätzlich mit dem Problem behaftet, dass sie eine starke Neigung aufweisen, in einen instabilen Schwingungszustand zu verfallen, der in Fachkreisen umgangssprachlich als "Rumpeln" bezeichnet wird. In einem solchen Zustand unterliegt die Mahlvorrichtung einer Schwingung, die dazu führt, dass sich die Rolle und der Mahlteller in eine vertikale Richtung betrachtet relativ zueinander bewegen, das heißt die Rolle von dem durch das Mahlgut gebildeten Mahlbett zumindest angehoben wird (gegebenenfalls

sogar abheben kann) und anschließend wieder auf eben dieses "eindrückt" beziehungsweise "einschlägt". Hierbei können dynamische Kräfte in der Größenordnung mehrer Meganewton [MN] wirken, so dass es besonders leicht zu Beschädigungen der Vertikalmühle kommen kann. Beispielsweise unterliegt der Rollenmantel, der die Rolle umlaufend umgibt, in diesem instabilen Schwingungszustand einer sehr hohen Belastung.

[0011] Im Rahmen des Betriebs derartiger Mahlvorrichtungen existiert entsprechend das Bestreben, diese extremen Belastungszustände zu vermeiden. Daher sind vielfach Überwachungssysteme installiert, die bestimmte Betriebsparameter der Mühle erfassen, aus denen schließlich auf eine kritische Belastung rückgeschlossen werden soll. Im Ergebnis besteht dabei das Problem, dass es aufgrund der Befürchtung eines sich andeuteten Schwingens des Systems zu häufigen Abschaltungen und somit zu wirtschaftlich nachteilhaften Stillstandzeiten der Mühle kommt. Außerdem kommt es mitunter vor, dass das erläuterte "Rumpeln" der Mühle sogar trotz dieser Überwachungsstrategien auftritt.

[0012] Die vorgenannte DE 10 2008 046 921 A1 beschäftigt sich unter anderem mit ebendieser Problematik und versucht die Mahlvorrichtung so zu überwachen, dass kritische Belastungszustände zuverlässig und frühzeitig erkannt werden, wobei die auf die Rollen wirkenden dynamischen Kräfte in bestimmten Frequenzbereichen erfasst werden sollen und bei Erreichen eines Schwellenwertes eine Abschaltung der gesamten Mahlvorrichtung vorgenommen wird.

[0013] In einer weiteren Schrift, der EP 2 408 565 B1, ist ebenfalls das Problem rumpelnder Mühlen thematisiert. Das Dokument beschreibt eine Vertikalmühle, deren Anpresseinrichtung als "offenes System" ausgeführt ist. Das heißt, dass die Anpresseinrichtung, die von dem mindestens einen Hydraulikzylinder und der mindestens einen Gasfeder gebildet ist, zusätzlich über mindestens eine Hydraulikpumpe verfügt, mittels derer fortwährend ein Öldruck in dem mindestens einen Hydraulikzylinder und/oder der mindestens einen Gasfeder angepasst werden kann. Insbesondere beschreibt die EP 2 408 565 B1, dass mittels der Wirkung der Hydraulikpumpe ein unterer Druckraum des dortigen Hydraulikzylinders mit Druck beaufschlagt werden kann, was dazu führt, dass die korrespondierende Rollenmühle "abhebt", das heißt zumindest ein Anpressdruck der Rollenmühle reduziert, möglicherweise sogar ein Kontakt zwischen der Rollenmühle und dem Mahlbett vollständig aufgehoben wird. Hierdurch soll das in Schwingung geratene Mühlensystem beruhigt werden.

[0014] Nachteilig bei dem letztgenannten System ist zum einen die Komplexität des offenen Drucksystems, die auf die Wirkung einer Hydraulikpumpe angewiesen ist. Zum anderen ist die offenbare Vorrichtung als solche nicht frei von den nachteiligen Schwingungszuständen ("Rumpeln"), sondern bietet lediglich ein System, mittels dessen im Falle des Rumpelns selbiges besonders einfach behoben werden können soll.

[0015] Gleichwohl sieht die EP 2 408 565 B1 auch eine Vermeidungsstrategie hinsichtlich des Rumpelns vor, die auf einer Druckanpassung der Rollenmühlen durch Wirkung der Hydraulikpumpe basiert, wobei eine Druckanpassung in den sich gegenüberliegenden Druckräumen der dort verwendeten Hydraulikzylinder zum Einsatz kommt. Dieses Steuerungssystem ist gleichermaßen aufwendig und träge, da ein Druckaufbau mittels der Hydraulikpumpe als Gegenmaßnahme gegen einen sich einstellenden kritischen Schwingungszustand vergleichsweise viel Zeit in Anspruch nimmt, wodurch ein Aufschwingen des Mühlensystems im Zweifel nicht rechtzeitig unterbunden werden kann.

[0016] Eine Mahlvorrichtung gemäß den Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus DE 3639206 C1 bekannt. Ein System, welches zuverlässig verhindert, dass die Gefahr des Rumpelns überhaupt auftritt, ist nach dem Stand der Technik folglich nicht bekannt.

20 Aufgabe

[0017] Entsprechend ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine ebensolche Mahlvorrichtung hervorzu bringen, die der Gefahr, in den beschriebenen instabilen Schwingungszustand zu verfallen, nicht länger unterliegt.

Lösung

[0018] Die zugrunde liegende Aufgabe wird ausgehend von einer Mahlvorrichtung der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass

c) eine kleinste durchströmbar Querschnittsfläche zwischen dem Zylinderarbeitsraum und dem Federarbeitsraum mindestens 10 % einer Querschnittsfläche des Zylinderarbeitsraums beträgt.

[0019] Die "kleinste Querschnittsfläche" zwischen dem Zylinderarbeitsraum und dem Federarbeitsraum ist dabei stets als die Summe parallel geschalteter Querschnittsflächen zu verstehen, die der Hydraulikflüssigkeit zum Strömen von dem Zylinderarbeitsraum in den Federarbeitsraum zur Verfügung stehen. Wäre beispielsweise ein einzelner Federarbeitsraum mittels zehn parallel geschalteter Einzelleitungen in Form von Rohrleitungen, die jeweils einen konstanten Querschnittsfläche von 5 cm^2 aufweisen, an den Zylinderarbeitsraum angeschlossen, würde sich die "kleinste Querschnittsfläche" im Sinne der vorliegenden Anmeldung zu $A = 10 \cdot 5 = 50 \text{ cm}^2$ errechnen, da dies die faktisch kleinste Querschnittsfläche ist, die der Hydraulikflüssigkeit zur Strömung in den Federarbeitsraum zur Verfügung steht. Analog addieren sich einzelne Querschnittsflächen einzelner Verbindungsbauteile zwischen einem Zylinderarbeitsraum und mehreren Federarbeitsräumen, sofern die Gasfedern parallel an den Zylinderarbeitsraum angeschlossen sind.

[0020] Der vorliegenden Erfindung liegt grundsätzlich die Erkenntnis zugrunde, dass die vorstehend bereits beschriebene Schwingungsproblematik ("Rumpeln") der bekannten Mahlvorrichtungen durch eine Versteifung der gesamten Mahlvorrichtung bedingt ist. Weiter wurde die Erkenntnis gewonnen, dass diese Versteifung maßgeblich durch eine Versteifung der Anpresseinrichtung hervorgerufen wird, was insbesondere darin begründet liegt, dass im Bereich hochfrequenter Schwingungen, denen die Mahlvorrichtungen mitunter unterliegen, bei den nach dem Stand der Technik bekannten Mahlvorrichtungen die an den Hydraulikzylinder angeschlossene Gasfeder nicht länger wirken kann, das heißt die in dem Hydraulikzylinder vorhandene Hydraulikflüssigkeit gar nicht in die Gasfeder überströmen kann. Die Gasfeder dient grundsätzlich dazu, der in dem Zylinderarbeitsraum befindlichen Hydraulikflüssigkeit einen Ausgleichsraum zur Verfügung zu stellen, in den diese strömen kann, sobald ein Kolben des Hydraulikzylinders ausgelenkt wird.

[0021] Die zugrunde liegende Problematik ist nachfolgend am Beispiel einer Vertikalmühle in Form einer Rollenmühle erörtert:

Der Kolben des Hydraulikzylinders ist bei einer erfindungsgemäßen Rollenmühle typischerweise direkt mit einer Lagerachse derselben verbunden und sorgt maßgeblich für den Anpressdruck der Rolle, die hier einen der Mahlkörper bildet, auf das Mahlgut. Bei einer Auslenkung der Rolle der Rollenmühle in vertikale Richtung, wie sie beim Überrollen des Mahlguts ständig auftritt, hebt sich gemeinsam mit der Rolle der Rollenmühle auch deren Lagerachse und folglich auch der Kolben des Hydraulikzylinders, der mithin in dem Hydraulikzylinder bewegt wird. Im Zuge dieser Bewegung wird die Hydraulikflüssigkeit zumindest teilweise in die an den Zylinderarbeitsraum angeschlossene Gasfeder beziehungsweise den Federarbeitsraum verdrängt, wobei sich in dem Federarbeitsraum der Gasfeder sowie in einem Verbindungsquerschnitt beziehungsweise einem Verbindungsbauteil zwischen dem Zylinder- und dem Federarbeitsraum typischerweise permanent Hydraulikflüssigkeit befindet. Durch das Einleiten zusätzlicher Hydraulikflüssigkeit in die Gasfeder wird in dem Federarbeitsraum ein Gaspolster, das typischerweise aus Stickstoff gebildet ist, komprimiert und - zusätzlich zur ohnehin eingestellten Vorspannung - eine zusätzliche Rückstellkraft ausgebildet. Dies sorgt dafür, dass die Hydraulikflüssigkeit bestrebt ist, wieder zurück in den Zylinderarbeitsraum zu strömen, wobei der Kolben des Hydraulikzylinders und demzufolge auch die Rolle wieder in vertikale Richtung nach unten auf das Mahlbett gedrückt werden.

[0022] Kommt es im Zuge eines Mahlvorgangs nun sehr plötzlich zu einer starken Auslenkung der Rolle der

Vertikalmühle, beispielsweise beim Überrollen eines besonders großen Partikels in dem Mahlgut, kommt es gemäß obiger Erläuterung zu einer schlagartigen Auslenkung des Kolbens in dem Hydraulikzylinder und infolgedessen zu einer Beschleunigung der Hydraulikflüssigkeit in dem Zylinderarbeitsraum.

[0023] Infolge dieser Beschleunigung der Hydraulikflüssigkeit in dem Zylinderarbeitsraum muss analog auch diejenige Hydraulikflüssigkeit beschleunigt und verdrängt werden, die sich in dem Verbindungsquerschnitt zwischen dem Zylinderarbeitsraum und dem Federarbeitsraum befindet. Gemäß dem Stand der Technik weist dieser Verbindungsquerschnitt, der typischerweise durch ein rohrförmiges Verbindungsbauteil definiert ist, eine erheblich kleinere Querschnittsfläche auf als der Zylinderarbeitsraum (vgl. beispielsweise Figur 1 der DE 10 208 046 921 A1). Diese "Einengung" eines durchströmbarer Querschnitts (Sprung vom Querschnitt des Zylinderarbeitsraums hin zum Verbindungsbauteil beziehungsweise Verbindungsquerschnitt), der die Hydraulikflüssigkeit zwangsläufig unterliegt, hat zur Folge, dass in dem Verbindungsquerschnitt eine antiproportional zur Querschnittseinengung größere Strömungsgeschwindigkeit der Hydraulikflüssigkeit vorliegen muss. Im vorliegenden Fall zieht aufgrund der hohen auftretenden Schwingungsfrequenzen der Anstieg der Strömungsgeschwindigkeit direkt nach sich, dass die in dem Verbindungsquerschnitt befindliche Hydraulikflüssigkeit auch entsprechend stark beschleunigt werden muss. Diese in dem Verbindungsquerschnitt auf die Hydraulikflüssigkeit wirkende Beschleunigung ist demzufolge um ein Vielfaches höher, als in dem Zylinderarbeitsraum.

[0024] Um diese Beschleunigung hervorzurufen, bedarf es entsprechend großer Kräfte. Allerdings steht gemäß dem Stand der Technik lediglich ein verhältnismäßig kleiner Verbindungsquerschnitt zur Verfügung, sodass der hydrostatische Druck der Hydraulikflüssigkeit lediglich eine geringe "Angriffsfläche", nämlich nur den Verbindungsquerschnitt, zur Verfügung hat. Dies hat im Ergebnis zur Folge, dass die in dem Verbindungsquerschnitt befindliche Hydraulikflüssigkeit nicht beschleunigt und folglich nicht bewegt wird, der Federarbeitsraum also überhaupt nicht als Ausgleichsraum für die Hydraulikflüssigkeit aktiviert werden kann. Im Moment der Auslenkung der Rolle der Mahlvorrichtung, kann ebendiese Auslenkung folglich nicht mittels einer Bewegung des Kolbens kompensiert werden, da dieser in ebendiesem Moment in seiner ursprünglichen Position verharrt und keine vertikale Bewegung der Lagerachse der Vertikalmühle zulässt. Stattdessen kommt es zu Verformungen des gesamten Fundaments, auf dem die Vertikalmühle gegründet ist, wobei die extrem hohen Steifigkeiten des Gesamtsystems schließlich infolge der Auslenkung der Rolle die vorstehend beschriebenen extremen Kräfte hervorrufen, die schließlich die nach dem Stand der Technik zu beklagenden Schäden zu verursachen im Stande sind.

[0025] Durch die oben beschriebenen erfindungsge-

mäßen alternativ oder vorteilhafterweise gemeinsam auszubildenden Merkmale wird dieser sehr nachteilige Effekt der bekannten Mahlvorrichtungen unterbunden.

[0026] Dabei ist es zum einen möglich, die minimale beziehungsweise kleinste Querschnittsfläche auf einen Mindestwert festzulegen, der mindestens 10 % der Querschnittsfläche des Arbeitszylinders ausmachen soll. Durch die Festlegung dieser "Mindestgröße" der kleinsten Querschnittsfläche wird sichergestellt, dass das Verhältnis der Beschleunigungen zwischen dem Zylinderarbeitsraum und dem Verbindungsquerschnitt auf einen maximalen Wert begrenzt wird, also die notwendige Kraft zur Beschleunigung der Hydraulikflüssigkeit in dem Verbindungsquerschnitt nach oben begrenzt ist. Dadurch wird unterbunden, dass der Widerstand der Hydraulikflüssigkeit in Form der Massenträgheit in der kleinsten Querschnittsfläche über einen Maximalwert hinaus ansteigt und die gesamte Mahlvorrichtung versteift. Diese Lösung ist besonders vorteilhaft.

[0027] Zum anderen ist es zusätzlich möglich (wenn gleich eher umständlich), die Verbindungsstrecke gemäß der obigen Erläuterung auf die angegebene maximale Länge zu beschränken. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass bei einer derart kurzen Verbindungsstrecke konstruktionsbedingt auch nur eine verhältnismäßig geringe Menge an Hydraulikflüssigkeit in dem Verbindungsquerschnitt vorhanden sein kann. Analog zur Menge an Hydraulikflüssigkeit ist dabei logischerweise auch die in dem Verbindungsquerschnitt vorhandene Masse somit auf ein geringes maximales Maß beschränkt. Die Kraft $[F]$, die notwendig ist, um eine Masse $[m]$ auf eine bestimmte Beschleunigung $[a]$ zu beschleunigen, lässt sich zu $F = mg \cdot a$ bestimmen. Das heißt, dass die notwendige Kraft zur Beschleunigung der Hydraulikflüssigkeit bei geringer Masse selbst dann aufgebracht werden kann, wenn das oben beschriebene Querschnittsverhältnis von der Querschnittsfläche des Zylinderarbeitsraums zu der kleinsten Querschnittsfläche zwischen dem Zylinderarbeitsraum und dem Federarbeitsraum unterhalb der genannten 10 % liegen sollte. Im Stand der Technik gezeigte Leitungslängen übersteigen die hier beanspruchten Werte erheblich und lassen nicht auf ein Verständnis der hier aufgezeigten Problematik rückschließen.

[0028] Vorteilhafterweise wird das genannte erfindungsgemäße Mindestverhältnis der Querschnittsfläche und die maximale Verbindungsstrecke zwischen Zylinderarbeitsraum und Federarbeitsraum kombiniert.

[0029] Eine "Blockade" beziehungsweise "Deaktivierung" der Gasfeder, wie sie nach dem Stand der Technik auftritt, ist gemäß vorstehender Erläuterung mittels der erfindungsgemäßen Mahlvorrichtung dauerhaft unterbunden und somit die Aufgabe gelöst.

[0030] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Mahlvorrichtung beträgt die kleinste durchströmmbare Querschnittsfläche zwischen dem Zylinderarbeitsraum und Federarbeitsraum mindestens 20%, vorzugsweise mindestens 50%, weiter

vorzugsweise mindestens 80% einer Querschnittsfläche des Zylinderarbeitsraums. Diese weiteren größeren Verhältnisse sind für einen effizienten Betrieb der erfindungsgemäßen Mahlvorrichtung besonders vorteilhaft.

5 Insbesondere kann die an dem Verbindungsquerschnitt auftretende Trägheitskraft weiter reduziert werden, was eine weit reichende Verschlankung der gesamten Mahlvorrichtung, vor allem der Gründungsmassen, führen kann.

10 **[0031]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird vorgeschlagen, die Verbindungsstrecke auf eine maximale Länge von 60 cm, vorzugsweise maximal 30 cm, weiter vorzugsweise maximal 10 cm, zu beschränken. Analog zu **15** vorstehender Argumentation kann hierdurch eine weitere Herabsenkung der Trägheitskräfte bewirkt und damit eine weit reichende Verschlankung der gesamten Mahlvorrichtung erreicht werden.

[0032] In einer weiterhin vorteilhaften Ausgestaltung **20** der erfindungsgemäßen Mahlvorrichtung wird vorgeschlagen, die mindestens eine Gasfeder von einem Blasenspeicher zu bilden. Derartige Speicher sind besonders einfach verfügbar und können in Nachrüstlösungen für bereits bestehende Mahlvorrichtungen bei rationaler **25** Aufwand eingebaut werden.

[0033] Besonders vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang das Vorsehen einer Mehrzahl parallel an den Hydraulikzylinder angeschlossener Gasfedern, wobei sich die parallel geschalteten Verbindungsquerschnitte zwischen dem Zylinderarbeitsraum und den einzelnen Arbeitsräumen der einzelnen Gasfedern zu einer "Querschnittsfläche" im Sinne des Anspruchs 1 addieren, die der Hydraulikflüssigkeit zur Verfügung steht und auf der basierend das Verhältnis gemäß dem Kennzeichen von **35** Anspruch 1 errechnet wird.

[0034] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Mahlvorrichtung wird eine Dämpfereinrichtung vorgesehen, mittels derer eine Strömungsgeschwindigkeit der zwischen dem Zylinderarbeitsraum und dem Federarbeitsraum strömenden Hydraulikflüssigkeit verringbar ist, wobei vorzugsweise **40** ein Dämpfungsgrad der Dämpfereinrichtung bei unterschiedlichen Strömungsrichtungen der Hydraulikflüssigkeit unterschiedlich groß ist, weiter vorzugsweise der

45 Dämpfungsgrad bei einer Strömung der Hydraulikflüssigkeit in eine von einem Kolben des Hydraulikzylinders abgewandte Richtung größer ist als bei einer Strömung der Hydraulikflüssigkeit in umgekehrte Richtung. Das Vorsehen einer Dämpfereinrichtung ist grundsätzlich vorteilhaft, da eine durch das Mahlbett beziehungsweise **50** das Mahlgut hervorgerufene Anregung der Rolle und somit der Hydraulikflüssigkeit gedämpft werden und unvorteilhafte Schwingungen beziehungsweise unvorteilhafte Rückstellkräfte vermindert werden können.

55 **[0035]** Besonders vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang die unterschiedliche Ausprägung der Zugstufe und der Druckstufe des Dämpfers, also eine unterschiedliche Ausprägung des mittels der Dämpfereinrichtung erreicht-

ten Dämpfungsgrads, der vorteilhafterweise bei einer Anhebung der Rolle, also einer Strömungsrichtung der Hydraulikflüssigkeit in Richtung des Federarbeitsraums geringer sein sollte, als in umgekehrte Richtung. Auf diese Weise ist es verhältnismäßig "leicht", die Rolle von dem Mahlbett abzuheben, bei der Rückführung der Rolle wird diese jedoch "gebremst", so dass ein unnötig hartes Aufschlagen der Rolle auf das Mahlbett vermieden wird. Dies ist besonders hilfreich, um den Verschleiß der Rolle der Vertikalmühle möglichst gering zu halten und gleichzeitig das Mahlbett nicht unnötig zu deformieren, wie es im Stand der Technik häufig zu beklagen ist ("Waschbrett").

[0036] Zwecks maximaler Flexibilität der Mahlvorrichtung ist es überdies besonders von Vorteil, wenn der Dämpfungsgrad der Dämpfereinrichtung, vorzugsweise in Abhängigkeit von der Strömungsrichtung der Hydraulikflüssigkeit veränderbar ist. Auf diese Weise ist es dem Anwender möglich, die Dämpfereinrichtung beispielsweise für unterschiedliche Mahlgüter beziehungsweise unterschiedliche Ausprägungen desselben Mahlgutes zu konfigurieren.

[0037] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Dämpfereinrichtung ist diese von einer Durchbrüche aufweisenden Drosselplatte gebildet, wobei die Dämpfereinrichtung vorzugsweise ferner mindestens eine Blockiereinrichtung umfasst, die relativ zu der Drosselplatte bewegbar ist und mittels derer die Durchbrüche der Drosselplatte zumindest teilweise verschließbar sind. Eine solche Dämpfereinrichtung ist besonders einfach herstellbar und mittels der Blockiereinrichtung besonders einfach einstellbar.

[0038] In einer darüber hinaus besonders vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Mahlvorrichtung sind der Hydraulikzylinder und die Gasfeder als integrierte Anpresseinrichtung ausgeführt, wobei der Zylinderarbeitsraum und der Federarbeitsraum fließend ineinander übergehen, wobei insbesondere die Hydraulikflüssigkeit zwischen einem Kolben der Anpresseinrichtung und einem Gaspolster der Anpresseinrichtung angeordnet ist. In dieser Ausführungsform sind der Zylinderarbeitsraum und der Federarbeitsraum geometrisch betrachtet derselbe Arbeitsraum, wobei funktional betrachtet eine Unterteilung in Zylinderarbeitsraum und Federarbeitsraum im Sinne des Oberbegriffs des Anspruchs 1 weiterhin möglich ist. Die "kleinsten Querschnittsfläche" im Sinne des Anspruchs 1 wird bei dieser Ausführungsform entsprechend durch den Querschnitt des Zylinderarbeitsraums beziehungsweise des Federarbeitsraums selbst gebildet, so dass das Verhältnis von der kleinsten Querschnittsfläche zu der Querschnittsfläche des Zylinderarbeitsraums hier 100 % beträgt.

[0039] Diese vorgeschlagene integrierte Ausführungsform ist besonders einfach umsetzbar und empfiehlt sich entsprechend für neu zu konstruierende Mahlvorrichtungen.

[0040] Des Weiteren ist eine solche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Mahlvorrichtung besonders von

Vorteil, bei der die mittels der Anpresseinrichtung aufbringbare Anpresskraft veränderbar ist. Dies ermöglicht eine maximale Anpassbarkeit der Mahlvorrichtung an jeweils zu mahlendes Mahlgut.

[0041] Ferner ist es besonders von Vorteil, wenn der mindestens eine Hydraulikzylinder und die mindestens eine Gasfeder ein geschlossenes hydraulisches System ausbilden. Unter einem "geschlossenen hydraulischen System" ist dabei zu verstehen, das ein von außen auf das System aus dem Hydraulikzylinder und der Gasfeder aufgebrachter Druck ("Vorspannung") konstant gehalten wird, indem das System verschlossen ist. Eine Möglichkeit eines Entweichens von Hydraulikflüssigkeit oder einer sonstigen in dem System vorhandenen Komponente ist ebenso wenig möglich, wie ein Hinzufügen einer ebensolchen. Insbesondere weist ein geschlossenes hydraulisches System keine dauerhaft mit dem hydraulischen System verbundene Hydraulikpumpe auf, mittels derer fortwährend ein Druck in der Anpresseinrichtung anzupassen, das fortwährend erhöht oder verringert wird. Zwar ist typischerweise eine Hydraulikpumpe vorhanden, um im Bedarfsfall eine Druckkorrektur vorzunehmen. Diese ist jedoch von dem hydraulischen System entkoppelt, was normalerweise mittels versperrter Druckleitungen erreicht wird, die nur im Bedarfsfall geöffnet werden.

[0042] In einer weiterhin vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Mahlvorrichtung weist der mindestens eine Hydraulikzylinder genau einen Zylinderarbeitsraum auf. Ein solcher Hydraulikzylinder ist vergleichsweise einfach und erfüllt alle notwendigen Aufgaben als Bestandteil der Anpresseinrichtung. Insbesondere ist es bei der erfindungsgemäßen Mahlvorrichtung nicht notwendig, einen "unteren Druckraum" unterhalb des Kolbens des Hydraulikzylinders vorzusehen, mittels dessen der Kolben durch eine von außen aufgebrachte Pumpleistung in dem Hydraulikzylinder angehoben werden könnte, wodurch gleichzeitig der Mahlkörper in Form der Rolle angehoben würde. Im Stand der Technik werden derartige Konstruktionen verwendet, um der Gefahr eines sich einstellenden kritischen Schwingungszustands Rechnung zu tragen und die Rolle im Zweifel von ihrem Mahlbett anzuheben. Da die Gefahr einer schwingenden Mahlvorrichtung erfindungsgemäß nicht länger gegeben ist, ist folglich ein Hydraulikzylinder mit zwei Zylinderarbeitsräumen nicht notwendig.

Ausführungsbeispiele

[0043] Die vorstehend beschriebene Erfindung ist nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert.

[0044] Es zeigt:

55 Fig. 1: Eine Mahlvorrichtung gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2: Eine erste erfindungsgemäße Mahlvorrich-

tung mit einer Mehrzahl einzelner Gasfedern,

Fig. 3: Ein Detail einer Anpresseeinrichtung der Mahlvorrichtung gemäß Figur 2

Fig. 4: Eine weitere erfindungsgemäße Mahlvorrichtung mit einer Mehrzahl einzelner Gasfedern in Form von Blasenspeichern,

Fig. 5: Ein Detail einer Anpresseeinrichtung der Mahlvorrichtung gemäß Figur 4,

Fig. 6: Eine weitere erfindungsgemäße Mahlvorrichtung mit einer integralen Ausführung eines Zylinderarbeitsraums und eines Federarbeitsraums und

Fig. 7: Einen Schnitt durch eine Anpresseeinrichtung der Mahlvorrichtung gemäß Figur 6.

[0045] Ein erstes Beispiel, das in Figur 1 dargestellt ist, zeigt eine Mahlvorrichtung 100 gemäß dem Stand der Technik, wobei die Darstellung gemäß Figur 1 auf wesentliche Bestandteile der Mahlvorrichtung 100 reduziert ist. Bei der hier gezeigten Mahlvorrichtung 100 handelt es sich um eine so genannte Vertikalmühle. Diese weist insgesamt fünf Mahlkörper 2, 3 auf, wobei vier Mahlkörper 2 in Form von Rollen 4 mit dem Mahlkörper 3 in Form eines Mahltellers 5 zusammenwirken. Auf dem Mahlteller 5 befindet sich zu mahlendes Mahlgut, das hier nicht dargestellt ist.

[0046] Der Mahlteller 5 wird mittels einer nicht gezeigten Antriebseinrichtung angetrieben, so dass er um eine vertikale Achse rotiert. Durch diese Bewegung des Mahltellers 5 wird das darauf befindliche Mahlgut gleichermaßen bewegt und dabei unter den Rollen 4 entlang geführt, wobei diese geschleppt werden, das heißt allein aufgrund der Rotation des Mahltellers 5 um eine horizontale Drehachse 6 rotieren. Ein aktiver Antrieb für die Rollen 4 ist nicht vorgesehen, jedoch ohne weiteres denkbar.

[0047] Die Rollen 4 sind mittels einer Anpresseeinrichtung 101 in eine vertikale Richtung "vorgespannt", das heißt sie werden mittels der Anpresseeinrichtung 101 in Richtung auf den Mahlteller 5 beziehungsweise ein aus dem Mahlgut gebildetes Mahlbett gedrückt. Unter dem Druck der Anpresseeinrichtung 101 sowie einem Eigengewicht der Rollen 4 wird das Mahlgut auf dem Mahlteller 5 gemahlen, wobei sich die Rollen 4 und der Mahlteller 5, also die Mahlkörper 2, 3 relativ zueinander bewegen.

[0048] Die Anpresseeinrichtung 101 weist einen in Figur 1 nicht erkennbaren Hydraulikzylinder 8 und eine Gasfeder 9 auf. Beide Teile sind mittels eines Verbindungsbauteils 102 strömungstechnisch miteinander verbunden, wobei das hier von einer Rohrleitung gebildet ist. Ein Federarbeitsraum der Gasfeder 9 verfügt über ein Gaspolster, das aus Stickstoff gebildet ist. Ein Zylinderarbeitsraum des Hydraulikzylinders 8, das Verbindungsbauteil 102 und ein außerhalb des Gaspolsters angeord-

neter Teil des Federarbeitsraums der Gasfeder 9 sind mit einer Hydraulikflüssigkeit gefüllt.

[0049] Kommt es im Zuge eines Betriebs der Mahlvorrichtung 100 zu einer vertikalen Auslenkung einer der Rollen 4, wird ein mit einer Lagerachse 11 der Rolle 4 verbundener Kolben des Hydraulikzylinders 8 der Anpresseeinrichtung 101 in vertikale Richtung bewegt. Dabei verdrängt der Kolben die in dem Zylinderarbeitsraum befindliche Hydraulikflüssigkeit, die daraufhin zumindest teilweise durch das Verbindungsbauteil 102 in den Federarbeitsraum der Gasfeder 9 strömt. Dabei wird das Gaspolster in der Gasfeder 9 komprimiert und es entsteht zusätzlich zu der vorstehend genannten Vorspannung eine zusätzliche Rückstellkraft, die im Moment der Komprimierung des Gaspolsters als potentielle Energie in dem Gas gespeichert ist. Sobald sich die Rolle 4 wieder zurück in Richtung des Mahlbetts beziehungsweise des Mahltellers 5 bewegen kann, wird die Hydraulikflüssigkeit aus dem Federarbeitsraum der Gasfeder 9 zurück in den Zylinderarbeitsraum des Hydraulikzylinders 8 gedrückt und der Kolben des Hydraulikzylinders 8 entsprechend zurück in seiner vorige Position bewegt.

[0050] Eine kleinste durchströmbar Querschnittsfläche des Verbindungsbauteils 102 der Mahlvorrichtung 100 ist im Verhältnis zu einer Querschnittsfläche des Zylinderarbeitsraums besonders klein und macht nur wenige Prozent derselben aus (hier etwa 2 %). Diese nach dem Stand der Technik übliche Ausführung führt zu den oben bereits ausführlich dargelegten Problemen.

[0051] Außerdem ist eine Verbindungsstrecke, die sich zwischen dem Zylinderarbeitsraum des Hydraulikzylinders 8 und dem Federarbeitsraum der Gasfeder 9 innerhalb des Verbindungsbauteils 102 erstreckt im gezeigten Beispiel in etwa 200 cm lang. Dadurch ist in dem Verbindungsbauteil 102 insgesamt eine solche Menge an Hydraulikflüssigkeit versammelt, dass für eine schlagartige Beschleunigung derselben ein erheblicher Kraftaufwand nötig wäre, der aufgrund der lediglich sehr kleinen zur Verfügung stehenden Querschnittsfläche des Verbindungsbauteils 102 nicht aufgebracht werden kann. Infolgedessen wirkt das Verbindungsbauteil 102 gemäß dem Stand der Technik gewissermaßen wie ein "Stopfen", der ein Strömen der Hydraulikflüssigkeit von dem Hydraulikzylinder 8 zu der Gasfeder 9 im Bereich hoher Belastungsfrequenzen quasi außer Kraft setzt.

[0052] Ebendieses Problem ist mittels einer ersten möglichen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Mahlvorrichtung 1, die in Figur 2 dargestellt ist, behoben. Die hier gezeigte Mahlvorrichtung 1 weist eine Anpresseeinrichtung 7 auf, die an einem so genannten Kraftrahmen 12 montiert ist, mittels dessen die von der Anpresseeinrichtung 7 bewirkten Kräfte in einem Fundament 22 rückverankert werden. Ebenso wie bei der Mahlvorrichtung 100 ist der Kolben des Hydraulikzylinders 8 auf der Lagerachse 11 der Rolle 4 montiert, um mittels der Lagerachse 11 die Rolle 4 "niederzudrücken", also auf das Mahlbett zu pressen.

[0053] In der gezeigten Ausführungsform erstreckt

sich der Hydraulikzylinder 8 mit einem konstanten Querschnitt oberhalb des Kraftrahmens 12. An jeden Hydraulikzylinder 8 sind hier insgesamt sechs Gasfedern 8 angeschlossen, die jeweils mittels eines eigenen Verbindungsbauteils 10 mit dem Zylinderarbeitsraum des Hydraulikzylinders 8 strömungstechnisch verbunden sind. Die Verbindungsbauteile 10 sind besonders gut in einer Detaildarstellung gemäß Figur 3 erkennbar. Die einzelnen Verbindungsbauteile 10 sind hinsichtlich ihrer kleinsten Querschnittsfläche in etwa ähnlich zu dem Verbindungsbauteil 102 der Mahlvorrichtung 100. Allerdings sind hier im Unterschied zu der nach dem Stand der Technik bekannten Mahlvorrichtung 100 mehrere Verbindungsbauteile 10 parallel geschaltet, so dass der Hydraulikflüssigkeit, die im Zuge einer Kolbenbewegung aus dem Hydraulikzylinder 8 verdrängt wird, insgesamt eine Querschnittsfläche zur Verfügung steht, über die sie aus dem Zylinderarbeitsraum austreten kann, die sechsmal einer einzelnen Querschnittsfläche eines jeden Verbindungsbauteils 10 entspricht. Auf diese Weise wird bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein Flächenverhältnis der kleinsten Querschnittsfläche (gleich sechsmal der kleinsten Querschnittsfläche der sechs einzelnen Verbindungsbauteile 10) zwischen dem Zylinderarbeitsraum und dem Federarbeitsraum zum der Querschnittsfläche des Zylinderarbeitsraums von ca. 40 % erreicht.

[0054] Durch diese erfindungsgemäße erhebliche Vergrößerung des durchströmmbaren Querschnitts wird der vorstehend beschriebene "Verstopfungseffekt" beziehungsweise der Versteifungseffekt des Verbindungsbauteils behoben.

[0055] In einem Detail der Anpresseinrichtung 7, die in Figur 3 dargestellt ist, sind insbesondere ein einzelner Hydraulikzylinder 8, die sechs daran angeschlossenen Verbindungsbauteile 10, sowie jeweils zugehörige Gasfedern 9 besonders gut erkennbar. Ein Zylinderarbeitsraum des Hydraulikzylinders 8 ist vollständig mit der Hydraulikflüssigkeit gefüllt, so dass die Verbindungsbauteile 10 ohne weitere Höhenversetzung an einem äußeren Mantel 23 des Hydraulikzylinders 8 angeschlossen werden können. Eine gezeigte "aufrechte" Anordnung der Gasfedern 9, bei der das jeweilige Verbindungsbauteil von einer Unterseite der jeweiligen Gasfeder 9 her an selbige angeschlossen ist und das Gaspolster auf in einem oberen Abschnitt der Gasfeder 9 angeordnet ist, ist besonders vorteilhaft, um zu vermeiden, dass das Gaspolster von der Hydraulikflüssigkeit "umflossen" beziehungsweise "umschlossen" wird, wie es bei einer umgekehrten Anordnung von Verbindungsbauteil 10 und Gaspolster vorkommen kann.

[0056] In einem weiteren Ausführungsbeispiel, das in Figur 4 gezeigt ist, werden die Gasfedern 8 einer Anpresseinrichtung 7' einer Mahlvorrichtung 1' von Blasenspeichern 13 gebildet, die analog zu der in den Figuren 2 und 3 gezeigten Mahlvorrichtung 1 jeweils einzeln mittels eines eigenen Verbindungsbauteils 10' an den Hydraulikzylinder 8 angeschlossen sind. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind insgesamt sieben Gasfedern 9 be-

ziehungsweise Blasenspeicher 13 vorgesehen. Derartige Blasenspeicher 13 sind besonders gut und in vielfältigen Formen verfügbar, so dass die Mahlvorrichtung 1' eine besonders schnell und günstig zu konstruierende Ausführungsmöglichkeit darstellt, um bereits installierte Mahlvorrichtungen zu modernisieren.

[0057] Zwecks einer besseren Verständlichkeit ist in Figur 5 ein Detail der an dem Zylinderarbeitsraum des Hydraulikzylinders 8 angeordneten Blasenspeicher 13 gezeigt. Die Verbindungsbauteile 10' weisen hier in Summe eine Querschnittsfläche auf, die in etwa 60 % der Querschnittsfläche des Hydraulikzylinders 8 entspricht. Ferner weisen die Verbindungsbauteile jeweils ein Drossellelement auf.

[0058] Ein weiteres Ausführungsbeispiel, das in Figur 6 gezeigt ist, umfasst eine weitere erfindungsgemäße Mahlvorrichtung 1", deren Anpresseinrichtung 7" sich von derjenigen der übrigen Ausführungsbeispiele unterscheidet. Der Hydraulikzylinder 8 und die Gasfeder 9 der Anpresseinrichtung 7" sind als ein integrales Bauteil ausgeführt, das heißt der Zylinderarbeitsraum und der Federarbeitsraum gehen nahtlos und unter Beibehaltung eines konstanten Querschnitts ineinander über und sind nicht länger trennscharf voneinander abgetrennt. Das heißt, dass bei der gezeigten Anpresseinrichtung 7" der Kolben von der Lagerachse 11 her (von unten) in den Hydraulikzylinder 8 hinein ragt und in diesem axial beweglich gelagert ist. Auf einer der Lagerachse 11 abgewandten Seite des Kolbens ist die Hydraulikflüssigkeit - typischerweise ein Hydrauliköl - angeordnet. Soweit entspricht der Aufbau der Anpresseinrichtung 7" derjenigen der Anpresseinrichtungen 7 und 101.

[0059] Allerdings ist bei der Anpresseinrichtung 7" die Gasfeder 9 nicht länger separat ausgeführt, sondern direkt an einer "Oberseite" des Hydraulikzylinders 8 integriert, wobei eine trennscharfe Unterscheidung des Zylinderarbeitsraums und des Federarbeitsraums bei der Anpresseinrichtung 7" nicht länger möglich ist. Somit ist an einer Oberseite 14 der Anpresseinrichtung 7" das zur Gasfeder 9 gehörige Gaspolster angeordnet, welches vorgespannt ist. Die Hydraulikflüssigkeit liegt direkt an dem Gaspolster an, so dass der Zylinderarbeitsraum und der Federarbeitsraum gewissermaßen gemeinsam in einem durchgehenden Raum angeordnet sind.

[0060] Diese in Figur 6 gezeigte Variante der erfindungsgemäßen Mahlvorrichtung 1" ist besonders vorteilhaft. Insbesondere ist definitionsgemäß das Verhältnis der kleinsten Querschnittsfläche zwischen dem Hydraulikzylinder 8 und der Gasfeder 9 relativ zur Querschnittsfläche des Zylinderarbeitsraums gleich eins, während die Verbindungsstrecke zwischen dem Zylinderarbeitsraum und dem Federarbeitsraum definitionsgemäß gleich null ist. Somit beinhaltet diese Ausführungsvariante die bestmögliche Kombination von Hydraulikzylinder 8 und Gasfeder 9, die außerdem besonders einfach und günstig herstellbar ist.

[0061] In Figur 7 ist schließlich ein Detail der Anpresseinrichtung 7" dargestellt, wobei die Anpresseinrich-

tung 7" in einem Längsschnitt dargestellt ist. Der Hydraulikzylinder 8 ist hier als so genannter "Plungerzylinder" ausgeführt, wobei in einem unteren Bereich der Anpresseinrichtung 7" ein Plungerkolben 24 angeordnet ist. Ein Mittelbereich 25 der Anpresseinrichtung 7" ist mit der Hydraulikflüssigkeit gefüllt, wobei der Mittelbereich 25 von einem Bereich 21 der Anpresseinrichtung 7" das aus Stickstoff gebildete Gaspolster angeordnet ist. Das Gaspolster ist mittels eines Trennkolbens 20 dichtend von der Hydraulikflüssigkeit abgetrennt, wobei der Trennkolben 20 "schwimmend" in der Anpresseinrichtung 7" gelagert ist, sich also frei in axiale Richtung der Anpresseinrichtung 7" bewegen kann.

[0062] Erwähnenswert ist hier insbesondere eine Dämpfereinrichtung 15 in Form einer Drosselplatte 16. Diese Drosselplatte 16 weist eine Mehrzahl von Durchbrüchen 17 auf, die eine Einengung eines Strömungsquerschnitts der Hydraulikflüssigkeit in der Anpresseinrichtung 7" bilden. Die Dämpfereinrichtung 15 wird hier als rein zu Dämpfungszwecken angeordnetes Bauteil und nicht als Verbindungsbauteil im Sinne der Verbindungsbauteile 10, 10' der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele verstanden.

[0063] Eine solche Auffassung der gezeigten Dämpfereinrichtung 15 ist mithin dennoch möglich: Dabei würde im Sinne des Anspruchs 1 die Drosselplatte 16 das Verbindungsbauteil zwischen dem Zylinderarbeitsraum und dem Federarbeitsraum darstellen, wobei der Zylinderarbeitsraum auf einer dem Plungerkolben 24 zugewandten Seite der Drosselplatte 16 angeordnet wäre und sich der Federarbeitsraum entsprechend auf einer Oberseite der Drosselplatte befinden würde. Die "Übergangsquerschnitte" wären im Sinne des Anspruchs 1 entsprechend durch die Übergänge von den jeweiligen Arbeitsräumen (Zylinder- und Feder-) zu den Durchbrüchen 17 gebildet, wobei die "Verbindungsstrecke einer "Länge", das heißt einer Ausdehnung der Drosselplatte 16 in axiale Richtung der Anpresseinrichtung 7" (Dicke der Drosselplatte 16) entsprechen würde. Die Drosselplatte 16 weist hier eine Dicke von 1 cm auf, so dass eine Gefahr der Versteifung der Anpresseinrichtung 7", wie sie gemäß dem Stand der Technik auftritt, aufgrund der geringen zu beschleunigenden Masse nicht gegeben ist.

[0064] Die Dämpfereinrichtung 15 übt mittels der Durchbrüche 17 bei einer Durchströmung derselben mittels der Hydraulikflüssigkeit einen einer Strömungsrichtung derselben entgegen gesetzten Reibungswiderstand aus, der zu einer Abbremsung der Hydraulikflüssigkeit führt beziehungsweise zu einer Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit. Ein Widerstand der Dämpfereinrichtung 15 ist dabei proportional zur Strömungsgeschwindigkeit der Hydraulikflüssigkeit.

[0065] Die Dämpfereinrichtung 15 weist des Weiteren eine Blockiereinrichtung 18 auf. Diese ist um eine vertikale Längsachse der Anpresseinrichtung 7" relativ zu der Drosselplatte 16 verdrehbar, wobei massive - hier dreiecksförmig ausgebildete - Blockierelemente 19 der Blockiereinrichtung 18 dazu geeignet sind, über die Durch-

brüche 17 der Drosselplatte 16 zu "fahren" und diese dabei zu verschließen. Gleichzeitig wird dabei ein in Figur 7 nicht sichtbarer Freibereich unterhalb der Blockierelemente 19 freigegeben, in dem ein Strömungsquerschnitt zwischen einer Oberseite und einer Unterseite der Dämpfereinrichtung 15 einbautenfrei ausgeführt ist. Demzufolge befindet sich die Dämpfereinrichtung 15 in der in Figur 7 gezeigten Stellung in ihrer maximalen Dämpfungsstellung, da sämtliche Freibereiche verschlossen und lediglich solche Bereiche freigegeben sind, in denen die Hydraulikflüssigkeit durch die Durchbrüche 17 der Drosselplatte 16 "gedrückt" werden muss, wobei der gewünschte Reibungswiderstand entsteht. Durch die Verdrehung der Blockiereinrichtung 18 kann schließlich ein Dämpfungsgrad der Dämpfereinrichtung 15 flexibel angepasst werden.

Bezugszeichenliste

20 [0066]

1, 1', 1"	Mahlvorrichtung
2	Mahlkörper
3	Mahlkörper
25 4	Rolle
5	Mahlsteller
6	Drehachse
7, 7', 7"	Anpresseinrichtung
8	Hydraulikzylinder
30 9	Gasfeder
10, 10'	Verbindungsbauteil
11	Lagerachse
12	Kraftrahmen
13	Blasenspeicher
35 14	Oberseite
15	Dämpfereinrichtung
16	Drosselplatte
17	Durchbruch
18	Blockiereinrichtung
40 19	Blockierelement
20	Trennkolben
21	Bereich
22	Fundament
23	Mantel
45 24	Plungerkolben
25	Mantel
100	Mahlvorrichtung
101	Anpresseinrichtung
50 102	Verbindungsbauteil

Patentansprüche

55 1. Mahlvorrichtung (1, 1', 1"), insbesondere eine Vertikalmühle, zur Zerkleinerung von Mahlgut, aufweisend

a) mindestens zwei Mahlkörper (2, 3), die relativ zueinander bewegbar sind, wobei die beiden Mahlkörper (2, 3) gemeinsam mindestens einen Mahlbereich ausbilden, in dem das Mahlgut mittels der beiden Mahlkörper (2, 3) mahlbar ist, sowie 5

b) mindestens eine Anpresseinrichtung (7, 7', 7''), die mindestens einen einen Zylinderarbeitsraum aufweisenden Hydraulikzylinder (8) und mindestens eine einen Federarbeitsraum aufweisende Gasfeder (9) aufweist, wobei der Zylinderarbeitsraum und der Federarbeitsraum strömungstechnisch miteinander verbunden sind, 10

wobei auf mindestens einen der Mahlkörper (2, 3) mittels der mindestens einen Anpresseinrichtung (7, 7', 7'') eine Anpresskraft aufbringbar ist, mittels derer die Mahlkörper (2, 3) aufeinander zu pressbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** 15

c) eine kleinste durchströmbarer Querschnittsfläche zwischen dem Zylinderarbeitsraum und dem Federarbeitsraum mindestens 10 % einer Querschnittsfläche des Zylinderarbeitsraums beträgt. 20

2. Mahlvorrichtung (1, 1', 1'') nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kleinste durchströmbarer Querschnittsfläche zwischen dem Zylinderarbeitsraum und Federarbeitsraum mindestens 20%, vorzugsweise mindestens 50%, weiter vorzugsweise mindestens 80%, einer Querschnittsfläche des Zylinderarbeitsraums beträgt. 25

3. Mahlvorrichtung (1, 1', 1'') nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Verbindungsstrecke, die sich zwischen einem mit dem Zylinderarbeitsraum korrespondierenden ersten Übergangsquerschnitt eines Verbindungsbauteils und einem mit dem Federarbeitsraum korrespondierenden zweiten Übergangsquerschnitt des Verbindungsbauteils erstreckt, maximal 100 cm, vorzugsweise maximal 60 cm, weiter vorzugsweise maximal 30 cm, noch weiter vorzugsweise maximal 10 cm, lang ist. 30

4. Mahlvorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Gasfeder (9) von einem Blasenspeicher (13) gebildet ist. 35

5. Mahlvorrichtung (1'') nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** eine Dämpfereinrichtung (15), mittels derer eine Strömungsgeschwindigkeit der zwischen dem Zylinderarbeitsraum und dem Federarbeitsraum strömenden Hydraulikflüssigkeit verringbar ist, wobei vorzugsweise ein Dämpfungsgrad der Dämpfereinrichtung (15) bei unter- 40

schiedlichen Strömungsrichtungen der Hydraulikflüssigkeit unterschiedliche groß ist, weiter vorzugsweise der Dämpfungsgrad bei einer Strömung der Hydraulikflüssigkeit in eine von einem Kolben des Hydraulikzylinders (8) abgewandte Richtung größer ist als bei einer Strömung der Hydraulikflüssigkeit in umgekehrte Richtung. 45

6. Mahlvorrichtung (1'') nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dämpfungsgrad der Dämpfereinrichtung (15), vorzugsweise in Abhängigkeit von der Strömungsrichtung der Hydraulikflüssigkeit, veränderbar ist. 50

7. Mahlvorrichtung (1'') nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfereinrichtung (15) von einer Durchbrüche (17) aufweisenden Drosselplatte (16) gebildet ist, wobei die Dämpfereinrichtung (15) vorzugsweise ferner mindestens eine Blockiereinrichtung (18) umfasst, die relativ zu der Drosselplatte (16) bewegbar ist und mittels derer die Durchbrüche (17) der Drosselplatte (16) zumindest teilweise verschließbar sind. 55

8. Mahlvorrichtung (1'') nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfereinrichtung (15) einen Drosselquerschnitt aufweist, der in Abhängigkeit von der Strömungsrichtung der Hydraulikflüssigkeit unterschiedlich groß ausgebildet ist, vorzugsweise bei der Strömung der Hydraulikflüssigkeit in die von dem Kolben des Hydraulikzylinders abgewandte Richtung größer ist als bei der Strömung der Hydraulikflüssigkeit in umgekehrte Richtung. 60

9. Mahlvorrichtung (1, 1', 1'') nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hydraulikzylinder (8) und die Gasfeder (9) als integrierte Anpresseinrichtung (7'') ausgeführt sind, wobei der Zylinderarbeitsraum und der Federarbeitsraum mit gleich bleibendem Querschnitt ineinander übergehen, wobei insbesondere die Hydraulikflüssigkeit zwischen einem Kolben der Anpresseinrichtung (7'') und einem Gaspolster der Anpresseinrichtung (7'') angeordnet ist. 65

10. Mahlvorrichtung (1, 1', 1'') nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittels der Anpresseinrichtung (7, 7', 7'') aufbringbare Anpresskraft veränderbar ist. 70

11. Mahlvorrichtung (1, 1', 1'') nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Antriebsleistung der Mahlvorrichtung (1, 1', 1'') mindestens 0,2 MW beträgt und/oder ein Mengendurchsatz an gemahlenem Mahlgut der Mahlvorrichtung (1, 1', 1'') bei mindestens 5 Tonnen pro Stunde liegt. 75

12. Mahlvorrichtung (1, 1', 1'') nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Hydraulikzylinder (8) und die mindestens eine Gasfeder (9) ein geschlossenes hydraulisches System ausbilden.

13. Mahlvorrichtung (1, 1', 1'') nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens einen Hydraulikzylinder (8) genau einen Zylinderarbeitsraum aufweist.

Claims

1. A grinding device (1, 1', 1'') in particular a vertical mill, for grinding a grinding material, the grinding device comprising: 15
 a) at least two grinding bodies (2, 3) that are movable relative to one another, wherein the two grinding bodies (2, 3) together form at least one grinding region in which the grinding material can be ground by the at least two grinding bodies (2, 3) and 20
 b) at least one pressing device (7, 7', 7'') which comprises at least one hydraulic cylinder (8) having a cylinder working chamber, and at least one gas spring (9) comprising a spring working chamber, wherein the cylinder working chamber and the spring working chamber are fluidically connected with one another, 25
 wherein a pressing force can be applied to at least one of the grinding bodies (2, 3) by means of at least one pressing device (7, 7', 7'') by means of which the grinding bodies (2, 3) can be pressed onto one another, **characterized in that** 30
 c) a smallest cross-sectional area through which flow can take place between the cylinder working chamber and the spring working chamber amounts to at least 10% of a cross-sectional area of the cylinder working chamber. 35

2. The grinding device (1, 1', 1'') according to claim 1, **characterized in that** the smallest cross-sectional area through which flow can take place between the cylinder working chamber and the spring working chamber amounts to at least 20%, preferably at least 50%, further preferably at least 80% of a cross-sectional area of the cylinder working chamber. 40

3. The grinding device (1, 1', 1'') according to claim 1 or 2, **characterized in that** a connecting section extending between a first transitional cross-section of a connecting component corresponding with the cylinder operating chamber and a second transitional cross-section of the connecting component corresponding with the spring operating chamber has a 45

maximum length of 100 cm, preferably a maximum of 60 cm, preferably a maximum of 30 cm, even further preferably a maximum of 10 cm. 50

5. 4. The grinding device (1, 1') according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the at least one gas spring (9) is formed by a bladder accumulator (13).

10 5. The grinding device (1, 1') according to any one of claims 1 to 4, **characterized by** a damping device (15) by means of which a flow velocity of the hydraulic fluid flowing between the cylinder working chamber and the spring working chamber can be reduced, wherein a degree of damping of the damping device (15) preferably differs for different flow directions of the hydraulic fluid, further preferably the degree of damping for a flow of the hydraulic fluid into a direction facing away from a piston of the hydraulic cylinder (8) is preferably greater than for a flow of the hydraulic fluid in the reverse direction. 55

6. The grinding device (1, 1') according to claim 5, **characterized in that** the degree of damping of the damping device (15) is preferably variable as a function of the direction of the flow of the hydraulic fluid.

7. The grinding device (1, 1') according to any one of claims 5 or 6, **characterized in that** the damping device (15) is formed by a throttle plate (16) having openings (17), wherein the damping device (15) further comprises at least one blocking device (18) which is moveable relative to the throttle plate (16) and by means of which the openings (17) of the throttle plate (16) are at least partially closeable. 60

8. The grinding device (1'') according to any one of claims 5 to 7, **characterized in that** the damping device (15) has a throttle cross-section which is configured to be a different size as a function of the direction of the flow of the hydraulic fluid, preferably wherein the throttle cross-section is preferably larger when the hydraulic fluid flows in the direction facing away from the piston of the hydraulic cylinder than when the hydraulic fluid flows in the opposite direction. 65

9. The grinding device (1, 1', 1'') according to any one of claims 1 to 8, **characterized in that** the hydraulic cylinder (8) and the gas spring (9) are configured as an integrated pressing device (7''), wherein the cylinder working chamber and the spring working chamber go over into one another with a constant cross-section, wherein in particular the hydraulic fluid is arranged between a piston of the pressing device (7'') and a gas cushion of the pressing device (7''). 70

10. The grinding device (1, 1', 1'') according to any one

of claims 1 to 9, **characterized in that** the pressing force that can be applied by means of the pressing device (7, 7', 7'') is variable.

11. The grinding device (1, 1', 1'') according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that** a drive power of the grinding device (1, 1', 1'') is at least 0.2 MW and/or a volume throughput of grinding material of the grinding device (1, 1', 1'') is at least 5 tonnes per hour. 5

12. The grinding device (1, 1', 1'') according to any one of claims 1 to 11, **characterized in that** the at least one hydraulic cylinder (8) and the at least one gas spring (9) form a closed hydraulic system. 10

13. The grinding device (1, 1', 1'') according to any one of claims 1 to 12, **characterized in that** the at least one hydraulic cylinder (8) has precisely one cylinder working chamber. 15

Revendications

1. Dispositif de mouture (1, 1', 1''), en particulier moulin vertical, pour le broyage de produit à moudre, présentant 25

- a) au moins deux corps de mouture (2, 3) qui sont mobiles l'un par rapport à l'autre, les deux corps de mouture (2, 3) constituant ensemble une zone de mouture dans laquelle le produit à moudre peut être moulu au moyen des deux corps de mouture (2, 3), et 30
- b) au moins un dispositif de compression (7, 7', 7'') qui présente au moins un cylindre hydraulique présentant un espace opératoire cylindrique (8) et au moins un ressort à gaz présentant un espace opératoire de ressort (9), l'espace opératoire cylindrique et l'espace opératoire de ressort étant reliés ensemble par technique d'écoulement, 35
- c) qu'une surface transversale minimale pouvant être parcourue par l'écoulement entre l'espace opératoire cylindrique et l'espace opératoire de ressort représente au moins 10 % d'une surface de section transversale de l'espace opératoire cylindrique. 40

2. Dispositif de mouture (1, 1', 1'') selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface de section transversale minimale pouvant être parcourue par l'écoulement 45

3. Dispositif de mouture (1, 1', 1'') selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'** une distance de liaison qui s'étend entre une première section de transition correspondant à l'espace opératoire cylindrique et une seconde section de transition correspondant à l'espace opératoire à ressort de la pièce de liaison est d'une longueur au maximum de 100 cm, de préférence au maximum de 60 cm, plus préférentiellement au maximum de 30 cm encore plus préférentiellement au maximum de 10 cm. 50

4. Dispositif de mouture (1, 1') selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'au moins un ressort à gaz (9) est constitué par une mémoire à bulles (13). 55

5. Dispositif de mouture (1'') selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé par** un dispositif d'amortissement (15) au moyen duquel une vitesse d'écoulement du liquide hydraulique s'écoulant entre l'espace opératoire cylindrique et l'espace opératoire à ressort peut être réduite, dans lequel, de préférence, un degré d'amortissement du dispositif d'amortissement (15) est de niveau différent en cas de sens d'écoulement différents du liquide hydraulique, plus préférentiellement le degré d'amortissement, en cas d'écoulement du liquide hydraulique dans un sens détourné d'un piston du cylindre hydraulique (8), est supérieur à ce qu'il est en cas d'écoulement du liquide hydraulique dans le sens inverse. 60

6. Dispositif de mouture (1'') selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le degré d'amortissement du dispositif d'amortissement (15) est modifiable, de préférence en fonction du sens d'écoulement du liquide hydraulique. 65

7. Dispositif de mouture (1'') selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** le dispositif d'amortissement (15) est constitué d'une plaque d'étranglement (16) présentant des percées (17), le dispositif d'amortissement (15) comprenant en outre de préférence au moins un dispositif de blocage (18) qui est mobile par rapport à la plaque d'étranglement (16) et au moyen duquel les percées (17) de la plaque d'étranglement (16) peuvent être fermées au moins partiellement. 70

8. Dispositif de mouture (1'') selon une des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** le dispositif d'amortissement (15) présente une section d'étranglement qui est conçue avec des dimensions différentes en fonction du sens d'écoulement du liquide 75

lement représente au moins 20%, de préférence au moins 50 %, plus préférentiellement au moins 80 %, d'une surface de section transversale de l'espace opératoire cylindrique.

12

hydraulique, de préférence avec une dimension supérieure en cas d'écoulement du liquide hydraulique dans le sens détourné du cylindre hydraulique à ce qu'elle est en cas d'écoulement du liquide hydraulique dans le sens inverse. 5

9. Dispositif de mouture (1, 1', 1'') selon une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le cylindre hydraulique (8) et le ressort à gaz (9) sont réalisés sous forme d'un dispositif de compression intégré (7''), l'espace opératoire cylindrique et l'espace opératoire à ressort transitant l'un dans l'autre avec une section transversale constante, le liquide hydraulique étant en particulier disposé entre un piston du dispositif de compression (7'') et un coussin gazeux du dispositif de compression (7''). 10
10. Dispositif de mouture (1, 1', 1'') selon une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la force de compression applicable au moyen du dispositif de compression (7, 7', 7'') est modifiable. 20
11. Dispositif de mouture (1, 1', 1'') selon une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'** une puissance motrice du dispositif de mouture (1, 1', 1'') est d'au moins 0,2 MW et/ou qu'un débit quantitatif de produit moulu du dispositif de mouture (1, 1', 1'') est d'au moins 5 tonnes par heure. 25
12. Dispositif de mouture (1, 1', 1'') selon une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'au moins un cylindre hydraulique (8) et l'au moins un ressort à gaz (9) forment un système hydraulique fermé. 30
13. Dispositif de mouture (1, 1', 1'') selon une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** l'au moins un cylindre hydraulique (8) présente précisément un espace opératoire cylindrique. 35

40

45

50

55

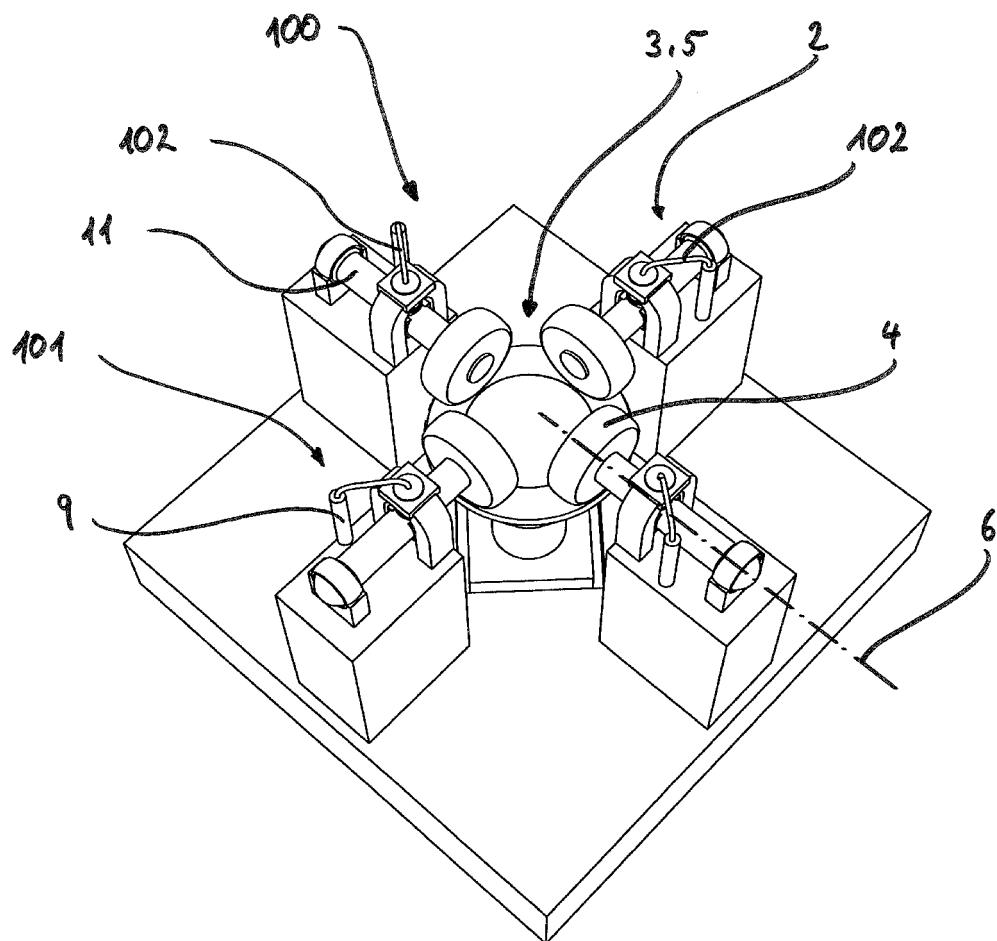


Fig. 1

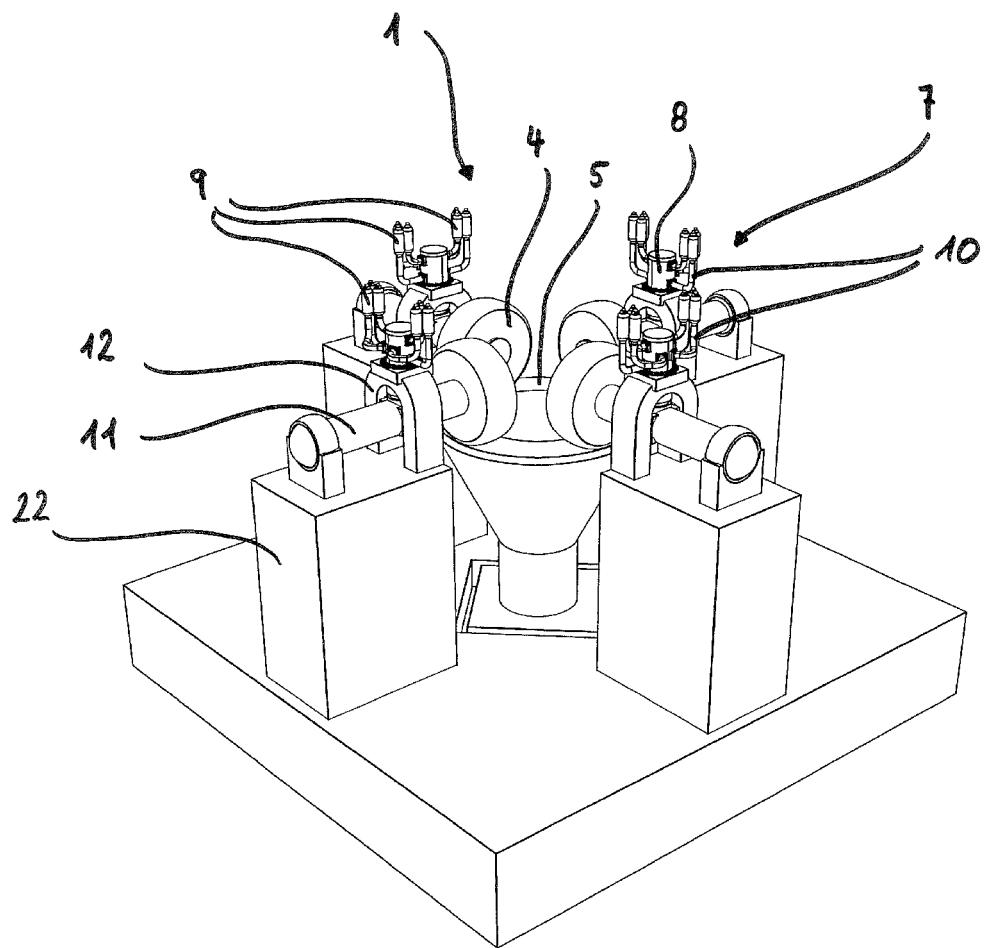
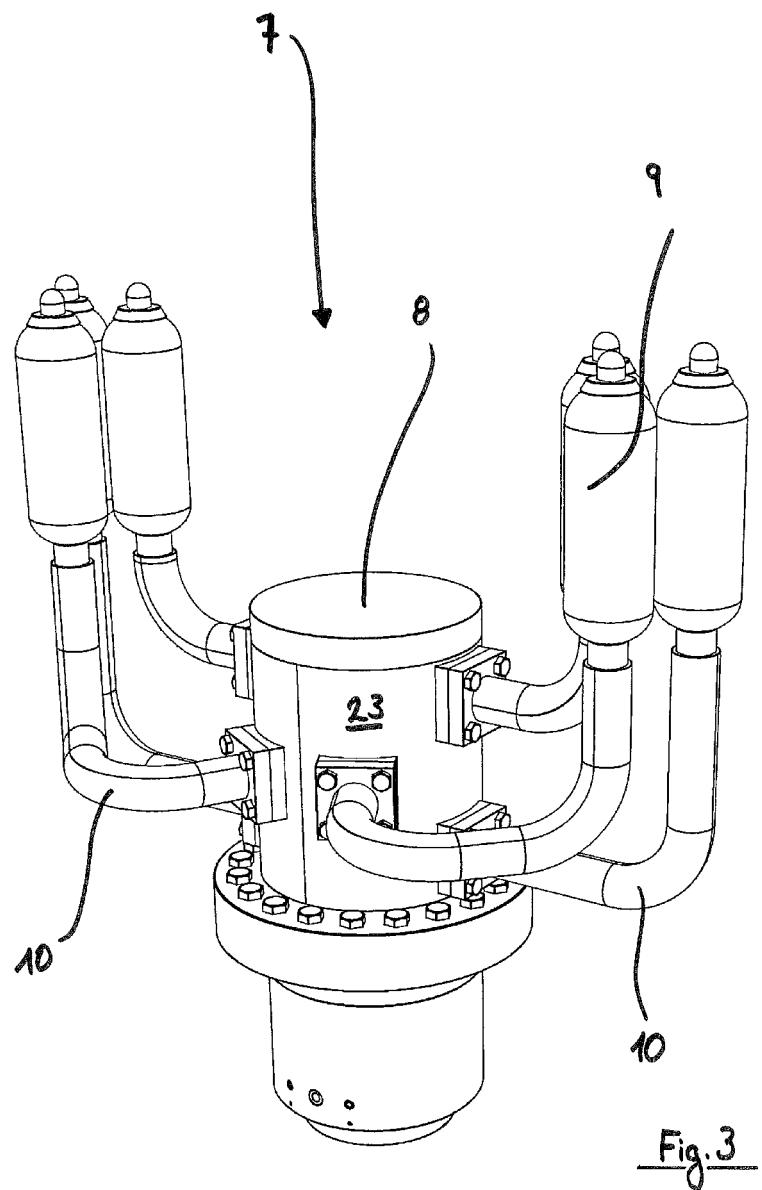


Fig. 2



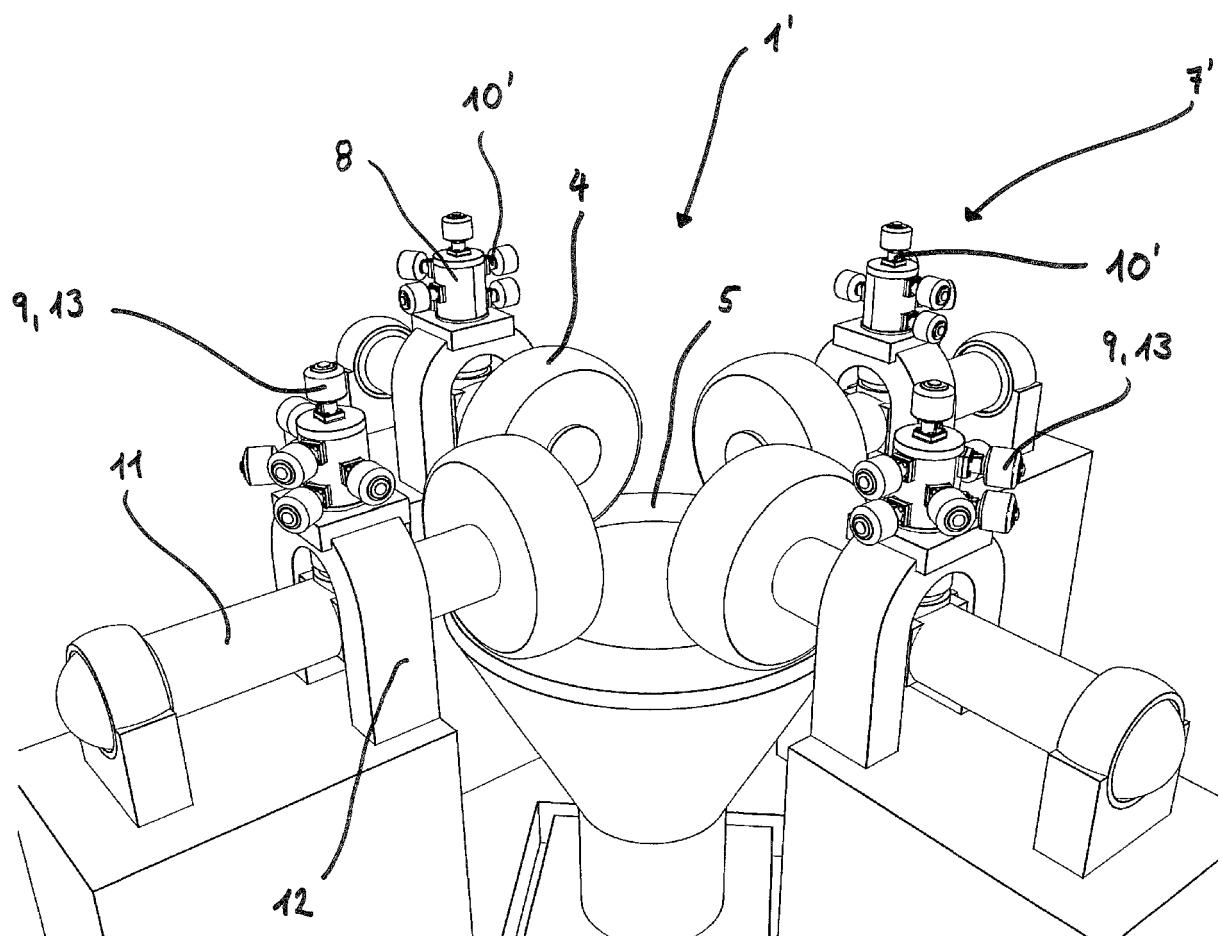


Fig. 4

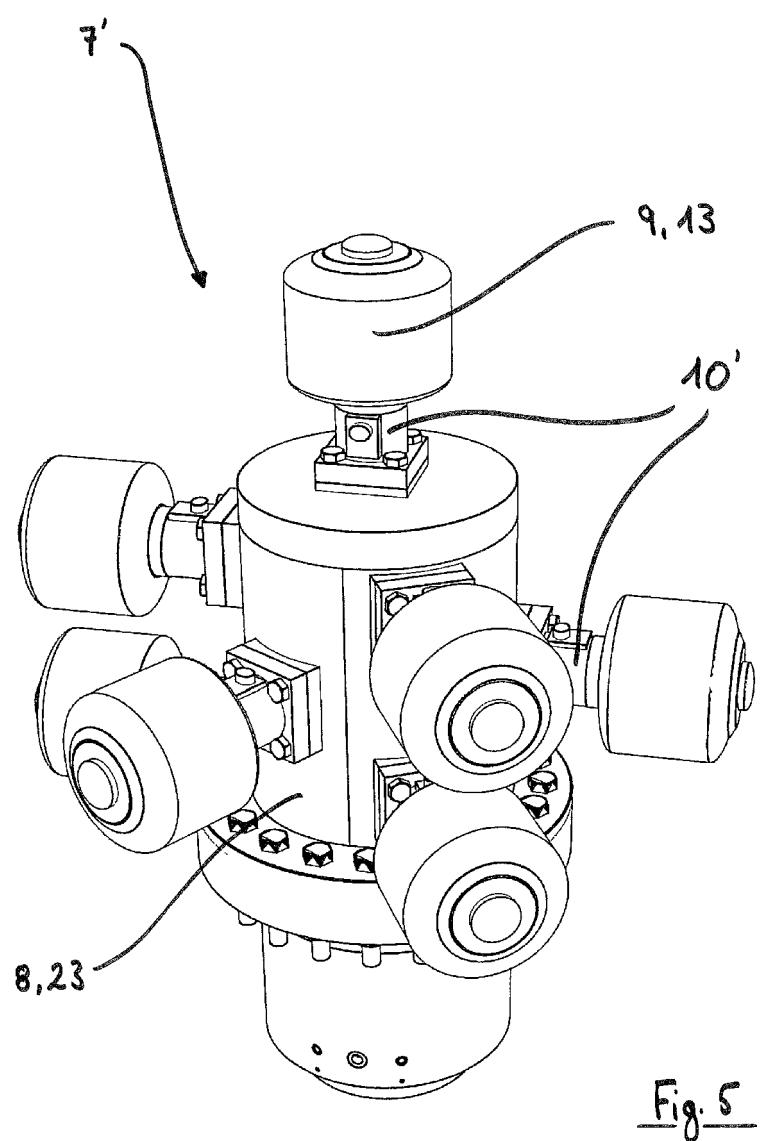


Fig. 5

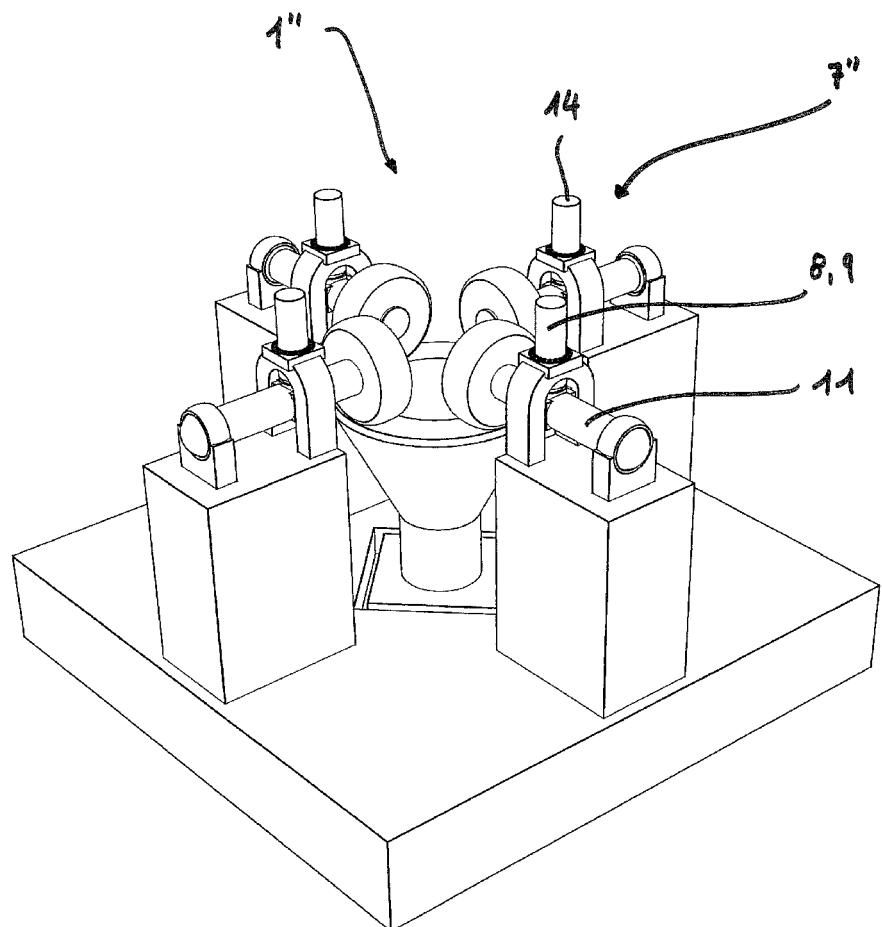


Fig. 6

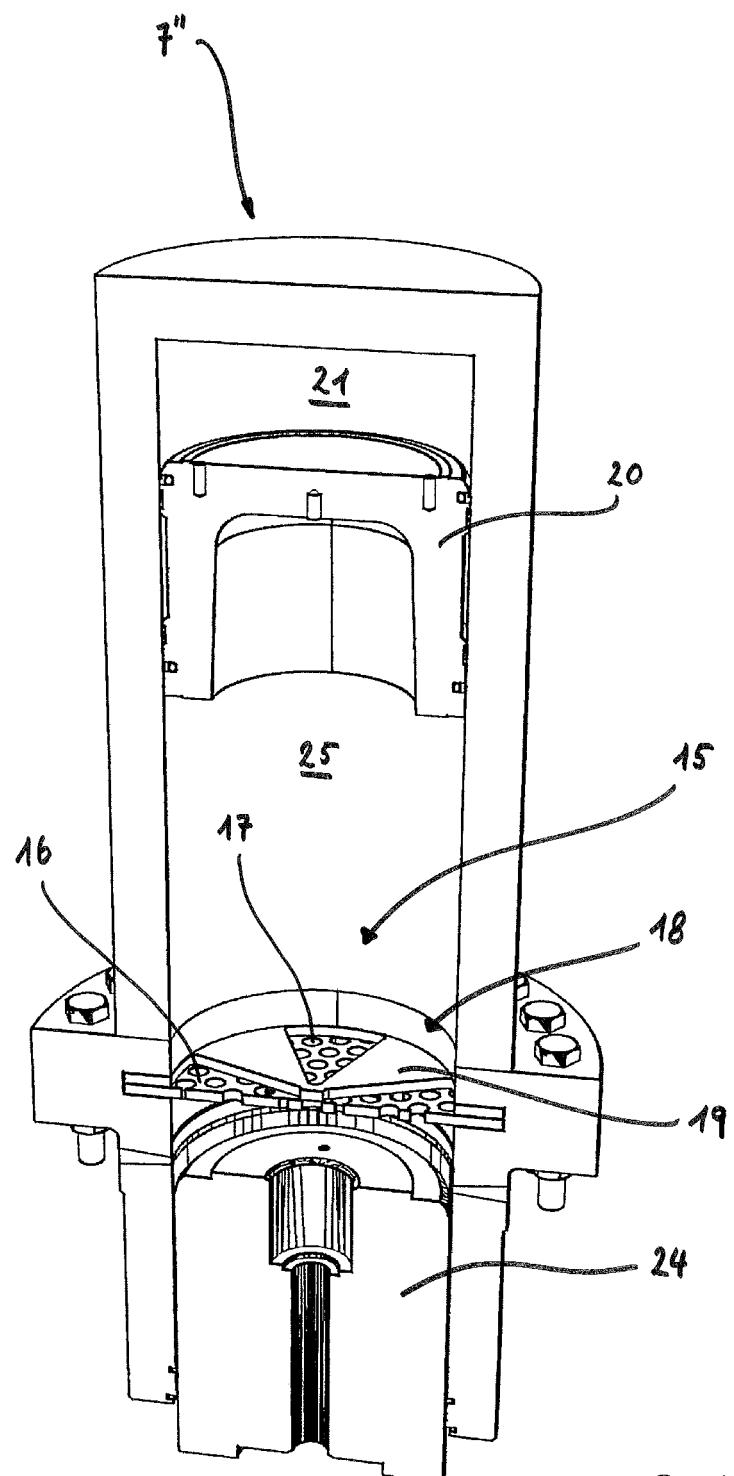


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2009067828 A1 [0008]
- DE 102008046921 A1 [0009] [0012]
- EP 2408565 B1 [0013] [0015]
- DE 3639206 C1 [0016]
- DE 10208046921 A1 [0023]